Politechnika Wrocławska
Wydział Informatyki i Zarządzania
Wydziałowy Zakład Informatyki

Język modelowania znaczenia polskiej frazy nominalnej

(praca doktorska)

Maciej Piasecki

Promotor:
prof. dr hab. Zbigniew Huzar

Wrocław
2002

1. CEL I ZAKRES PRACY 3

1.1. KLASA TEKSTÓW ROZWAŻANA W PRACY 8
1.2. KONWENCJE NOTACYJNE STOSOWANE W PRACY 8

2. PRZEGLĄD TEORII ZNACZENIA 10

3. ZNACZENIE FRAZY NOMINALNEJ – LINGWISTYCZNY PUNKT WIDZENIA 15

3.1. KORZENIE HISTORYCZNE I PODSTAWOWE DEFINICJE 15
3.1.1. Pojęcie referencji 17
3.1.2. Pojęcie kwantyfikacji 18
3.1.3. Pojęcia presupozycji 20
3.2. TRADYCYJNE KLASYFIKACJE UŻYĆ NP I ICH KRYTYKA 20
3.2.1. Tradycyjne kategorie użyć rodzajników nieokreślonych 21
3.2.2. Tradycyjne kategorie użyć rodzajnika określonego 25
3.3. LINGWISTYCZNY MODEL ZNACZENIA NP HESSA I JEGO MODYFIKACJA 26
3.3.1. NP w zdaniach z czasownikiem „to be" 26
3.3.2. Referencyjne użycie rodzajnika nieokreślonego 28
3.3.3. Relacje pomiędzy referencyjnością a konkretnością NP 30
3.3.4. Referencyjność a kwantyfikujące determinatory w NP 31
3.3.5. Generyczne NP liczby mnogiej 32
3.3.6. Relatywne i absolutne NP liczby mnogiej 32
3.3.7. Odmiany kwantyfikacji wyróżniane w NP liczby mnogiej 34
3.3.8. Podsumowanie pierwsze: model Hessa znaczenia NP 35
3.3.9. Podsumowanie drugie: skorygowany model Hessa 37
3.4. ZNACZENIE POLSKIEJ FRAZY NOMINALNEJ. 39

4. FORMALNA INTERPRETACJA KWANTYFIKACJI W JĘZYKU NATURALNYM 45

4.1. PROSTY JĘZYK LOGIKI WYŻSZEGO RZĘDU Z TYPAMI: L_{TYP} 45
4.1.1. Składnia L_{typ} 46
4.1.2. Semantyka L_{typ} 47
4.1.3. Związki pomiędzy denotacjami wyrażeń L_{typ} a standardową teorią zbiorów. 48
4.2. POJĘCIE KWANTYFIKATORA UOGÓLNIONEGO 49
4.3. KWANTYFIKATOR UOGÓLNIONY W OPISIE ZNACZENIA JĘZYKA NATURALNEGO 52
4.3.1. Kwantyfikatory typu ⟨1,1⟩ - kwantyfikator jako relacja na zbiorach 52
4.3.2. Kwantyfikator typu ⟨1⟩ - kwantyfikator jako rodzina zbiorów. 56
4.4. FORMALNA ANALIZA ODMIAN KWANTYFIKACJI W MNOGICH NP 61
4.4.1. Płaszczyzna możliwości 61
4.4.2. System CNDM van der Doesa 61
4.5. ILE ZNACZEŃ MOŻE MIEĆ PROSTE ZDANIE Z KILKOMA NP? 68
4.5.1. Hipoteza interpretacji kwantyfikacyjnych Parka 69
4.5.2. Struktury kwantyfikacji Bellert 72
4.5.3. Próby formalizacji systemu Bellert 81

5. WYBRANE METODY I JĘZYKI REPREZENTACJI ZNACZENIA 88

5.1. TEORIA DRT 89
5.1.1. Geneza 89
5.1.2. Podstawowe idee 90
5.1.3. Formalna definicja 97
5.1.4. Kwantyfikacja i liczba mnoga 100
5.1.5. Pozostałe aspekty znaczenia NP 112
5.2. KOMPOZYCYJNE WERSJE *DRT* 114
5.2.1. Logika dynamiczna 115
5.2.2. System referencyjny Vermeulena 122
5.2.3. Compositional DRT Muskensa 128
5.3. FORMALNA ANALIZA PRESUPOZYCJI 133
5.3.1. Interpretacja presupozycji w paradygmacie dynamicznym 134
5.3.2. Akomodacja presupozycji 138

6. SAMOORGANIZUJĄCA SIĘ LOGIKA STRUKTUR (SLS) **140**

6.1. KONCEPCJA 141
6.1.1. Typy *143*
6.1.2. Komponent kontekstu *146*
6.1.3. Reprezentacja aspektu deskryptywnego *150*
6.1.4. Kwantyfikacja i mnogość *153*
6.2. SKŁADNIA *SLS* 161
6.3. SEMANTYKA 162
6.3.1. Skróty notacyjne *165*
6.3.2. Wyróżnione właściwości operatorów i aksjomaty *167*
6.3.3. Prawdziwość i wynikanie *170*
6.4. PORÓWNANIE SIŁY EKSPRESJI *SLS* Z WYBRANYMI JĘZYKAMI REPREZENTACJI 171
6.4.1. Przykład wprowadzający *172*
6.4.2. Język skrótów graficznych. *186*
6.4.3. Analiza porównawcza *196*
6.4.4. Dopuszczalne kombinacje wartości odmiany i sekwencji operatorów zależnościowych *215*

7. MODEL ZNACZENIA POLSKIEJ FRAZY NOMINALNEJ **221**

7.1. DOTYCHCZASOWE OPRACOWANIA Z ZAKRESU SKŁADNIOWO-SEMANTYCZNEJ STRUKTURY POLSKIEJ FRAZY NOMINALNEJ 221
7.2. PODSTAWOWA STRUKTURA SEMANTYCZNO-SKŁADNIOWA POLSKIEJ FRAZY NOMINALNEJ 225
7.3. KONSTRUKCJA FRAZY JĄDROWEJ 238
7.4. ZDANIA PROSTE 245
7.5. MODYFIKACJE WZBOGACAJĄCE ASPEKT DESKRYPTYWNY 250
7.6. WYBRANE ASPEKTY REPREZENTACJI SEMANTYCZNEJ ZŁOŻONE FRAZ LICZEBNIKOWYCH (NUMP) 260
7.7. KONSTRUKCJE I UŻYCIA FRAZ NOMINALNYCH ODBIEGAJĄCE OD PODSTAWOWEGO SCHEMATU 268
7.8. MODYFIKATORY ODMIANY 280
7.9. STRUKTURA TEKSTU 283
7.10. MOŻLIWE ZNACZENIA ZDANIA ZE WZGLĘDU NA RELACJE ZALEŻNOŚCIOWE 284

8. KONCEPCJA WYKORZYSTANIA *SLS* W IMPLEMENTACJI **290**

9. PODSUMOWANIE **301**

9.1. WNIOSKI I REZULTATY 301
9.2. OGRANICZENIA I DALSZE PRACE 306

DODATEK A - PRZYKŁADOWA GRAMATYKA G_{SN} PODZBIORU JĘZYKA ANGIELSKIEGO **308**

DODATEK B - GRAMATYKA $G_{SN\text{-}PL}$ PODZBIORU JĘZYKA POLSKIEGO **313**

DODATEK C DOWODY FAKTÓW DOTYCZĄCYCH *SLS* **327**

FAKT 6.3.3-1 - DOWÓD 327

BIBLIOGRAFIA **328**

1. Cel i zakres pracy

'Porozmawiać z maszyną', to jedno z wielkich wyzwań postawionych przed informatyką już u zarania jej dziejów. Pojawiło się między innymi w słynnym *teście Turinga*, wyznaczającym cele *sztucznej inteligencji*. Podstawowym warunkiem rozmowy jest zdolność u obu rozmówców do wzajemnego zrozumienia języka, jakim się posługują. Językiem rozmowy jest z pewnością tzw. *język naturalny* (np. polski, angielski). Zrozumieć, to oznacza poznać znaczenie wypowiedzi rozmówcy. Czym jednak jest znaczenie? Na to nie ma jednoznacznej odpowiedzi. Nie daje jej również *Encyklopedia językoznawstwa ogólnego* [EncJęz93], do kwestii tej wrócimy później. Prawdopodobnie nigdy nie będzie jednej odpowiedzi właściwej dla wszystkich obszarów badań. Musimy jednak jej udzielić, jeżeli dążymy do konstrukcji programu zdolnego do automatycznej analizy znaczenia *wypowiedzi* w języku naturalnym. Dążenie, przy użyciu metod formalnych, do sformułowania na to pytanie odpowiedzi, coraz dokładniejszej z punktu widzenia opisywanych zjawisk językowych i intuicji *rodzimych użytkowników* danego języka, wyznacza ogólny obszar badań, w który wpisuje się niniejsza praca.

Automatyczna analiza znaczenia wypowiedzi językowej, to kluczowy element wielu zastosowań *przetwarzania języka naturalnego* np. systemów dialogu z komputerem, ekstrakcji informacji z tekstu czy też automatycznego tłumaczenia opartego na tzw. metodzie *interlingua*[1]. Jednocześnie analiza znaczenia, to ciągle poważny problem badawczy, zarówno w dziedzinie podstaw teoretycznych, jak i metod przetwarzania [Devlin99].

Jednym z najistotniejszych zagadnień jest tu kwestia definicji samego pojęcia *znaczenia* definiowanego [EncJęz93] jako relacja wiążąca wypowiedź językową z bytem pozajęzykowym (np. przedmiotem intencjonalnym) lub też, w obrębie języka, wyrażeniem złożonym, zbudowanym z wyrażeń prostszych niż rozpatrywana wypowiedź. W ramach *lingwistyki informatycznej* (nazywanej też *lingwistyką komputerową*) [EncJęz93], definiując znaczenie, przypisujemy wypowiedziom w języku naturalnym wyrażenia pewnego języka sztucznego, posiadającego formalną definicję semantyki, nazywanego *językiem reprezentacji znaczenia* (JRZ). Znaczenie wypowiedzi jest tu utożsamiane ze znaczeniem przypisanego mu wyrażenia w języku reprezentacji znaczenia (dalej JRZ) – metajęzyku opisu – a tym samym z formalną semantyką opartą na definicji prawdy Tarskiego [Tarski44] (tzw. *semantyka warunków prawdziwości* – rozdział 2). Stosowane od lat podejścia oparte na różnych odmianach klasycznej logiki predykatów, jako języka reprezentacji znaczenia, lub językach pochodnych (np. język klauzul, języki programowania logicznego itd.) nie dały zadowalających rezultatów. Można rozwiązania na nich oparte rozbudowywać pod względem skali, ale nie wydaje się, aby ograniczenia ich zastosowań wynikały tylko z wielkości tworzonych systemów. Zasadniczą przeszkodą wydaje się być ograniczona siła ekspresji stosowanych obecnie języków reprezentacji znaczenia, np. [Devlin99] logika predykatów koncentruje się na ocenie prawdziwości sądów, gdy tymczasem język naturalny to przede wszystkim narzędzie komunikacji. Warunki prawdziwości opisują jedynie literalne, czysto informacyjne znaczenie. Koniecznym jest poszukiwanie nowych JRZ, lepiej przystających do wyrażeń i struktur języka naturalnego. Podejmowane są tu liczne działania w ramach wielu uzupełniających się, ale odseparowanych nurtów (selektywny przegląd znajduje się w rozdziałach 4 i 5), koncentrujących się na wybranych aspektach znaczenia.

Celem długofalowym badań, prowadzonych przez autora niniejszej pracy, jest skonstruowanie JRZ znaczenia *dyskursu*. Dyskurs jest tu rozumiany jako wielozdaniowa wypowiedź, gdzie poszczególne jej wyrażenia składowe mogą być powiązane relacjami anaforycznymi [EncJęz93] (pojęcie anafory definiowane jest w rozdziale 5). Tak określony zakres jest jednak bardzo rozległy. Znaczenie dyskursu, w dużym przybliżeniu, można rozdzielić na dwa częściowo rozłączne obszary:

- znaczenia konstrukcji czasownikowych reprezentujących *sytuacje*, *zdarzenia*, *czas*, *związki* między *bytami*,
- oraz znaczenia konstrukcji rzeczownikowych reprezentujących: *byty*, *substancje* i *klasy*.

[1] Sztucznego języka pośredniego wyrażającego znaczenie tłumaczonego tekstu.

Zakres niniejszej pracy ograniczony został do reprezentacji znaczenia polskiej *frazy nominalnej*. Fraza nominalna jest tu rozumiana w sensie definicji sformułowanej przez Saloniego i Świdzińskiego [SalŚwi98:239] jako:

- fraza wymagana *frazy finitywnej*, gdzie fraza finitywna to fraza konstruowana poprzez finitywną (czyli, upraszczając, 'odmienioną') postać czasownika,
- realizowana poprzez grupy: rzeczownikową, przymiotnikową (opartą na eliptycznym użyciu imiesłowu), liczebnikową (liczebnik + rzeczownik) lub też zdaniową (zdanie względne).

Celem pracy było skonstruowanie formalnego języka reprezentacji znaczenia polskiej frazy nominalnej (dalej FN) (rozdział 6), a następnie jego wykorzystanie do opracowania formalnego opisu znaczenia szerokiego podzbioru polskich FN (rozdział 7).

W konstrukcji języka szczególną uwagę poświęcono możliwości uzyskania precyzyjnej i szczegółowej reprezentacji tych aspektów znaczenia FN, które określają zbiory bytów, a w szczególności ich liczność, reprezentowanych przez FN w dyskursie oraz strukturę związków (charakteryzowanych przez czasownik) pomiędzy tymi bytami. Mniejszy nacisk położono na reprezentację *aspektu deskryptywnego* znaczenia FN, określającego własności bytów reprezentowanych przez FN w dyskursie, a wyrażanego przede wszystkim poprzez semantykę leksykalną rzeczowników i przymiotników. Przyjęto upraszczające założenie, że znaczenie większości przymiotników i rzeczowników można sprowadzić do interpretacji pewnego predykatu, z istotnym wyjątkiem pewnych klasy leksemów, zaliczanych często do przymiotników (np. zaimków przymiotnych), a wyrażających informacje o ilości bytów (różne formy kwantyfikacji) i o określoności FN.

Skonstruowany JRZ powinien umożliwiać uwzględnienie w opisie cech charakterystycznych dla języka polskiego (np. prawie swobodnego szyku), jak też i zapewniać łączną i *kompozycyjną* (tzn. w ramach jednego formalizmu) interpretację zjawisk: *kwantyfikacji* (rozdział 3.1.2), *anafory* (rozdział 5), *referencji* (rozdział 3.1.1) i *presupozycji* (rozdział 3.1.3). W konstrukcji zaproponowanego JRZ duży nacisk został położony na uzyskanie cech ułatwiających ścisłe przestrzeganie *zasady kompozycyjności* (w kształcie wprowadzonym przez Montague [Montag70a]) w budowie reprezentacji znaczenia wyrażeń języka naturalnego. Taka konstrukcja JRZ podczas budowy reprezentacji poszczególnych wypowiedzi nie tylko upraszcza algorytmy generacji struktur reprezentacji, ale również umożliwia przetwarzanie wypowiedzi niekompletnych (tzn. niepełnych zdań) lub zawierających błędy. W przypadku tych ostatnich, reprezentacja znaczenia jest konstruowana dla rozpoznanych, poprawnych fragmentów.

Opracowany został również formalny opis znaczenia szerokiego podzbioru polskich FN, oparty na zaproponowanym JRZ. W ramach opisu dążono przede wszystkim do objęcia nim wielu różnych typów konstrukcji FN rozważanych w semantyce opisowej, np. [Topoli84]. Wykorzystano wiele istniejących formalnych, częściowych opisów polskiej składni (rozdział 7.1). W ramach pracy skonstruowane zostały również algorytmy generacji reprezentacji znaczenia dyskursu, oparte na zasadzie kompozycyjności i zaproponowanym mechanizmie niedospecyfikowanej reprezentacji semantycznej, oraz przedstawiona została koncepcja architektury programu przetwarzającego język polski z wykorzystaniem skonstruowanego JRZ (rozdział 8).

Punktem wyjścia rozważań prezentowanych w pracy jest wprowadzenie w rozdziale 2 idei utożsamienia znaczenia wyrażeń języka naturalnego z interpretacją przypisanych im wyrażeń formalnego języka reprezentacji znaczenia. W rozdziale 2 przedstawiono również zasadę kompozycyjności wraz z jej konsekwencjami oraz najważniejsze etapy rozwoju koncepcji identyfikacji znaczenia z jego reprezentacją, określając tym samym fundamentalne podstawy rozwiązań prezentowanych w niniejszej pracy.

Dążąc do konstrukcji szczegółowego formalnego opisu znaczenia FN, konieczne jest uprzednie dobre poznanie samego przedmiotu opisu. Wobec braku dużego, oznaczonego korpusu języka polskiego [BPKDM01], niniejsza praca bazuje często na ostrożnym wykorzystaniu metody introspekcji w ocenie formułowanych przykładów. W całej jednak pracy jako podstawę przyjęto założenie odwoływania się, tam gdzie to tylko możliwe, do wiedzy o języku naturalnym, skumulowa-

nej w pracach lingwistycznych (zarówno formalnych jak i 'opisowych'). Tradycja 'opisowych' (tzn. niesformalizowanych) badań lingwistycznych w dziedzinie niniejszej pracy jest długa i bogata. Rozległy obszarowo, choć z konieczności ograniczony pod względem liczby cytowanych autorów, przegląd różnorodnych zjawisk językowych został przedstawiony w rozdziale 3. Ponieważ w *lingwistyce anglosaskiej*[2] tradycja badań w dziedzinie formalnej reprezentacji znaczenia jest bardzo bogata, a jednocześnie problematyka ta jest bardzo rzadka w pracach dotyczących języka polskiego. W dalszych rozdziałach pracy konieczne było odwołanie się do wielu formalnych teorii znaczenia opartych na języku angielskim. Tym samym konieczne było poświęcenie w rozdziale 3 stosownie dużo miejsca zjawiskom językowym w obrębie angielskiej frazy rzeczownikowej (ang. *Noun Phrase*, w skrócie NP), stanowiącej w pewnym sensie odpowiednik rozważanej tu polskiej FN. W rozdziale 3 przedstawiona została również propozycja niesformalizowanego *wieloaspektowego modelu znaczenia NP* [Piasec99,Piasec00a,Piasec01a]. W rozdziale 3.4, poprzez porównanie przestrzeni znaczeń kreowanej przez zaproponowany model z opisami możliwych znaczeń FN, podawanymi w pracach dotyczących języka polskiego, uzasadniono adekwatność stosowania zaproponowanego modelu do dalszych badań nad formalnym opisem znaczenia polskich FN.

W bardzo bogatej tradycji badań nad formalnym opisem znaczenia języka naturalnego istnieje wiele metod dotyczących, w mniejszym lub większym stopniu, znaczenia NP. Większość jednak z nich zamyka się w ramach określonych nurtów formalnych lub też koncentruje się na opisie określonych zjawisk znaczeniowych, nie zapewniając pożądanej w tej pracy szczegółowości i kompleksowości opisu znaczenia NP (FN). Dlatego też u podstaw konstrukcji JRZ przyjęto założenie syntezy, w ramach filozofii zaproponowanego wieloaspektowego modelu, wybranych elementów kilku istniejących rozwiązań częściowych (np. *semantyki dynamicznej* [GroSto91], *Discourse Representation Theory* [Kamp93, EijKam97] czy też *teorii kwantyfikatora uogólnionego* [Mostow57, BarCo81]).

Przegląd istniejących metod formalnego opisu znaczenia, zawarty w rozdziałach 4 i 5, został zbudowany pod kątem prezentacji ogólnego tła nurtów badawczych, skąd pochodzą wybrane rozwiązania częściowe, bliższej prezentacji ich najistotniejszych niekonwencjonalnych cech oraz ograniczeń wyróżnionych podejść. W efekcie przegląd ograniczony został, pod względem przedmiotu opisu, do metod ściśle związanych z założonym tu zakresem opisu znaczenia NP oraz, pod względem metody badawczej, do nurtu tzw. *semantyki dynamicznej* (rozdział 5) oraz metod opartych na *teorii kwantyfikatora uogólnionego* (rozdział 4). Prezentowane w ramach przeglądu fundamentalne podejścia, to praca Barwise i Coopera, nad zastosowaniem pojęcia kwantyfikatora uogólnionego do opisu znaczenia [BarCoo81], oraz teoria *Discourse Representation Theory* (*DRT*), wprowadzająca mechanizmy reprezentacji anafory oraz *dynamiczną perspektywę znaczenia* [Kamp93].

Zasadniczy przegląd poprzedzony jest zdefiniowaniem prostego języka logiki wyższego rzędu z typami (rozdział 4.1), który to język z jednej strony wykorzystywany jest w dalszych rozdziałach jako narzędzie przy prezentacji cytowanych rozwiązań, a z drugiej strony stanowi bazę dla *warstwowej definicji* proponowanego w pracy języka logicznego nazwanego *Samoorganizująca się Logika Struktur* (w skrócie *SLS*, rozdział 6). Następnie, w rozdziale 4.2, wprowadzone zostaje pojęcie kwantyfikatora uogólnionego. Rozdział 4.3 poświęcony został zastosowaniu kwantyfikatora uogólnionego do rozszerzenia klasycznych metod semantyki warunków prawdziwości o opis różnych form kwantyfikacji w języku naturalnym. Przedstawione zostały dwie podstawowe koncepcje wykorzystania kwantyfikatora uogólnionego postrzeganego jako rodzina zbiorów i jako relacja na zbiorach. Rozdział 4.4 przedstawia pewne szczegółowe metody opisu tych *odmian kwantyfikacji*, gdzie w relacjach pojawiają się obok obiektów indywiduowych również grupy obiektów. Szczególną uwagę poświęcono tu systemowi *CNDM* van der Doesa [Does94], sprowadzającemu kwestię reprezentacji odmiany kwantyfikatora do trzech różnych *modyfikatorów typu* (ang. *type lift*) funktora generującego kwantyfikator (w sensie rodziny zbiorów) oraz wprowadzającemu mechanizm uzgodnienia odmiany pomiędzy NP a frazę czasownikową. Wiele elementów

[2] Lingwistyka anglosaska rozumiana jest tu jako lingwistyka koncentrująca się na języku angielskim ale niekoniecznie uprawiana przez rodzimych użytkowników języka angielskiego.

tego spójnego systemu zostało włączonych do rozwiązań proponowanych w niniejszej pracy. Rozdział 4.5, kończący dyskusję sposobów formalnego opisu kwantyfikacji w języku naturalnym, porusza kwestię metod radzenia sobie z nieuniknioną 'eksplozją' znaczeń w przypadku zdań zawierających więcej niż jedną 'kwantyfikującą' NP. Kwestie związane z kwantyfikacją pojawią się również w rozdziale 5, ale na gruncie paradygmatu semantyki dynamicznej.

Rozdział 5 rozpoczyna prezentacja teorii *DRT*, stanowiącej źródło nurtu semantyki dynamicznej. Główna uwaga *DRT* koncentruje się na opisie zjawiska anafory i wyjaśnieniu pewnych szczególnych przypadków kwantyfikacji (np. problemu *oślich zdań*). W rozdziale 5.1 poświęcono dużo uwagi wersji teorii *DRT* z pracy [Kamp93], nazywanej dalej *standardowym DRT*. Wersja ta zbliżona jest do kształtu pierwotnego *DRT* [Kamp81]. W wielu późniejszych rozwinięciach *DRT*, a szczególnie w wersjach kompozycyjnych *DRT* (prezentowanych w rozdziale 5.2) dokonano licznych uproszczeń, rezygnując z niektórych istotnych elementów standardowej *DRT*. Najistotniejszym chyba uproszczeniem jest pominięcie w wersjach kompozycyjnych *DRT* mechanizmu identyfikacji potencjalnych poprzedników anaforycznych. W efekcie, reprezentacja anafory częściowo została przeniesiona do obszaru składni. Ponieważ konstrukcja zaproponowanego języka *SLS* z jednej strony bazuje na pewnych rozwiązaniach zaczerpniętych z kompozycyjnych wersji *DRT*, a z drugiej strony dąży do zapewnienia mechanizmów opisu wszystkich aspektów znaczenia NP (FN), koniecznym była analiza zarówno standardowej *DRT*, jak i też jej późniejszych rozwinięć. W rozdziale 5.1.4 omówione zostało również 'niekompozycyjne' rozwinięcie standardowego *DRT* o elementy umożliwiające opis znaczenia NP (FN) liczby mnogiej. Wersja ta, aczkolwiek daleka od rozwiązań zaproponowanych w ramach języka *SLS*, z racji swojego 'podręcznikowego' charakteru stanowi później istotny punkt odniesienia przy porównaniu z możliwościami opisu znaczenia przy zastosowaniu języka *SLS*. Porównanie takie dokonuje się w rozdziale 6.4.3.

Ponieważ obszar zastosowań teorii *DRT* (oraz też całej semantyki dynamicznej) poszerzył się w toku jej rozwoju o inne zjawiska znaczeniowe, np. referencję i presupozycję, w ramach rozdziału 5, wydzielone zostały osobne podrozdziały poświęcone tym zjawiskom: 5.1.5 dotyczący między innymi referencji i 5.3 omawiający reprezentację presupozycji.

Rozdziały 2 do 5 wprowadzają podstawowe pojęcia oraz wskazują istotne techniki wykorzystywane później w konstrukcji języka *SLS*. Mimo to rozdziały te mogą być pominięte przez czytelnika dysponującego odpowiednią wiedzą dziedzinową. Ciągle jednak ważnym elementem łączącym rozdziały 2 do 5 z rozdziałem 6 są przykłady analizy konkretnych zdań i wypowiedzi podawane w rozdziałach 2 do 5. Zostały one w większości przypadków porównawczo ponownie poddane analizie przy zastosowaniu języka *SLS* w rozdziale 6.4.

Rozdział 6, to obok rozdziału 7, jedna z dwóch zasadniczych części pracy. W całości został poświęcony konstrukcji języka logicznego *SLS* [Piasec02a,Piasec02b]. Natomiast w rozdziale 7 przedstawiono zaproponowany formalny opis znaczenia polskich FN. Formalna definicja *SLS* została poprzedzona przedstawieniem w rozdziale 6.1, w sposób niesformalizowany, szczegółowej koncepcji konstrukcji języka *SLS* [Piasec01a], wywodzącej się od zaproponowanego w rozdziale 3.3.9 wieloaspektowego modelu znaczenia i częściowych rozwiązań wyróżnionych w rozdziałach 4 i 5. Wprowadzone zostały poszczególne operatory, ich typy logiczne oraz przewidywany sposób wykorzystania w ramach konstrukcji reprezentacji znaczenia. Rozdziały 6.2 i 6.3 zawierają formalną definicję składni, semantyki oraz własności *SLS*. Zdefiniowane zostało tam między innymi pojęcie *formuły dynamicznej*, jako termu typu relacja na stanach ('informacyjnych') oraz pojęcie prawdziwości formuły dynamicznej w określonym stanie (wejściowym) i dowolnym stanie.

Rozbudowany rozdział 6.4 zawiera porównanie siły ekspresji *SLS* z siłą ekspresji formalizmów prezentowanych we wcześniejszych rozdziałach pracy (tzn. 4 i 5). Aby porównanie było możliwe, został skonstruowany kompozycyjny opis semantyki podzbioru języka angielskiego. Z racji różnorodności formalizmów opisu składniowego, stosowanych w pracach wyróżnionych w rozdziałach 4 i 5 (np. *X-bar Theory*, *DCG*, *HPSG* i inne), ostatecznie na bazie prostej gramatyki frazowej z pracy [Kamp93], zaproponowany został własny *niedospecyfikowany formalizm gramatyki frazowej z unifikacją atrybutów*. W zaproponowanym formalizmie poszczególne reguły

łączą opis składni, semantyki oraz lokalnych ograniczeń działania mechanizmu niedospecyfikowania. Został zaproponowany oryginalny mechanizm niedospecyfikowanej reprezentacji, dostosowany do potrzeb niniejszej pracy. Reguły gramatyczne dla języka angielskiego, wprowadzane sukcesywnie w rozdziale 6.4, zostały zebrane ponownie w dodatku A.

Do opisu znaczenia języka naturalnego został zastosowany jedynie podzbiór języka *SLS*. W celu poprawy czytelności, dla wyrażeń należących do tego podzbioru wprowadzono w podrozdziale 6.4.2 język *notacji graficznej*, nazwany *GSLS*, gdzie każdy symbol jest definiowany jako skrót notacyjny wyrażenia *SLS*. W ramach języka notacji graficznej zaproponowano mechanizm odpowiadający operatorowi lambda oraz wprowadzono zasadę jednoznacznej, wzajemnej odpowiedniości typu logicznego wyrażenia *SLS* i kształtu reprezentującego go symbolu graficznego.

Warto również wyróżnić podrozdział 6.4.4, gdzie przeprowadzona została szczegółowa dyskusja, oparta na danych językowych z języka angielskiego i polskiego, nad zbiorem dopuszczalnych w reprezentacji znaczenia zdań kombinacji sekwencji znaczników odmiany i sekwencji binarnych relacji zależnościowych.

Jak już to było wspomniane, w rozdziale 7 zaprezentowano ściśle kompozycyjny, formalny opis znaczenia polskich FN, będący jednym z dwóch głównych rezultatów niniejszej pracy. Opis ten został oparty na wprowadzonych w rozdziale 6.4 niedospecyfikowanych, graficznie reprezentowanych, wyrażeniach z podzbioru *SLS*. Zastosowany został również identyczny formalizm gramatyki. Reguły gramatyki dla podzbioru języka polskiego, sukcesywnie wprowadzane w całym rozdziale 7, zostały ponownie zebrane w dodatku B. Warstwa składniowa opisu kompozycyjnego, proponowanego w rozdziale 7, została wywiedziona w podrozdziale 7.1 z syntezy istniejących częściowych rozwiązań formalnych, uzupełnionych i scalonych (podrozdział 7.2) w jedną spójną strukturę. W podrozdziale 7.2 został wprowadzony podstawowy szkielet konstrukcji polskiej FN wraz z kompozycyjną definicją znaczenia. Szkielet ten jest następnie rozbudowywany o dodatkowe elementy modyfikujące w podrozdziałach 7.3 (między innymi frazy przymiotnikowe i zaimki dzierżawcze) 7.5 (np. frazy przyimkowe, różne typy zdań względnych, modyfikacje dopełniaczową FN) 7.6 (tu warto podkreślić propozycję kompozycyjnego opisu znaczenia liczebników złożonych) oraz 7.7 (gdzie wśród nietypowych konstrukcji znalazły się między innymi konstrukcje typu *każdy z* / *wszyscy ci* oraz predykatywne użycia FN typu *jest kim* / *czym*). Podrozdziały 7.4 i 7.9 omawiają, kolejno, opis formalny znaczenia prostego zdania i zdań złożonych oraz dyskursu w perspektywie przyjętej reprezentacji semantycznej FN. W podrozdziale 7.8 podjęta została próba wykazania, że pewne konstrukcje przysłówkowe i przyimkowe, pozornie pełniące rolę modyfikatorów FN w aspekcie odmiany, są *de facto* modyfikatorami samego czasownika. Podrozdział 7.10 w symboliczny sposób zamyka problem opisu znaczenia FN, przedstawiając propozycję prostego rozwiązania problemu znaczenia zdania z wieloma kwantyfikującymi FN (problemu postawionego w podrozdziale 4.5) w postaci h*ipotezy ograniczonego zasięgu relacji zależnościowych*. W podrozdziale 7.10, przedstawiono również argumentację, opartą na wielu danych językowych, świadczącą o adekwatności opisowej hipotezy.

Rozdział 8 przedstawia koncepcję prostej, niemalże bezpośredniej, dzięki ścisłemu przestrzeganiu zasady kompozycyjności w konstrukcji gramatyki, implementacji w języku Prolog systemu generującego reprezentację semantyczną dla wybranego podzbioru języka polskiego. Dalej został zarysowany kształt konstrukcji w Prologu interpretera wyrażeń języka *SLS* (przynajmniej w zakresie używanym w ramach reprezentacji semantycznej języka naturalnego). Ponieważ, z natury rzeczy te proste, bezpośrednie rozwiązania nie mogą być efektywne (zarówno w dziedzinie parsingu składniowego, jak i interpretacji wyrażeń *SLS*), w końcowej części rozdziału 8 podjęta została problematyka możliwości zbudowania efektywnego systemu przetwarzającego język naturalny, w szczególności język polski, w oparciu o język *SLS*.

Pracę kończy podsumowanie zamieszczone w rozdziale 9, które jednocześnie wskazuje dużą liczbę możliwych kierunków dalszych badań, zarówno nad rozwojem siły ekspresji samego języka *SLS*, jak i też nad poszerzaniem oraz uszczegóławianiem opisu znaczenia wyrażeń języka polskiego.

1.1.Klasa tekstów rozważana w pracy

Podczas konstrukcji systemu przetwarzającego język naturalny typowym zabiegiem jest zawężenie klasy rozważanych tekstów poprzez określenie wzorcowego korpusu, a następnie, na jego podstawie, zbudowanie formalnej gramatyki zapewniającej adekwatne pokrycie (np. [Dahlba91]). Rozpatrywane są następnie tylko te konstrukcje językowe i sposoby użycia wyrażeń językowych, które są poświadczone przykładami z korpusu. Podejście to można określić mianem 'poziomego'. Biorąc pod uwagę cel niniejszej pracy, jakim jest konstrukcja pewnej teorii znaczenia, zapewniającej opis określonych zjawisk znaczeniowych, zastosowanie powyższego podejścia byłoby trudne. Prowadziłoby do nieuchronnego uproszczenia opisu teoretycznego niektórych zjawisk w obrębie semantyki języka naturalnego. Z racji charakteru niniejszej pracy zastosowane zostało podejście 'pionowe', gdzie dla wstępnie określonych zjawisk podlegających opisowi są zbierane przykłady je ilustrujące. Przykłady podawane w pracy, w znacznej mierze pochodzą z literatury lingwistycznej. Zgromadzone przykłady i przyjęty opis składniowy wyznaczają opisywany podzbiór języka polskiego.

Przy doborze klasy tekstów kierowano się następującymi kryteriami:

- koncentracją uwagi na frazie nominalnej,
- oraz, przede wszystkim, uzyskaniem możliwości wprowadzania zdań z więcej niż jednym wyrażeniem kwantyfikującym, gdzie liczba możliwych znaczeń jest szczególnie duża np.

1) ***Dwóch wykładowców*** *pokazało* ***te trzy prace czwórce studentów***.

Ponieważ celem pracy jest przede wszystkim opis FN, to konstrukcje związane z dynamiką zdarzeń i stanów, wyrażające czas wypowiedzi, aspekt, powtarzalność zdarzeń itd., zostaną ograniczone do minimum. Ponadto konstrukcja zdania zostanie ograniczona zasadniczo do zdań prostych, wyjątkiem tu będą jedynie zdania współrzędnie złożone o prostej konstrukcji, zdania podrzędne (względne) opisujące rzeczownik oraz niektóre zdania mające charakter warunkowy (*jeżeli... to...*).

1.2.Konwencje notacyjne stosowane w pracy

W zapisie przykładowych zdań i wypowiedzi językowych będzie stosowana standardowa notacja lingwistyczna tzn.:

- poprzedzenie przykładu znakiem '*' oznacza zdanie / wypowiedź (rozróżnienie to będzie zawsze jawnie w pracy określone) nieprawidłową np. **Kali kochać*.
- poprzedzenie znakiem '?' wyraża wątpliwość (autora lub autora(ów) cytowanej pracy), co do akceptowalności przykładu,
- podwójny znak '??' oznacza bardzo dużą wątpliwość, co do akceptowalności, graniczącą z pewnością braku akceptowalności przykładu.

W zapisie odnośników literaturowych, często oprócz samego identyfikatora źródła, będzie podawany po dwukropku rozdział pracy do którego następuje odwołanie się, zakres stron lub pojedyncza strona np. [PrzKMM01:rozdz. 8], [Świdzi92:86-87], [EncJęz93:641].

Niezależnie od oznaczeń wewnątrz wprowadzonych w pracy języków formalnych, konsekwentnie będą stosowane następujące oznaczenia i konwencje:

- 'w.t.w.' to skrót „wtedy i tylko wtedy",
- zapis 'α:=β', gdzie α i β to wyrażenia pewnych języków, oznacza definicję znaczenia wyrażenia α za pomocą wyrażenia β,
- $||\alpha||$, gdzie α jest wyrażeniem pewnego języka formalnego, oznaczać będzie denotację przypisywaną wyrażeniu α w tym języku, opcjonalnie symbol || ... || będzie dodatkowo opatrywany indeksami $|| \ldots ||^{M,g}$, gdzie M jest ustalonym modelem a g funkcją wartościującą,
- **Nat** – zbiór liczb naturalnych, tzn. {0, 1, 2, ...},
- {**0**,**1**} – zbiór wartości logicznych, gdzie **0** oznacza fałsz i **1** oznacza prawdę,
- $\varnothing$ - zbiór pusty,
- {x : ... } – zbiór, którego elementy spełniają określony warunek,
- $\wp(A)$ – zbiór wszystkich podzbiorów zbioru A,
- $|A|$ - moc zbioru A,

- jeżeli A, B są pewnymi zbiorami to zapis B^A oznacza zbiór funkcji całkowicie określonych postaci: $A \to B$,
- $A^n := A_1 \times ... \times A_n$, gdzie $n \in \mathbf{Nat}$,
- jeżeli $\boldsymbol{A} \subseteq A_1 \times ... \times A_n$, gdzie $A_1, ... A_n$ to pewne zbiory to:
  - zapis $\boldsymbol{A}|_i$ oznacza projekcję produktu kartezjańskiego po i-tej składowej tzn. $\boldsymbol{A}|_i \subseteq A_i$,
  - zapis $\boldsymbol{A}|_{i,j}$ oznacza projekcję po i-tej i j=tej składowej tzn. $\boldsymbol{A}|_i \subseteq A_i \times A_n$, gdzie $1 \leq i,j \leq n$.
- '$\neg$', '$\wedge$', '$\vee$', '$\to$'- spójniki logiczne,
- '$\exists$', '$\forall$' – klasyczne[3] kwantyfikatory matematyczne,
- jeżeli g i h to pewne funkcje całkowite określone na pewnych zbiorach X i Y, takie, że $g, h: X \to Y$, to poniższy zapis (notacja za [GroSto91]) relację pomiędzy dwoma funkcjami g i h, taką, że:
  - $g[x]h$, gdzie $x \in X$, oznacza, że $\forall x' \in X.(x' \neq x \to h(x') = g(x'))$, odczytywaną: h różni się od g co najwyżej wartością przypisywaną do x lub, w skrócie, h rozszerza g w x.
  - $g[x/c]h$, gdzie $x \in X$, $c \in Y$, oznacza, że $g[x]h$ oraz, że $h(x)=c$, odczytywaną jak wyżej (rozszerzenie ustalone),
- jeżeli $\pi: E \to E'$ jest pewną bijekcją określoną na dziedzinach E i E', oraz $X \subseteq E$ to $\pi[X] \subseteq E'$ i oznacza obraz zbioru X pod bijekcją π.

[3] Słowo klasyczne jest tu użyte w odróżnieniu od *kwantyfikatorów uogólnionych*, wprowadzanych w rozdziale 4.2.

2. Przegląd teorii znaczenia

Nie istnieje jedna, powszechnie akceptowalna, definicja *znaczenia* wyrażenia języka naturalnego. Bardzo często znaczenie jest traktowane jako pojęcie pierwotne [Lyons83] i analizowane są jedynie jego wybrane aspekty. Próby definicji tego pojęcia sprowadzają się, praktycznie zawsze, do schematu wyrażonego w „Encyklopedii językoznawstwa..." [EncJęz93:641] w postaci definicji znaczenia (cytat dosłowny, z zachowaniem składu):

> „Relacja wiążąca 2 → argumenty, czyli predykat dwuargumentowy. Pytania o istotę znaczenia stawiane przez logików, filozofów i językoznawców, są w istocie pytaniami o to, jak zdefiniować zwroty typu: *x* znaczy *y*, *x* ma znaczenie *y* ... Pytania te dotyczą dwóch kwestii: a) co w tych zwrotach reprezentują zmienne argumentowe *x* i *y*, czyli jaki jest zbiór wartości zmiennych *x* i *y*; b) jaka jest treść terminu «znaczy»..."

Interpretacja powyższej definicji wymaga określenia zbioru wartości przypisywanych zmiennym *x* i *y*. W przypadku zmiennej *x* są to zawsze wyrażenia języka naturalnego: pojedyncze wyrazy, zdania czy też dłuższe wypowiedzi. Istotę problemu stanowi określenie zbioru wartości przypisywanych zmiennej *y*. Kryterium to różnicuje długą listę teorii: począwszy od teorii o podłożu psychologicznym po teorie logiczno-filozoficzne [EncJęz93].

Ujęcia psychologiczne identyfikują *y* ze stanami układu nerwowego lub też (postulowanymi) stanami umysłu (podejście mentalistyczne), natomiast kluczowy termin *znaczy* jest interpretowany w sposób zbliżony do schematu bodziec-reakcja.

Podejście logiczno-filozoficzne rozbija się, wg Strawsona [Straws71], na dwa podstawowe nurty (bądź też paradygmaty):

- *teoria komunikacji-intencji*,
- *teoria semantyki formalnej* (*semantyka warunków prawdziwości*).

Pierwsza z teorii upatruje źródeł znaczenia dowolnego wyrażenia językowego w fakcie użycia go w procesie komunikacji pomiędzy *nadawcą* i *odbiorcą*, procesie, który odbywa się w określonym *kontekście użycia* przy przyjętych przez nadawcę określonych *intencjach* [Straws71]:

> „Dla każdego teoretyka, który postępuje tą drogą, fundamentalnym pojęciem teorii znaczenia jest pojęcie *znaczenia czegoś* poprzez ukierunkowaną na odbiorców wypowiedź, którą mówiący wytwarza w określonej sytuacji. Wypowiedź jest czymś wytworzonym lub dokonywanym przez osobę wypowiadającą."

Teoria komunikacji-intencji koncentruje się przede wszystkim w swoich analizach na intencjach nadawcy i osiąganym efekcie u odbiorcy, natomiast mniejszą uwagę przywiązuje do precyzyjnego opisu *treści* wypowiedzi [Straws71], określanej również poprzez pojęcie *informacji* niesionej poprzez wypowiedź [McDowe80]. Często treść wypowiedzi i intencje są opisywane za pomocą języka naturalnego (ograniczonego pod względem słownictwa i rodzaju konstrukcji) używanego jako metajęzyk. Treść wypowiedzi bywa również opisywana językiem logiki, czasami nawet intencje (w ograniczonym stopniu). Treść wypowiedzi w teoriach komunikacji-intencji jest zawsze analizowana z perspektywy intencji nadawcy i zmian wprowadzanych w wiedzy odbiorcy.

W ramach nurtu komunikacji-intencji wybitną rolę odgrywają *teoria aktów mowy* wywodząca się z prac Austina [Austin62] i Searle'a [Searle69] (przegląd np. w [Paduče92]) oraz *teoria implikatury konwersacyjnej* (inaczej *maksym konwersacji*) zaproponowana przez Grice'a (np. [Kalisz93]). Genezą teoria aktów mowy stała się obserwacja Austina, że istnieją tzw. *zdania performatywne*, które zamiast opisywać rzeczywistość, kreują ją np. wypowiedź *Ogłaszam przerwę* powoduje zaistnienie określonego stanu rzeczy. Zidentyfikowano później wiele typów zdań, tzw. *aktów mowy*, gdzie treść ('znaczenie literalne') nie pokrywa się z efektem interpretacji wypowiedzi w postaci realizacji intencji przypisywanej wypowiedzi przez nadawcę. Z każdym aktem mowy związany jest zbiór *warunków fortunności* określających kontekst użycia wypowiedzi, w którym intencje do niej przypisane zostaną zrealizowane. Znaczenie w teorii aktów mowy jest naj-

częściej opisywane przy użyciu ograniczonego zbioru czasowników reprezentujących poszczególne akty mowy.

Teoria implikatury konwersacyjnej formułuje zbiór zasad (reguł) spełnianych przez uczestników typowej konwersacji. Wszelkie odstępstwa od sformułowanych reguł teoria tłumaczy określoną intencją nadawcy wypowiedzi. W ramach teorii identyfikowane są typowe 'wzorce zachowań' pozwalające na systematyczny opis 'ukrytego' (nieliteralnego) znaczenia poszczególnych wypowiedzi w ramach konwersacji.

W ramach nurtu komunikacji-intencji poświęca się również uwagę zjawisku *presupozycji*, czyli warunków jakie musi spełniać kontekst interpretacji, aby poszczególne wyrażenia składowe wypowiedzi były użyte *sensownie* (zrozumiale dla odbiorcy). Jak również zjawisku *referencji*, czyli odniesienia wyrażenia językowego do elementów rzeczywistości [Paduče92:13]:

> „Znaczenie wyrazu pełniącego funkcję referencyjną to swego rodzaju instrukcja, jak znaleźć referenta, którą to instrukcję wypełnić powinni uczestnicy aktu mowy."

Drugi z nurtów semantyki formalnej, określany również mianem *teorii interpretatywnej* (ang. *interpretive T theory*) [LarSeg95:33], jako wartości *y* przyjmuje formuły wybranego języka logiki, natomiast znaczenie jest utożsamiane z tzw. *warunkami prawdziwości* formuł. Nurt ten wywodzi się z teorii semantyki języków formalnych (*teorii prawdy*) sformułowanej przez Tarskiego [Tarski44]. Semantyka formalna koncentruje się na precyzyjnym formalnym opisie treści wypowiedzi oraz jej relacji z obrazem (modelem) otaczającego świata. Głównym punktem zainteresowania była pierwotnie zgodność stwierdzenia wyrażanego przez wypowiedź ze stanem rzeczy w otaczającym świecie. W swoich skrajnych wersjach, semantyka –formalna abstrahuje od użycia wypowiedzi w procesie komunikacji.

Pozornie bardzo odległe punkty wyjścia obydwu teorii doprowadziły do bardzo żywiołowej dyskusji pomiędzy ich zwolennikami. Przykładem może tu być opublikowana dysputa pomiędzy Strawsonem, zwolennikiem teorii komunikacji-intencji, a McDowll'em, zwolennikiem semantyki formalnej ([Straws71], [McDowe80], [Straws80]).

Z perspektywy czasu okazuje się, że różnice głównie kryły się w zakresie przedmiotu opisu (skoncentrowanie się semantyki formalnej na treści [McDowe80]) oraz stosowaniu metod formalnych (bardzo konsekwentne w semantyce formalnej, często nieobecne w pracach z nurtu teorii komunikacji-intencji). Można jednak zaobserwować, jak z biegiem lat, stopniowo semantyka formalna poszerza zakres znaczenia poddawany opisowi np. nurt *semantyki dynamicznej* (np. [Heim82], [Hess89], [Kamp93]) utożsamił znaczenie ze zmianą, jaką interpretacja wypowiedzi wprowadza w kontekście interpretacji opisywanym formalnie. Podjęto liczne próby formalizacji wielu analiz teorii komunikacji-intencji (np. [Tokarz93]).

Tarski zdefiniował teorię semantyki (inaczej *teorię prawdy*) języka formalnego (nazywanego tu *językiem przedmiotowym*) przy pomocy definicji wyrażonej w *metajęzyku* [Tarski44]. Teoria prawdy jest zbiorem twierdzeń (tzw. *warunków T*) definiujących prawdziwość wyrażenia *x* z języka przedmiotowego:

> T: „*x* jest prawdziwe wtedy i tylko wtedy gdy *p*",
>
> gdzie *x* to wyrażenie języka przedmiotowego, *p* to *warunek prawdziwości x* wyrażony w jakimś metajęzyku (w szczególnym przypadku może być on identyczny z językiem przedmiotowym).

Teoria prawdy jest adekwatna wtedy, jeżeli przypisuje warunek T do każdego zdania z języka przedmiotowego. Warunek T, jako całość, to zdanie zapisane w metajęzyku, cytujące *x* i dokonujące jego translacji do metajęzykowego wyrażenia *p*. Relacja pomiędzy metajęzykiem a tym samym wyrażeniem *p*, a *światem* jest ustalana na bazie *weryfikacji*: czyli procesu ustalenia, w oparciu o *meta-teorię*, czy *p* jest zgodne ze stanem świata. Warunek prawdziwości *p* określa stany rzeczy (*warunki prawdziwości*), które mogą być opisane zdaniem *x*. Legło to u podstaw idei utożsamienia warunków prawdziwości ze znaczeniem zdania *x*.

Stosując warunek T do definicji semantyki języka logiki mamy:

- język formuł logicznych to język przedmiotowy

- metajęzyk obejmuje notację matematyczną i ograniczony zbiór wyrażeń języka naturalnego używanych do określenia składni i denotacji termów i formuł języka przedmiotowego,
- meta-teoria to przyjęty model (wraz z interpretacją) oraz treść reguł przypisujących każdemu poprawnie skonstruowanemu wyrażeniu języka przedmiotowego (termowi bądź formule logicznej) odpowiednią denotację w danym modelu.

W przypadku, gdy siła ekspresji metajęzyka jest zbyt mała, aby zapewnić jednoznaczną procedurę weryfikacji, Tarski dopuszcza możliwość zdefiniowania semantyki metajęzyka przy pomocy kolejnego meta-metajęzyka. Hierarchia metajęzyków może być w szczególnym przypadku nieskończona.

Metoda definicji semantyki zaproponowana przez Tarskiego nie jest jedyną możliwą [Hausser00]. Postępowanie oparte na hierarchii metajęzyków nie zawsze jest efektywne – przykładem tu mogą być języki programowania, gdzie zamiast translacji wyrażeń języka[4] do kolejnych metajęzyków jest stosowana *metoda operacyjna*. Polega ona na automatycznym wykonaniu konstrukcji języka programowania w postaci elektronicznie realizowanych operacji. Schemat definicji znaczenie poprzez wykonanie jest określany mianem *semantyki proceduralnej* [Hausser00]. Idea semantyki proceduralnej często pojawia się w *sztucznej inteligencji*, gdzie znaczenie wypowiedzi jest określane poprzez jego translację do kodu programu (np. w języku programowania logicznego [RussNor95]).

Podejście Tarskiego do definicji semantyki języków formalnych stało się punktem wyjścia dla rozwoju semantyki formalnej języków naturalnych. Tradycyjnie w logice proste zdania twierdzące języka naturalnego interpretowane są jako analogi *sądów logicznych*. Tym samym zdaniom takim można przypisać wartość logiczną prawdy lub fałszu. Wartość logiczną takiego zdania można określić na bazie definicji prawdy Tarskiego: poprzez sformułowanie metajęzyka i weryfikację w modelu, którego interpretacja reprezentuje stan i własności świata. W procesie tym można skorzystać z logiki jako metajęzyka pierwszego poziomu (interpretowanego następnie za pomocą innego metajęzyka na bazie modelu) lub bezpośrednio odnieść wyrażenie języka naturalnego do pewnego modelu relacyjnego.

W swojej fundamentalnej pracy [Montag70a] Montague zastosował *logikę intensjonalną* jako metajęzyk pośredniczący w definiowaniu prawdziwości zdań oznajmujących należących do wybranego podzbioru języka angielskiego. Oczywiście, logika intensjonalna musiała zostać rozszerzona o wymagane, na mocy warunku T, reguły translacji wyrażeń języka naturalnego do formuł logiki intensjonalnej. Zastosowanie logiki intensjonalnej umożliwiło wprowadzenie do znaczenia indeksów *możliwego świata* i *czasu*, wyrażenie koniecznej i możliwej prawdy, opisanie kontekstów wyobrażeniowych itd.

W podejściu Montague, fundamentem dla reguły translacji stała się rygorystycznie przestrzegana *zasada kompozycyjności* (wprowadzona wcześniej do logiki przez Fregego). Z zastosowaniach lingwistycznych zasada kompozycyjności jest formułowana bardzo różnie. Bardzo często można spotkać się z bardzo ogólnymi sformułowaniami typu [Janssen97:419]:

> „Znaczenie wyrażenia złożonego jest funkcją znaczeń wyrażeń składowych oraz sposobu ich połączenia."

Montague swoich pracach lingwistycznych [Montag70a, Montag73] nadał zasadzie kompozycyjności znacznie bardziej precyzyjną interpretację, najczęściej parafrazowaną skrótowo w sposób następujący [Janssen97:419]:

> "The meaning of a compound expression is a function of the meanings of its parts and of the syntactic rule by which they are combined."

Montague, konstruując *PTQ* (gramatykę formalną podzbioru języka angielskiego), sprowadził opis składniowy do konstrukcji algebry, gdzie nośnikiem jest zbiór słów języka (słownik) oraz częściowe operatory odpowiadają regułom składniowym. Znaczenia są modelowane poprzez nośniki pewnej wielorodzajowej algebry (stanowiącej jednocześnie model logiki intensjonalnej). Zasada kompozycyjności sprowadzona została w *PTQ* do definicji homomorfizmu pomiędzy

[4] Oczywiście języki programowania wysokiego poziomu są najpierw tłumaczone do metajęzyka – języka maszynowego. Dopiero semantyka języka maszynowego jest zdefiniowana za pomocą metody operacyjnej.

obydwoma algebrami (określonego za pośrednictwem wyrażeń logiki intensjonalnej i ich interpretacji). W rezultacie poszczególnym regułom syntaktycznym odpowiadają w jednoznaczny sposób operatory ‘algebry znaczeń’.

Próbę precyzyjnego, formalnego opisu własności zasady kompozycyjności podjął Montague [Montag70b] na gruncie *algebry uniwersalnej* (ang. *Universal Algebra*). Formalny model opisujący własności procesu „kompozycyjnego przypisywania znaczeń” [Janssen97:419], rozwijający idee Montague, został zaproponowany przez Janssena [Janssen97]. Zanim jednak przejdziemy do kluczowego elementu koncepcji Janssena, jakim jest pojęcie *kompozycyjnego przypisania znaczenia*, konieczne jest wprowadzenie pojęcia *algebry termów na* (pewnej algebrze).

Def. 2-1 Algebra termów na algebrze (ang. *term algebra over*) [Janssen97:450]

> Niech $B = \langle [B], F \rangle$ będzie algebrą. Zbiór *termów* na $B = \langle [B], F \rangle$, oznaczony $T_{B,F}$ jest zdefiniowany następująco:
>
> 1. Dla każdego elementu w B istnieje nowy symbol $b \in T_{B,F}$.
> 2. Dla każdego operatora w F istnieje nowy symbol f. Jeżeli f odpowiada n-argumentowemu operatorowi oraz $t_1, t_2, ..., t_n \in T_{B,F}$ to $f\langle t_1, t_2, ..., t_n \rangle \in T_{B,F}$.
>
> Termy na $B = \langle [B], F \rangle$ tworzą algebrę, gdzie jako operatory występują kombinacje termów odpowiadające operatorom z B. Algebra taka będzie nazywana algebrą termów (ang. *term algebra over*) na $\langle [B], F \rangle$ oraz będzie oznaczana $\boldsymbol{T}_{B,F}$ w skrócie $\boldsymbol{T}_B$.

Korzystając z pojęcia algebry termów, kompozycyjne przypisanie znaczeń (wyrażeniom pewnego języka naturalnego lub sztucznego) możemy określić następująco [Janssen97:450]:

> “A compositional meaning assignment for a language A in a model B is obtained by designing an algebra $\langle [G], F \rangle$ as syntax for A, an algebra $\langle [H], F \rangle$ for B, and by letting the meaning assignment be a homomorphism from the term algebra $\boldsymbol{T}_A$ to $\langle [H], F \rangle$.”

Janssen formułuje również dalej [Janssen97:452] formalną definicję (‘pełną’) *zasady kompozycyjności znaczenia* (ang. *the principle of compositionality of meaning*) rozszerzająca kompozycyjne przypisanie znaczeń na proces przypisywania reprezentacji znaczeń w postaci wyrażeń logicznych. Ponieważ definicja ta odwołuje się do kilku dalszych pojęć, jej prezentacja zostanie tu pominięta.

Etap pośredni procesu ustalenia prawdziwości zdania oznajmującego języka angielskiego, jakim jest translacja do formuł logiki intensjonalnej, nie jest niezbędny. Jak to podkreślał sam Montague [Montag70a] oraz kontynuatorzy jego prac (np. [Dowty79], [DoWaPe81]), można wyrażeniom języka naturalnego od razu przypisywać relacje w modelu. Zastosowanie logiki jako meta-języka ilustruje jednak sposób zastosowania teorii oraz ułatwia sformułowanie metody weryfikacji. Procedura weryfikacji zostaje oparta na formalnej interpretacji formuł logiki: jeżeli w przyjętym modelu formuła logiki intensjonalnej, powstała w wyniku translacji zdania języka naturalnego, jest prawdziwa tym samym zdanie to, na mocy warunku T, jest również prawdziwe.

Warunki prawdziwości w podejściu Montague sprowadzają się do określenia możliwych światów, w których zachodzi stan rzeczy opisany analizowanym zdaniem.

Semantyka warunków prawdziwości w stylu Montague opisuje znaczenie izolowanych zdań, jako stwierdzeń dotyczących stanu rzeczywistości. W oczywisty sposób nie bierze pod uwagę 'znaczenia domyślnego', intencji nadawcy, czyli tych wszystkich aspektów znaczenia, na których koncentrują swoją uwagę teorie z nurtu komunikacji-intencji. Jednak nawet pozostając przy znacznie prostszym zdaniu opisywania treści przekazywanych od nadawcy do odbiorcy poprzez sekwencję zdań w wypowiedzi, semantyka warunków prawdziwości wykazuje zadziwiające braki. Do zagadnienia tego wrócimy szczegółowo w rozdziale 5.1.1, tu warto przywołać tylko kilka podstawowych obserwacji.

Każde kolejne zdanie w wypowiedzi odbiorca interpretuje w innym, zmienionym kontekście interpretacji. Zakładając wyidealizowaną sytuację, w której do odbiorcy nie docierają żadne inne percepcje poza 'treścią' wypowiedzi ('czystym tekstem'), to kontekst interpretacji i tak będzie się

zmieniał. Zmianę tą powoduje sama interpretacja kolejnych zdań nieuchronnie zmieniając 'stan informacyjny' odbiorcy. Zależność zdania od kontekstu budowanego przez interpretację poprzedzających je zdań widać najlepiej na podstawie mechanizmu *anafory* czyli syntaktycznie uwarunkowanych semantycznych powiązań w strukturze tekstu. Anaforę można próbować interpretować poprzez mechanizm zmiennych logicznych i koniunkcji reprezentacji poszczególnych zdań ale tylko do pewnego stopnia (szczegółowa analiza w rozdziale 5.1.1).

Dążenie do objęcia opisem formalnym tej dynamiki w interpretacji zdań języka naturalnego doprowadziło do powstania nurtu *semantyki dynamicznej* zapoczątkowanego pracami Kampa [Kamp81] i Heim [Heim82]. Semantyka dynamiczna utożsamia znaczenie wyrażeń języka naturalnego ze zmianą wprowadzaną przez ich interpretację do kontekstu interpretacji. W początkowych pracach tego nurtu kontekst był identyfikowany z wyrażeniami metajęzyka, zmiana była reprezentowana jako relacja na wyrażeniach. W pracach późniejszych (np. [GroSto91]) i współczesnych reprezentacja kontekstu interpretacji została włączona bezpośrednio do języka logicznego, stosowanego jako metajęzyk definicji semantyki (nazywanego *językiem reprezentacji znaczenia*). Denotacją formuł takiego języka są relacje na stanach kontekstu interpretacji (reprezentowanego różnie poprzez zbiory wartościowań, zbiory możliwych światów, rozbudowane produkty kartezjańskie itd.). Formułom nadal są przypisywane wartości prawdy i fałszu, nadal można mówić o warunkach prawdziwości, jednak w semantyce dynamicznej warunki prawdziwości nie wyczerpują zakresu pojęcia znaczenia.

Dzięki wprowadzeniu idei reprezentacji stanu kontekstu interpretacji i relacji na stanach jako znaczeniu wyrażeń języka naturalnego, semantyka dynamiczna otworzyła drogę do co raz bardziej szczegółowego, formalnego opisu 'oddziaływania' wypowiedzi językowej na rzeczywistość nadawcy i odbiorcy wypowiedzi. Pojawiły się formalizacje pojęć referencji, presupozycji (omawiane częściowo w rozdziale 5), a nawet teorii aktów mowy. Dokonało się daleko idące zbliżenie pomiędzy nurtem semantyki formalnej i nurtem komunikacji-intencji.

3. Znaczenie frazy nominalnej – lingwistyczny punkt widzenia

Polskiej FN w tradycji lingwistyki informatycznej odpowiada w znacznym stopniu fraza rzeczownikowa (ang. *Noun Phrase*) oznaczana przez NP. Problematyce znaczenia fraz NP poświęcono już ogromną ilość prac. Można je podzielić dwojako:

- na prace o charakterze nieformalnym (lub częściowo sformalizowanym), osadzone mocno w nurcie tradycyjnej lingwistyki opisowej, oraz na prace konstruujące formalne teorie wyjaśniające niektóre aspekty znaczenia NP,
- lub też na prace dotyczące języka angielskiego, pretendujące w znacznej mierze do uniwersalnego charakteru, oraz na prace dotyczące konkretnych wybranych języków naturalnych, gdzie szczególną uwagę będziemy poświęcać pracom dotyczącym języka polskiego.

Powyższe dwie linie podziału są względem siebie ortogonalne, jednak strukturę niniejszej pracy upraszcza fakt, iż grupa prac formalnych koncentrujących się na semantyce języka polskiego jest bardzo nieliczna. A nawet, jeżeli za prace formalne uznać jedynie te, które precyzyjnie definiują procedurę translacji do reprezentacji semantycznej wyrażonej w pewnym formalnym języku, to można stwierdzić, że prac takich odnoszących się do języka polskiego jest niezwykle mało w literaturze. Dlatego też stan badań w dziedzinie semantyki NP przedstawiony zostanie w trzech etapach. Najpierw, po przypomnieniu kilku istotnych faktów natury historycznej, przedstawione zostaną prace nieformalne dotyczące znaczenia NP, włączając w to ciekawe spostrzeżenia ‘szkolnych’ gramatyk. Część poświęcona nieformalnym analizom znaczenia NP została w znacznej mierze oparta na syntetycznym, szczegółowym opracowaniu zawartym w obszernej monografii Hessa [Hess89:rodz. 3-6]. Następnie, zaprezentowany zostanie przegląd prac nieformalnych, koncentrujących się na języku polskim. Całość zamknie przegląd formalnych teorii znaczenia NP, ze względu na obszerność omawianych zagadnień, podzielony na dwa osobne rozdziały 4 i 5,.

Zestawienie prac, dotyczących głównie języka angielskiego wraz z pracami dotyczącymi języka polskiego, wynika z przyjętego założenia znacznego uniwersalizmu głębokich mechanizmów semantycznych języka naturalnego. Pomimo że znaczenie może być różnie wyrażane poprzez konstrukcje językowe w różnych językach naturalnych, to wydaje się, że w znacznym zakresie może być sprowadzone do tych samych, wyróżnionych aspektów.

3.1.Korzenie historyczne i podstawowe definicje

Badania nad znaczeniem języka naturalnego i logiką od samego początku były ze sobą mocno powiązane. Najpierw pierwsze postacie semantyki formalnej języka naturalnego, w formie nurtu *semantyki generatywnej*, wyłoniły się jako próba zastosowania aparatu logiki do systematycznego opisu znaczenia wyrażeń JN. Później niedostatki logiki predykatów, jako narzędzia opisu semantyki JN, zaowocowały rozwojem nowych narzędzi formalnych np. *kwantyfikator uogólniony* [Mostow57, DoeEij96], *logika dynamiczna predykatów* [GroSto91]. Na gruncie logiki zidentyfikowane zostały podstawowe aspekty znaczenia NP. Arystoteles, analizując rozróżnienie pomiędzy stwierdzeniami partykularnymi (zawierającymi imiona własne) a ogólnymi, [Devlin99] np.

2) *Sokrates jest człowiekiem.*
3) *Wszyscy ludzie są śmiertelni.*

zidentyfikował źródło ogólności we frazie rzeczownikowej odpowiednich zdań (terminologia współczesna) stojącej na pozycji podmiotu. Sformułował następnie cztery abstrakcyjne schematy stwierdzeń [Devlin99]:

4) Wszystkie S mają P.
5) Wszystkie S nie mają P. (Żadne S nie ma P).
6) Niektóre S mają P.
7) Niektóre S nie mają P.

Konstruując z nich 19 możliwych, poprawnych jego zdaniem, schematów rozumowania, tzw. *sylogizmów*. Tym samym, nie wprowadzając algebraicznej notacji oraz pojęcia zmiennej, Arystoteles wprowadził pojęcie kwantyfikacji i określił jej źródło we frazie rzeczownikowej.

Frege, formułując podstawy logiki predykatów, wprowadził notację algebraiczną oraz pojęcia *zmiennej*, *kwantyfikatorów ogólnego* i *szczegółowego* (nazywanych dalej *klasycznymi* w niniejszej pracy), *wiązania* zmiennej przez kwantyfikator, *zasięgu* kwantyfikatora. Na bazie zdefiniowanych pojęć zaproponował dla zdań twierdzących wprowadzenie *formy logicznej* jako reprezentacji wyrażanego przez nie sądu np. dla zdania 2) forma logiczna przybiera postać:

$\forall x.[\textbf{człowiek}(x) \rightarrow \textbf{śmiertelny}(x)\ ]$,

gdzie **człowiek** i **śmiertelny** to predykaty wyrażające odpowiednie własności.

Oczywiście, celem Fregego było przejście w badaniach nad ludzkim rozumowaniem od nieprecyzyjnego języka naturalnego do ścisłego języka formalnego. Frege zauważył jednak, że forma logiczna oparta na kwantyfikatorach nie jest adekwatna dla wszystkich typów NP. Podzielił je na dwie grupy: NP nie *odnoszących się* do obiektów rzeczywistości, reprezentowanych w formie logicznej przez niekompletne logiczne asercje, oraz NP *odnoszących się* do konkretnych obiektów świata rzeczywistego np. prototypowym przypadkiem są tu *nazwy własne*. Znaczenie tych ostatnich utożsamiał z funkcją identyfikatora / stałej. Jednak zauważył, że taka interpretacja nie wyczerpuje ich znaczenia, posłużył się tu słynnym przykładem:

8) Gwiazda poranna jest gwiazdą wieczorną.

gdzie nietypowe nazwy własne wyraźnie odwołują się do własności nazywanego obiektu i w efekcie interpretacja znaczenia tego zdania nie sprowadza się do trywialnego przyrównania stałej do samej siebie.

Uwzględniając powyższą obserwację, Frege wprowadził fundamentalne rozróżnienie dwóch składników znaczenia każdej NP: *Sinn* (niemieckie, *sens*) i *Bedeutung* (*referent*). Wychodząc od nazw własnych schemat ten rozciągnął na wszystkie możliwe NP, w tym na NP wyrażające abstrakcje matematyczne, co zaowocowało koniecznością postulowania istnienia abstrakcyjnych pojęć jako referentów NP. Frege dostrzegł problem odniesienia NP do nieistniejących obiektów, ale nie przywiązywał do niego szczególnej wagi, traktując go jako przejaw jeszcze jednej ułomności języka naturalnego. Uważał, że istnienie *określonej* NP (odnoszącej się do konkretnych obiektów) wymusza istnienie obiektu będącego referentem. Problem referentów, nie mogących istnieć w rzeczywistości (np. *trójkąt o sumie kątów 240 stopni*), został 'załatany' poprzez przypisanie im odniesienia do *klasy pustej*. Dodatkowo nawet w przypadku braku referenta NP ciągle posiadają w koncepcji Fregego sens.

Prace Fregego, zapisane w mało czytelnej notacji, stały się szeroko znane dzięki Russellowi. Jednak jego własna koncepcja semantyki NP, opublikowana w dojrzałej postaci w słynnej „*Theory of Descriptions*" [Russell05] odbiegała w znaczny sposób od propozycji Fregego. Russell początkowo utożsamił znaczenie NP z referentem, twierdząc, że wyrażenie, które nie ma referenta jest całkowicie pozbawione znaczenia. Zanegował potrzebę wprowadzania pojęcia sensu. Później złagodził swoje stanowisko, opisując znaczenie określonej NP za pomocą sądu logicznego wyrażającego warunek istnienia jednego, unikalnego obiektu spełniającego własności opisane przez NP np. znaczenie zdania

9) The king of France is bald.

wyraża następujący sąd:

$\exists x.[\ \textbf{king_of_france}(x) \wedge \forall y.[\ \textbf{king_of_france}(y) \rightarrow x{=}y\ ] \wedge \textbf{bald}(x)\ ]$

W koncepcji Russella zadaniem określonej NP jest dostarczenie specyfikacji jednoznacznie identyfikującej referenta. Wydzielił też osobną klasę *logicznych nazw własnych*, gdzie samo istnienie nazwy własnej należącej do tej klasy gwarantuje istnienie referenta. Klasa ta jednak, po kolejnych poprawkach, okazała się być prawie pusta – ostatecznie pozostały w niej jedynie jawnie wskazujące wyrażenia: *that* i *this*. Znaczenie nieokreślonych NP jest interpretowane podobnie do określonych z tym tylko, że brak tu wymogu unikalności.

W koncepcji Russella NP taka jak „*the king of France*" jest po prostu fałszywa – król Francji nie istnieje. Nie jest to jednak zgodne z odczuciami użytkownika języka. Według Strawsona zdanie 9) nie wyraża fałszywego sądu a jedynie nie zostało użyte sensownie. Przy braku referenta nie ma możliwości oceny wartości logicznej sądu wyrażanego przez zdanie. Strawson wprowadził pojęcie *presupozycji* – warunków sensownego użycia wyrażenia językowego. Zwrócił też uwagę

na fakt, iż o referencie NP można mówić dopiero w momencie użycia NP. Pozostał jednak przy wymogu absolutnej unikalności dla referentów określonych NP – nawet w przypadku zdań typu:
10) The dog crossed the street.

Wymóg unikalności dla obydwu określonych NP jest warunkiem zbyt mocnym. Strawson trafnie wiążąc referencję z użyciem wyrażenia, nie wprowadził jednak idei *kontekstu* do interpretacji znaczenia.

W ten sposób, jeszcze w fazie początkowego rozwoju semantyki formalnej języka naturalnego, kwantyfikacja i referencja ujawniły się jako dwa bardzo istotne i, w pewnym stopniu, 'konkurujące' ze sobą aspekty znaczenia NP (poza oczywiście aspektem deskryptywnym, który z natury rzeczy musi pojawić się w każdej koncepcji w ten czy inny sposób). Dalszy rozwój pojęcia presupozycji doprowadził do lepszego opisu relacji pomiędzy znaczeniem NP a kontekstem jej użycia. Analiza wzajemnych relacji pomiędzy kwantyfikacją i referencją stała się tematem licznych prac badawczych – często przejawiających tendencję do 'faworyzowanie' jednej z nich. Ich wyczerpujący przegląd, ograniczony głównie do prac o charakterze ogólnym, bądź też poświęconych językowi angielskiemu, zawarty jest w obszernej monografii Hessa [Hess89]. Do wspomnianej monografii odwołuje się też bardzo często następny podrozdział.

Zanim jednak przystąpimy do krótkiego przeglądu koncepcji znaczenia NP, warto uściślić rozumienie kluczowych pojęć używanych już powyżej.

3.1.1. Pojęcie referencji

Pozostając na razie na gruncie lingwistyki niesformalizowanej, dla *referencji* (chyba najlepiej określonej z całej trójki) można znaleźć następujące definicje:

- klasyczna, w wersji podanej przez Partee [Partee69] (za pracą Szwedka [Szwede76]):
  „a relation between a name and the thing named"
- z monografii Padučevej [Paduče92]:
  „mechanizmy referencji – odniesienia wyrażeń językowych do rzeczywistości, ..., pozwalają wiązać komunikaty językowe i ich składniki z pozajęzykowymi obiektami, sytuacjami, zdarzeniami, faktami, stanami rzeczy w świecie realnym" (pokreślenie własne)
  „referencja dotyczy nie wyrazów i wyrażeń języka, lecz tylko ich użyć w tekście" (pokreślenie własne)
- z nowego, syntetycznego ujęcia składni języka polskiego [SalŚwi98:27]:
  „Referencją danego wyrażenia (przy danej interpretacji) nazywamy ten obiekt rzeczywistości (przedmiot materialny, zbiór przedmiotów materialnych, relację między takimi przedmiotami itd.), do którego się ono w danym wypadku odnosi. Interpretacja jest na ogół określona jednoznacznie przez użycie wyrażenia."
- oraz definicję o zabarwieniu kognitywnym, sformułowana przez Krzeszowskiego [Krzesz73] (za [Szwede76]):
  „an association between NPs of a natural language and mental entities present in the language-user's mind"

Pierwsza z wymienionych definicji jest zbyt enigmatyczna i niepotrzebnie odwołuje się do kwestii nazywania a tym samym nazw własnych. Znacznie lepszym punktem wyjściowym do dalszych rozważań będą dwie kolejne definicje. Podkreślają, że referencja to relacja pomiędzy wyrażeniem językowym a bytem pozajęzykowym oraz, że jest ona realizowana w trakcie użycia - o referencie możemy mówić tylko i wyłącznie podczas użycia wyrażenia w określonym kontekście.

Ostatnia z wymienionych definicji, niewątpliwie o charakterze mentalistycznym, lokuje pozajęzykowe byty, *referenty*, w umysłach uczestników komunikacji językowej. Z punktu widzenia lingwistyki i filozofii jest to nie zawsze pożądane opowiedzenie się po stronie pewnego szczegółowego paradygmatu. Jednak z punktu widzenia przetwarzania języka naturalnego, założenie istnienia 'obrazu rzeczywistości' w ramach inteligentnego programu jest, jak najbardziej naturalne. Definicja referencji sformułowana przez Hessa podąża w podobnym kognitywnym kierunku.

Z jej prezentacją i analizą, ze względu na jej specyficzny charakter wynikający z leżących u jej podstaw założeń, wstrzymamy się jednak do końca następnego podrozdziału.

Nie w każdym przypadku użycia wyrażenia językowego występuje relacja referencji jako jeden z aspektów jego znaczenia. Do szczegółowej analizy tego zagadnienia powrócimy w rozdziałach 3.2 i 3.3. Klasycznym, 'szkolnym' przykładem takich wyrażeń, jak się okaże w wielu momentach nieadekwatnym (rozdział 3.3), są tu użycia nieokreślonych NP. W większości przypadków takie frazy NP *reprezentują* dowolny byt (byty) o określonych własnościach. Natomiast o frazach NP użytych referencyjnie mówimy, że *odnoszą się* do pewnego, mniej lub bardziej jednoznacznie określonego referenta w kontekście interpretacji.

Często pojęcie *denotacji* jest używane w lingwistyce sensie przypisanym powyżej referencji [Paduče92:17-19]. W niniejszej pracy przez denotację będziemy rozumieli relację pomiędzy wyrażeniem językowym a jego *ekstensją* (w sensie Montague [Montag70a], czyli zbiorem wszystkich potencjalnych referentów (spełniających własności określone poprzez aspekt deskryptywny znaczenia danego wyrażenia).

3.1.2. Pojęcie kwantyfikacji

Trudno znaleźć jawnie sformułowane, jednoznaczne definicje tego pojęcia w pracach lingwistycznych. Spowodowane jest to zapewne starym, sięgającym Arystotelesa rodowodem tego pojęcia. Prace z pogranicza logiki i lingwistyki w większości przypadków powołują się od samego początku na definicje matematyczne pojęcia kwantyfikacji (kwantyfikatory klasyczne, znane z logiki lub też pojęcie kwantyfikatora uogólnionego [Mostow57]).

Szukając definicji lingwistycznych można się czasami natknąć na dość zaskakujące stwierdzenia. W przeglądowej pracy Grzegorczykowej [Grzegor95] kwantyfikacji poświęcony jest bezpośrednio rozdział III części drugiej (str. 120-134), pojęcie kwantyfikacji pojawia się tam wielokrotnie, brak jednak jawnej definicji. Natomiast na samym wstępie czytamy:

> „Informacja o odniesieniu użytego w zdaniu predykatu do obiektów świata zewnętrznego nosi nazwę referencji lub, za tradycją logiczną kwantyfikacji."

Niewątpliwie, zjawiska kwantyfikacji i referencji są tam ze sobą utożsamione (również w podręczniku [BedGro97]). Zarówno w pracy Hessa [Hess89] jak też i w modyfikacjach jego modelu znaczenia NP [Piasec99, Piasec00a] argumentuje się, że kwantyfikacja i referencją to dwa niezależne aspekty znaczenia NP. U podłoża stwierdzenia Grzegorczykowej może leżeć zarówno tendencja do postrzegania znaczenia NP w perspektywie referencji, jak i też do przypisywania do każdej NP jej referentów, gdzie NP mnogie lub zawierające słowa kwantyfikujące (np. *każdy*) "odnoszą się" do grupy obiektów. Grzegorczykowa postrzega, na gruncie nieformalnym ('pozalogicznym'), kwantyfikację wyrażaną przez liczebniki i inne wyrażenia kwantyfikujące jako informację o liczebności grup, do których "odnoszą się" dane NP. Pomijając dyskusyjną kwestię czy zawsze NP są referencyjne, ta ostatnia obserwacja pokazuje rozbieżność pomiędzy logiką (gdzie kwantyfikator określa wartościowania) a intuicją użytkownika języka. W świetle wielu nierozwiązanych problemów, pozostających w ramach istniejących formalnych koncepcji kwantyfikacji, jest to obserwacja szczególnie interesująca.

Z analizy charakterystyki różnych typów kwantyfikacji wyróżnionych i omówionych w pracy [Grzegor95] wyłania się obraz kwantyfikacji jako: mechanizmu wyodrębniającego pewną grupę bytów, których dotyczą własności opisane przez resztę zdania. Grupa ta zostaje wyodrębniona z całej klasy bytów o własnościach opisanych w aspekcie deskryptywnym danej NP.

Larson i Segal w swoim podręczniku semantyki języka naturalnego pojęcie kwantyfikacji wprowadzają nieformalnie w sposób następujący [LarSeg95:227] (wyróżnienia z oryginału):

> „Every man admires some woman.
> Such sentences are often called **quantified** or **quantificational**, since they purport to describe how many things of a certain sort are such and such: how many man are also admires, ..., and so on. Formatives like *every*, *no*, *some*, *two*, etc., are called **quantifiers**, and the noun phrase that contain them, such as *every man* and *no woman*, are called **quantified noun phrase**."

Dalej autorzy [LarSeg95] opierają się już na matematycznej, formalnej definicji tego pojęcia, utożsamiając kwantyfikację w języku naturalnym z kwantyfikacją matematyczną.

Również w pracy Lyonsa [Lyons83:79-80] kwantyfikacja jest definiowana poprzez wyliczenie leksemów, których znaczenie zawiera aspekt kwantyfikacji:

> „[...] ostatnio termin ten [M.P. kwantyfikator] zaczął być używany przez lingwistów na oznaczenie takich wyrazów, jak *wszystkie*, *niektóre*, *każdy*, lub *jakikolwiek* (oraz *wiele*, *mało* i *kilka*)."

Lyons stawia w opozycji „kwantyfikator" do „determinatora" („człon wyrażenie odnoszącego, który sprawia, ze odniesienie tego wyrażenia jest określone"), niejawnie wiążąc z tymi ostatnimi aspekt referencji („określania tożsamości odnośnika") [Lyons83:79-80]:

> „[...] determinatory są to określniki łączone z rzeczownikami w wyrażenia, których odniesienie ma pewne cechy dotyczące tożsamości odnośnika. Natomiast kwantyfikatory tworzą z rzeczownikami wyrażenia o odniesieniu, którego właściwości dotyczą wielkości zbioru lub ilości substancji."

Bednarek wychodząc od określeń Lyonsa wprowadza pojęcie *procesu kwantyfikacji*, którym określa [Bednar94]:

> „te zabiegi językowe dokonywane przez mówiącego, które mają na celu określenie ilości obiektów lub substancji stanowiących referencję członu konstytutywnego grupy imiennej".

Kwantyfikacja w języku naturalnym, w przeciwieństwie do kwantyfikacji matematycznej, nie zawsze dotyczy pojedynczych obiektów. Kwantyfikator nie zawsze wyodrębnia pojedyncze obiekty ze wprowadzonej klasy obiektów. Czasami wyodrębnia podzbiory obiektów, np. zdanie:

11) Trzej aktorzy (A, B i C) zagrali razem łącznie w czterech filmach.

może opisywać wiele sytuacji, w których różni aktorzy spotykali się ze sobą, w różnych podgrupach, na planie na różnych filmów.

W literaturze (rozdział 3.3.7) wyróżniania się, z drobnymi różnicami, trzy podstawowe "typy kwantyfikacji" [Grzegor95] (również [BedGro97]):

- *dystrybutywna* – po pojedynczych obiektach np.

12) Każdy wyborca z osobna oddał dokładnie jeden głos.

- *kolektywna* – wyodrębniająca grupę obiektów o określonych właściwościach liczebnościowych np.

13) Stu mieszkańców miasteczka zgromadziło się na placu.

- *kumulatywna* – będąca formą pośrednią pomiędzy dwoma pozostałymi, wyodrębniająca zarówno pojedyncze obiekty jak i grupy obiektów; struktura podziału nie jest istotna w rozumieniu wyrażenia językowego zawierającego *kwantyfikację kumulatywną* – istotna jest łączna ilość obiektów posiadających indywidualnie lub grupowo własności opisane przez resztę zdania; powracając do przykładu 11) istotna jest łączna liczba aktorów i filmów.

Ponieważ pojęcie będzie intensywnie używane w dalszej części pracy w kilku różnych znaczeniach, zamiast o "typie kwantyfikacji" będziemy mówić o *odmianie kwantyfikacji* (nazwa przyjęta jako tłumaczenie ang. pojęcia *variety* wprowadzonego w pracy [Does94]).

W pracy [Grzeg95] rozróżnia się jedynie pomiędzy kwantyfikacją kolektywną i dystrybutywną. Najważniejsze jednak, że rozróżnienie to istnieje pomimo braku formalnego podejścia do analizy znaczenia.

Preferencje co do odmiany kwantyfikacji wykazują zarówno określniki frazy rzeczownikowej jak i też same czasowniki (np. nie można *gromadzić się pojedynczo* lub *z osobna*).

Dodatkowo pewne modyfikatory występujące obok[5] frazy rzeczownikowej (np. *z osobna, po (dwie)*) lub modyfikatory sposobu frazy czasownikowej (np. *razem*) modyfikują odmianę kwantyfikacji, a właściwie typ *relacji liczebnościowych* obecnych w znaczeniu zdania (pomiędzy grupami obiektów reprezentowanymi przez poszczególne FN).

Modyfikatory typów relacji liczebnościowych zostały sformalizowane w pracy [Does94] (rozdział 4.4.2) w postaci atrybutu (gramatyki) *odmiany* (tłumaczenia własne, ang. *variety*) i formal-

[5] Do kwestii czy są one określnikami FN czy też frazy finitywnej powrócimy w rozdziale 7.8.

nego rachunku jego czterech możliwych wartości w postaci tzw. *znaczników odmiany*: *n* neutralnej (ang. *neutral*), *d* dystrybucyjnej (ang. *distributive*) i *c* kolektywnej (ang. *collective*) oraz czwartego, znacznika *m* (sygnalizującego wartość nieokreśloną). Odmiany są przypisane jednocześnie, niezależnie do fraz rzeczownikowych oraz poszczególnych argumentów czasowników. W ramach zdania odmiany muszą się ze sobą uzgadniać według reguł zdefiniowanych we wspomnianym formalnym rachunku znaczników odmiany.

3.1.3. Pojęcia presupozycji

Przyjmując jako punkt wyjścia definicję Strawsona [Straws71], presupozycję można scharakteryzować jako warunki sensowności wypowiedzi, które muszą być spełnione aby można było wypowiedź uznać jako prawdziwą lub fałszywą. Dodatkowo, zakładając, że wypowiedź została użyta sensownie, presupozycja stanowi logiczną konkluzję sądu wyrażanego zarówno przez wypowiedź w postaci zanegowanej, jak i nie zanegowanej. Do dokładniejszej analizy pojęcia presupozycji wrócimy w rozdziale 5.3.

Podręcznikowa, 'techniczna' metoda identyfikacji presupozycji zdania [BedGro97] sprowadza się do określania „sądu" (w sensie logicznym), który „może być zawarty" w pewnym zdaniu i „który zachowuje swoją wartość logiczną po dokonaniu negacji tego zdania".

W niniejszej pracy zakres analizy presupozycji zostanie ograniczony jedynie do *presupozycji egzystencjalnej* tzn. wyrażającej warunek istnienia pewnych obiektów w rzeczywistości (lub znajomości faktu istnienia wspomnianych obiektów przez odbiorcę).

3.2.Tradycyjne klasyfikacje użyć NP i ich krytyka

W języku angielskim, a przy nim pozostaniemy w bieżącym podrozdziale, NP dzieli się, podobnie w różnych koncepcjach składni, na *frazę determinatorową* (dalej DP) oraz 'jądro' zbudowane z rzeczownika głównego (ang. *head*) i jego modyfikatorów: frazy przymiotnikowe, zdań podrzędnych względnych (ang. *relative clauses*), fraz imiesłowowych, innych fraz NP itd. – konkretna lista modyfikatorów zależy od przyjętej koncepcji składni. Fraza determinatorowa składa się z pewnej liczby determinatorów (rodzajniki, zaimki wskazujące, wyrazy kwantyfikujące, liczebniki), w szczególnych przypadkach jest pusta. W pracach semantycznych, wszystkim NP, praktycznie bez wyjątku (wątpliwości można mieć jedynie w stosunku do nazw własnych), we wszystkich możliwych użyciach, przypisuje się jako składową znaczenia aspekt deskryptywny wnoszący informacje o własnościach obiektów stanowiących denotację NP. Mimo braku natomiast zgodności co pozostałych aspektów znaczenia NP jedno jest pewne, iż to co przede wszystkim różnicuje poszczególne typy użyć NP pod względem pozostałych aspektów znaczenia jest obecność lub brak obecności poszczególnych determinatorów, a w szczególności rodzajników.

Dlatego też w tradycyjnej (nie posługującej się metodami formalnymi) lingwistyce, frazy NP pod względem znaczenia (postrzeganego w kontekście funkcji spełnianej w wypowiedzi, tzw. użycia - ang. *use*) dzielone są na cztery podstawowe kategorie reprezentowane poprzez charakter występującego rodzajnika [Hess89:42]:

- rodzajniki *konkretne* (ang. *specific articles*) – tłumaczenie nastręcza tu dużo problemów, w dosłownym tłumaczeniu *określone*, ale termin ten będzie używany do tradycyjnego rozróżnienia pomiędzy rodzajnikami *określonymi* (*the*) i *nieokreślonymi* (*a, an*); na domiar złego Hess w niejawny sposób wprowadza aspekt *określoności* (jedyny któremu brak precyzyjnej definicji) do opisu znaczenia NP,
- rodzajniki *abstrakcyjne*[6] (ang. *non-specific articles*)
- rodzajniki *generyczne* (ang. *generic articles*)
- rodzajniki *atrybutywne* (ang. *attributive articles*) – inna nazwa wprowadzona przez Hawkinsa [Hawkins78] (za [Bień90:3]) to *membership articles*.

Powyższy podział dotyczy przede wszystkim rodzajników nieokreślonych i tradycyjnie jest ilustrowany przykładami użycia fraz NP zawierających właśnie rodzajniki nieokreślone. Hess

[6] Nazwa pochodzi od definicji ich znaczenia – termin „niekonkretne", komplementarny do „konkretne" nie brzmiałby najlepiej.

wskazuje jednak, na podstawie analizy literatury, na interesujące możliwości uogólnienia wniosków płynących z powyższej klasyfikacji na typy użycia NP.

3.2.1. Tradycyjne kategorie użyć rodzajników nieokreślonych

3.2.1.1. Rodzajniki nieokreślone konkretne w liczbie pojedynczej

Typowymi przykładami są [Hess89:42]:

*14) **A man** intruded into the garden last night.*
*15) **A whale** struck the ship.*
*16) **A cat** ate **a mouse***

Rodzajniki należące do tej kategorii można odróżnić od innych za pomocą *testu podstawieniowego* – podstawiając w miejsce frazy o schemacie: „*a* <noun>", frazę: „*a certain* <noun>". Otrzymujemy w ten sposób parafrazę wypowiedzi o znaczeniu zbliżonym ale z wyraźnie podkreślonym aspektem *konkretności.*

W wyniku testu otrzymujemy dla zdania 14):

*17) **A certain man** intruded into the garden last night.*

Zastosowanie tego testu dla użycia atrybutywnego nie daje już pozytywnych rezultatów:

*18) John is **a scientist**.*
*19) *John is **a certain scientist**.*

Zdanie 19) nie jest akceptowane przez *użytkowników natywnych* (ang. *native speakers*) języka angielskiego. Przypomnijmy, że fakt nieakceptowalności zdania / wypowiedzi będzie zgodnie z tradycją lingwistyczną oznaczany poprzez '*', natomiast znak '?' będzie stosowanych w odniesieniu do zdań / wypowiedzi których akceptowalność jest problematyczna[7].

Również zastosowanie tego testu podstawieniowego do NP użytych generycznie przynosi istotną zmianę znaczenia np. [Hess89:43]:

*20) **A whale** is a mammal.*
*21) **A certain whale** is a mammal.*

Zdanie 20) mówi, że wieloryby są ssakami natomiast 21) jest interpretowane jako stwierdzenie dotyczące pewnego gatunku wieloryba.

Kategoria rodzajników nieokreślonych konkretnych jest najmniej problematyczna do interpretacji w duchu Russella, zbliżonej do kwantyfikatora egzystencjalnego. NP(*a man*) w zdaniu 14), pomijając słuszne zastrzeżenia podnoszone przez Hessa, że należy w interpretacji zdania uwzględnić całe zdarzenie, czas jego zajścia, wyraża istnienie człowieka, który brał udział w zdarzeniu opisanym dalej.

Wątpliwość nasuwa jednak użycie *certain* w teście podstawieniowym. Ideą takiego testu jest jedynie uwypuklenie pewnego aspektu znaczenia modyfikowanej konstrukcji bez wprowadzania istotnej jej zmiany. Jeżeli wyraz *certain* jest tu używany w sensie polskiego *pewien*, to natychmiast powstaje sugestia, że nadawca zna obiekt [Grzeg95:122], o którym się wypowiada, tylko nie chce ujawnić o nim więcej szczegółów, ani też nie oczekuje od odbiorcy możliwości identyfikacji obiektu do którego odnosi się rozpatrywana NP. Użycie to jest przez Grzegorczykową określane mianem *krypto-nieokreślonego* [Grzegor95:122]. Wydaje się, że *konkretność* rodzajnika wyraża również łagodniejszy założenie istnienia dowolnego obiektu o cechach opisanych przez NP, w przeciwieństwie do użycia generycznego, gdzie mówimy o cechach bytów danej klasy. Ponadto, użycie czasu przeszłego we wszystkich przypadkach również wzmacnia tendencję do interpretacji krypto-nieokreślonej.

Wydaje się, że do kategorii rodzajników nieokreślonych konkretnych można zaliczyć również użycia np. nie sugerujące znajomości obiektu przez obie strony dyskursu np. w zdaniu:

22) A detective is crossing the street.

Szczególnie, gdy to zdanie potraktujemy jako część większego opowiadania.

3.2.1.2. Rodzajniki nieokreślone abstrakcyjne w liczbie pojedynczej

Kategoria zdefiniowania w sposób niejasny – niewątpliwie jedną z przyczyn jest jej konstrukcja na zasadzie dopełnienia, opozycji do kategorii rodzajników konkretnych.

[7] Notacja stosowana w pracy została przedstawiona w rozdziale 1.2.

Z definicji do tej kategorii można zaliczyć jedynie użycia NP w kontekstach określanych przez Hessa [Hess89:44] mianem *nieasertotycznych* (ang. *non-assertive contexts*). Konteksty *nieasertotyczne* to: *konteksty nieprzeźroczyste* (ang. *opaque*): pytania, negacja, konstrukcje warunkowe i inne podobne. Ich cechą charakterystyczną jest to, że nie stwierdzają zaistnienia pewnego stanu rzeczy w rzeczywistości, a jedynie wyrażają potencjalności zaistnienia opisywanego stanu rzeczy, alternatywności tego stanu rzeczy w stosunku do rzeczywistości, w której jest interpretowana reszta wypowiedzi np. stan rzeczy w obrębie negacji jest z definicji niemożliwy do zaistnienia. Konteksty nieprzeźroczyste (u Montague noszą nazwę *intensjonalnych* [Montag70a]) są budowane przez tzw. czasowniki wyższego rzędu (ang. *higher order verbs*), które biorą jako argument zdanie np. *believe, know, want, seek*, itd.

Prototypowymi kontekstami użycia rodzajników abstrakcyjnych są konteksty nieprzeźroczyste. Typowe przykłady użyć to [Hess89:42,45]:

23) I'm going to buy a loaf of bread.

24) Jill wants to marry a millionaire.

W tych typach użyć rodzajnik *a* jest niejednoznaczny pomiędzy użyciem konkretnym a abstrakcyjnym. Niejednoznaczność ta może być rozstrzygnięta jeżeli zapewniony zostanie odpowiednio bogaty kontekst – np. kontynuacja zdania 24) w pewnej wypowiedzi poprzez jedno z dwojga zdań:

25) but I don't think she will ever persuade ***one****.*

26) but I don't think she will ever persuade ***him****.*

w drugim przypadku, kontynuacja 26) rozstrzyga niejednoznaczność z 24) na korzyść użycia konkretnego. Natomiast kontynuacja 25) wymusza odczytanie *a millionaire* jako użycia abstrakcyjnego.

Również zastąpienie rodzajnika *a* przez determinator *any* powoduje, że tylko abstrakcyjna interpretacja jest możliwa [Hess89:45]:

27) Jill wants to marry ***any millionaire****.*

Jill nie zna milionera, którego chce poślubić i każda osoba spełniająca odpowiednie kryteria będzie mile widziana.

Z kolei modyfikacja poprzez przymiotnik *certain* wprowadza silną preferencję dla interpretacji konkretnej:

28) Jill wants to marry ***a certain millionaire****.*

Jill zna milionera, którego chce poślubić [Hess89:45].

Z analizy powyższych przykładów Hess wyciąga wniosek, że rozróżnienie: konkretne / abstrakcyjne użycie, sprowadza się do znajomości istniejącego niezależnie obiektu przez nadawcę w pierwszym przypadku i posiadaniu przez nadawcę wyobrażenia o obiekcie, o którym ma on nadzieję, że istnieje w przypadku drugim. Interpretacja konkretnego użycia wydaje się tu łączyć niepotrzebnie dwie osobne kwestie: istnienia obiektu niezależnego (w otaczającej rzeczywistości) od nadawcy ze zdolnością do identyfikacji określonego obiektu odniesienia. Hess koryguje tą redundancję w swoim własnym modelu znaczenia NP, który zostanie przedstawiony w następnym podrozdziale.

Klasycznym formalnym narzędziem służącym do rozróżnienia pomiędzy tymi dwoma użyciami, w formalnej reprezentacji znaczenia, jest zasięg zastosowanego kwantyfikatora egzystencjalnego, obejmującego w przypadku konkretnego użycia całe zdanie (ściślej formułę będącą interpretacją zdania), natomiast w przypadku drugim jedynie tą część, która stanowi argument czasownika. Rozwiązanie to sprawdza się również w bardziej skomplikowanych przypadkach np.:

29) Bill hopes to visit ***a museum*** *every day.*

gdzie trzy możliwe interpretacje (wg Hessa) powstają w wyniku podwójnej interakcji rodzajnika *a*: z czasownikiem i kwantyfikacją po czasie.

Obawy Hessa o brak możliwości wyrażenia zdań tego typu w języku logiki predykatów pierwszego rzędu są słuszne, nie jest to możliwe (inaczej czasownik musiałby być relacją pomiędzy indywiduum a wartością logiczną), ale trochę spóźnione. To właśnie ten problem (pod nazwę

odczytania *de re* i *de dicto*) stał się inspiracją dla Montague do zastosowania *logiki intensjonalnej* [DoWaPe81] i konstrukcji PTQ (wycinka gramatyki języka angielskiego).

Natomiast, za pomocą mechanizmu zasięgu kwantyfikatora egzystencjalnego nie jest możliwe już uzyskanie interpretacji postulowanej przez Hessa w zdaniach:

30) Alberta believe that a dragon ate her petunias.

31) Everyone believes that a witch blighted their mares.

rozróżnienia pomiędzy wyobrażeniem przez *agenta* (sprawcy czynności) jednego określonego obiektu (który potrafi on zidentyfikować) a dowolnego obiektu o określonym zespole cech. Nawet jeżeli Alberta, w zdaniu 26, jest przekonana, że wie który smok zjadł jej kwiaty nie możemy z tego faktu wysnuwać konkluzji istnienia tego smoka w rzeczywistości otaczającej Albertę.

W pozostałych kontekstach *nieasertotycznych*, czyli kontekstach przeźroczystych (ang. *transparent*) wszystkie użycia rodzajników nieokreślonych są jednoznacznie odczytywane jako *abstrakcyjne*. W większości przypadków ich użycie może być interpretowane przy pomocy kwantyfikatora egzystencjalnego. Istnieje jednak klasa zdań, w których użycie rodzajnika nieokreślonego zaprzeczyło możliwości stosowania kwantyfikatora egzystencjalnego jako interpretacji rodzajnika nieokreślonego – są to tzw. *ośle zdania* (ang. *donkey sentences*) zidentyfikowane przez Geach'a [Geach62] (za [Heim82, Fracas94]). Swoją 'niecodzienną' nazwę (mimo to funkcjonującą powszechnie w literaturze przedmiotu) wywodzą od zwierzęcia, które stało się głównym bohaterem, dość niefortunnym[8], przykładów sformułowanych przez Geach'a. Za Heim ośle zdania możemy zdefiniować następująco [Heim82]:

> "sentences that contain an indefinite noun phrase which is inside an if-clause or relative clause, and a pronoun which is outside that if-clause or relative clause but is related anaphorically to the indefinite noun phrase"

Typowymi przykładami oślich zdań są:

32) If a farmer owns a donkey he beats it.

33) Every farmer who owns a donkey beats it.

W obydwu przypadkach NP *a donkey* znaczy: jakiegokolwiek osła. Jakiegokolwiek osła by farmer nie posiadał, to go bije. Oznaczałoby to, że w niektórych typach użyć, do reprezentacji znaczenia rodzajnika nieokreślonego należałoby użyć kwantyfikatora uniwersalnego. Ośle zdania stały się punktem wyjścia do konstrukcji zupełnie nowej koncepcji semantyki formalnej języka naturalnego – teorii Kampa [Kamp81] i Heim [Heim82] (zaproponowanych w tym samym czasie ale budowanych niezależnie) oraz całego nurtu *semantyki dynamicznej*. Prezentacji podstawowych zasad semantyki dynamicznej są poświęcone rozdziały 5.1-5.2.

3.2.1.3. Rodzajniki nieokreślone generyczne

Typowymi przykładami rodzajnika nieokreślonego generycznego są:

*20) **A whale** is a mammal.*

*34) **A wolf** takes a mate for a life.* [Kamp93:294]

Jako test identyfikujący to użycie, Hess proponuje zastąpienie badanego NP poprzez formę liczby pojedynczej z rodzajnikiem *the* i formę liczby mnogiej bez rodzajnika. Dla użycia generycznego podstawienie to nie powinno zmienić znaczenia („*without resulting change in meaning*" [Hess89:51]):

*35) **The whale** is a mammal.*

*36) **Whales** are mammals.*

Rzeczywiście, po zastosowaniu podstawienia otrzymujemy zdania zbliżone znaczeniowo do zdania 20), gdzie użycie rozpatrywanej NP jest podobne, jednak ewidentnie nie takie same. Dlatego też w teście Hessa należałoby złagodzić jego warunek do postaci: podstawienie nie powinno znacząco zmieniać znaczenia. Aby ściślej określić jak należy rozumieć termin „znacząco", rozpatrzmy definicje użyć generycznych różnych typów NP zamieszczone w 'szkolnej' gramatyce języka angielskiego Broughtona [Brough90:49]. Co prawda użycie to określane jest tam mianem *class meaning* (sic!) oraz niestety kategoria ta obejmuje również użycia wydzielone w rozpatry-

[8] W oryginalnej wersji przykładów jest ciągle bity, we współczesnych częściej lubiany i karmiony.

wanej tu klasyfikacji pod mianem „atrybutywnych", co nieco zaciemnia obraz. Jednak mimo to, jest oczywiste, że zdania 35) i 36) różnią się od siebie znaczeniowo:

a) rodzajnik *a/an* połączony z policzalnym rzeczownikiem informuje[9] „o nieokreślonym egzemplarzu klasy lub gatunku, reprezentującym jej (jego) własności",
b) rodzajniki *the* połączony z policzalnym rzeczownikiem w liczbie pojedynczej informuje o typowym egzemplarzu klasy lub gatunku występującym w imieniu całości" (ang. "*standing for the whole*", "a typical representative of a class" [Dougla97]),
c) zerowy rodzajnik (*zero article*) połączony z policzalnym rzeczownikiem informuje „o wszystkich egzemplarzach danej klasy" ("what is likely to be true of the average member of that class" [Dougla97]).

Oznacza to, że w każdym przypadku użycia generycznego, podstawowym aspektem znaczenia NP jest informacja o własnościach klasy bytów stanowiącej denotację danej NP. W żadnym z tych użyć wypowiedź nie dotyczy egzemplarza klasy. Natomiast można sądzić, że

- w przypadku a) – NP jako całość np. w zdaniu 20) – odnosi się do cech egzemplarza wynikających z definicji klasy – *pojęcia* posiadanego przez nadawcę lub odbiorcę (w zależności od tego czy rozpatrujemy generację wypowiedzi czy też jej percepcję),
- w b) – NP odnosi się do abstrakcyjnego, prototypowego, idealnego egzemplarza klasy – egzemplifikującego wszystkie definicyjne własności klasy,
- natomiast w c) – NP odnosi się do pewnej przeciętnej wyznaczonej przez ogół egzemplarzy klasy.

Podsumowując, wyrażenie „nie powinno znacząco" należy interpretować: wtedy, gdy po podstawieniu nadal podstawowym aspektem znaczenia rozpatrywanej NP jest informowanie o własnościach klasy.

Innym testem zaproponowanym przez Hessa jest na zastąpienie rodzajnika *a* poprzez determinator *any* [Hess89:51]:

37) ***A beaver*** *is an amphibious rodent.*
38) ? ***Any beaver*** *is an amphibious rodent.*

W przypadku użycia generycznego NP akceptowalność zdania po podstawieniu jest co najmniej dyskusyjna.

Zapewne przyczyną jest mechanizm kwantyfikacji uniwersalnej jaki wprowadza do NP determinator *any*, podczas gdy użyć generycznych z pewnością nie można utożsamiać z kwantyfikacją uniwersalną. Pokazuje to np. zdanie 34) wyrażające zasadę ogólną, definicyjną od której mogą być liczne wyjątki, jednakże nie podważające prawdziwości całego zdania! Co więcej, nie wydaje się, aby odbiorca takiej wypowiedzi sprawdzał jej prawdziwość w odniesieniu do wszystkich egzemplarzy klasy *wolf*. Również nie wydaje się, aby problem leżał w zastosowaniu inne typu kwantyfikatora np. **więcej_niż_połowa**.

Test podstawieniowy z *any* wykazuje jeszcze ciekawe własności zaniku tendencji do interpretacji generycznej dla NP modyfikowanych zdaniem względnym [Hess89:52].

3.2.1.4. Rodzajniki nieokreślone atrybutywne

Jako typowe przykłady użycia rodzajnika atrybutywnego można podać:

18) John is ***a scientist****.*
39) My friend is ***a good doctor****.*

Wydawałoby się, że czynnikiem decydującym o zakwalifikowaniu rodzajnika nieokreślonego jako atrybutywnego jest jego występowanie w NP pełniącej rolę dopełnienia czasownika *to be*. Jednak jest to obraz uproszczony przynajmniej z dwóch powodów [Hess89:53]:

a) nie wszystkie NP z *a* na tej pozycji są atrybutywne – wiele z nich jest użytych generycznie (co może być zidentyfikowane przy pomocy testu),
b) użycia atrybutywne pojawiają się też w dopełnieniach innych czasowników np.: *to appear*, *to feel*, *to become* itd.; przechodząc na moment do problematyki języka polskiego,

[9] Oryginalnie użyte *names* zostało tu przetłumaczone w sposób 'neutralny' wobec 'konkurujących' ze sobą pojęć referencji i kwantyfikacji

podobną listę możemy skonstruować i tu (użycie atrybutywne jest rzadko literaturze polskiej zauważane): *być* (*ekspertem*), *stać się* (*ekspertem*), *czuć się* (*ekspertem*) itd.

Ponieważ NP zajmują w przypadku wymienionych powyżej czasowników miejsce frazy przymiotnikowej Hess konkluduje, iż rola fraz NP na tej pozycji jest podobna: „przypisują określoną własność" (ang. *attributes a certain quality*) [Hess89:53] obiektowi, którego reprezentuje (lub odnosi się do niego) NP na pozycji podmiotu. Jest to wyraźnie widoczne w teście podstawieniowym polegającym na modyfikacji NP przy pomocy przysłówka *quite*:

*40) John is **a scientist**.*

*John is **quite a scientist**.*

Test ten daje akceptowalne zdania tylko dla przymiotników i NP użytych atrybutywnie.

Hess uznaje, w swojej wstępnej ocenie tradycyjnych klasyfikacji użyć rodzajników, atrybutywne użycie za jedyne, w którym nie występuję aspekt *referencji*. Otrzymujemy opozycję: *referencyjne* / *niereferencyjne* (*atrybutywne*) użycie i zmodyfikowaną klasyfikację [Hess89:53], gdzie kolejne poziomy rozróżnienia w drzewie klas to: *referencyjność*, *generyczność* oraz *konkretność*. Widać wyraźnie, że użycie generyczne jest postrzegane jako użycie, w którym mamy do czynienia z referencją do *pojęcia*. Co w taki razie różni na tyle użycie atrybutywne, że zostało ono, jako jedyne (*sic!*), wyłączone z klasy użyć referencyjnych? Przecież nośnikiem własności „przypisywanych" musi być coś zbliżonego do postulowanego pojęcia. Do pytań tych wrócimy podczas analizy ostatecznej postaci modelu znaczenia NP wypracowanego przez Hessa.

3.2.2. Tradycyjne kategorie użyć rodzajnika określonego

W większości opracowań część klasyfikacji poświęcona rodzajnikom określonym jest skrupulatnie oddzielona od części poświęconej rodzajnikom nieokreślonym (np. [Bień90]). Wynika to z przeświadczenia o braku wspólnych kryteriów oceny. Typowym przykładem jest klasyfikacja zaproponowana przez Hawkinsa [Hawkins78] (za [Bień90:4]):

1. Użycie anaforyczne (ang. *anaphoric use*) – odniesienie do obiektu wprowadzonego przez pewną NP wcześniej w wypowiedzi.
   *41) Fred was discussing **an interesting book** in his class.*
   *I went to discuss **the book** with him afterwards.*
2. Użycie sytuacyjne:
   2.1. użycie w bezpośredniej 'sytuacji' (kontekście) (ang. *immediate situation use*)
      2.1.1. wizualna sytuacja
         *42) Pass me **the bucket**, please.*
      2.1.2. inna bezpośrednia 'sytuacja'
         *43) Beware of **the dogs**!*
   2.2. szersza 'sytuacja' (kontekst)
      2.2.1. polegające na szczegółowej wiedzy
         *44) Have you seen **the bridesmaid**?*
      2.2.2. polegające na ogólnej wiedzy
         *45) **The Prime Minister** has just resigned.*
3. Użycie anaforyczne – nawiązujące:
   46) The man drove past our house in a car.
   ***The exhaust fumes** were terrible.*
4. Użycie bez znajomości (ang. *'unfamiliar'*):
   4.1. tworzące zdania względne (ang. *establishing relative clauses*)
      47) What's wrong with Bill?
      *Oh, **the woman** he went out with last night was nasty to him.*
   4.2. w zdaniach nawiązujących (ang. *associative clauses*)
      *48) I remember **the beginning** of the war very well...*
   4.3. modyfikatory NP
      *49) London has been buzzing with **the rumour** that the Prime Minister is going to resign.*
   4.4. nominalne dopełnienia (ang. *nominal modifiers*)

*50) I don't like **the colour red**.*

5. Użycie w roli niewyjaśniającego dopełnienia (ang. *'unexplanatory modifier'*):
   *51) My wife and I share **the same secrets**.*
6. Użycie określone generyczne (ang. *definite generic*):
   *52) **The lion** is a noble beast.*

Według zmodyfikowanej klasyfikacji Hessa – wszystkie użycia rodzajnika określonego wpadają do klasy referencyjnych, gdzie dalszym czytelnym kryterium podziału jest generyczność, natomiast pojęcie konkretności, w zastosowaniu do rodzajnika określonego, wymaga dalszej analizy.

Napotykamy kilka problemów z referencyjną interpretacją:

Do czego odnosi się anaforyczna NP? Hess proponuje obiekt lingwistyczny (ang. *linguistic object*), rozumiany jako słowo lub wyrażenie. Jak w tym momencie odróżnić od siebie użycie anaforyczne i "anaforyczne – nawiązujące"? To drugie wyraźnie opiera swoje działanie na własnościach obiektu wprowadzonego przez poprzednika anaforycznego.

Do czego odnosi się generyczny rodzajnik? Hess odpowiada: do „pojęcia" (ang. *notional object, concept*). Jaka jest zatem różnica w odnoszeniu się do pojęcia pomiędzy generycznym określonym a nieokreślonym rodzajnikiem? Częściowo tłumaczy to model Hessa znaczenia NP (rozdział 3.3.8).

Jednak najwięcej kłopotów sprawiają referencyjnej interpretacji punkty 4) i 5). W punktach 4.1) do 4.3) mamy do czynienia z różnymi formami katafory, gdzie punkt odniesienia występuje w wypowiedzi po miejscu użycia rozpatrywanej NP. Punkt 4.4 wydaje się jednak być bliższy punktowi 5 (przynajmniej sądząc z przykładu), gdzie samo użycie 'stwarza referenta' – informuje o istnieniu określonego, unikalnego pod względem cech, obiektu.

Odkąd Strawson wprowadził pojęcie presupozycji jako warunek sensowności, jednocześnie utrzymując w mocy Russell'owski warunek unikalności referenta, to właśnie wyrażanie unikalności zaczęło być postrzegane jako główna funkcja znaczenia określonej NP. Jednak wydaje się być problematyczne, aby użycie zdania:

*53) **The dog** is barking.*

presuponowało istnienie jednego, jedynego psa w otaczającej rzeczywistości.

Unikalność 'bezwzględna' została zastąpiona postulatem unikalności w *dziedzinie kontekstu*, czyli w zbiorze bytów należących do aktualnego kontekstu wypowiedzi [Hess89:55]. Klasyfikacja Hawkinsa, w znacznej mierze, jest oparta właśnie na kryterium typu dziedziny kontekstowej.

3.3.Lingwistyczny model znaczenia NP Hessa i jego modyfikacja

Dostrzegając niejasności występujące w tradycyjnych klasyfikacjach użyć NP, Hess proponuje swoją własną wielowymiarową klasyfikację NP ze względu na ich znaczenie [Hess89]. Jej prezentację poprzedza wnikliwą analizą prac lingwistycznych dotyczących różnych aspektów znaczenia NP. Całość analizy jest zbyt obszerna, aby ją w szczegółach tu przytaczać, ograniczymy się tu jedynie do zasygnalizowania wybranych, najbardziej istotnych spostrzeżeń.

3.3.1. NP w zdaniach z czasownikiem „to be"

Analiza zdań [Hess89:57]:

54) There is a dog.

*55) *There is **the dog** barking in the garden.*

ujawnia, że to wyrażenie *there is* jest 'odpowiedzialne' za aspekt kwantyfikacji egzystencjalnej w znaczeniu zdania 54). Jeżeli określone NP występują w zdaniach tego typu, to nadają całości sens lokatywny np.:

56) What's worth visiting here?
There's the park, a very nice restaurant, and the library.

Rola NP sprowadzałaby się tylko do zdefiniowania cech obiektu, którego egzystencja została stwierdzona wcześniej – podwójna kwantyfikacja egzystencjalna nie ma sensu.

Różnica w znaczeniu NP użytej „referencyjnie", a NP użytej „atrybutywnie" (w sensie klasyfikacji Hessa) jest na tyle znacząca, że nie jest możliwe pomiędzy nimi powiązanie anaforyczne, np. [Hess89:59]:

*57) John is **a very bright boy**, **which** Bill never be.*

*58) *John met **a very bright boy**, **which** Bill will never be.*

Zdanie 58) jest nieakceptowalne ze względu na brak możliwości powiązania atrybutywnie użytego *which* (będącego dopełnieniem czasownika *be*) i referencyjnie użytego *a very bright boy*. Według Hessa atrybutywna NP nie odnosi się do obiektu, a jedynie „determinuje" jego klasę czy też własności. Niejasna różnica pomiędzy pojęciem determinacji i odnoszenia jest zapewne spowodowana dążeniem Hessa do: z jednej dość sztucznego, wydzielenia atrybutywnych NP z rozbudowanej nadmiernie klasy referencyjnych NP, a z drugiej do ścisłego odróżnienia generycznych NP od atrybutywnych NP. Spotyka się jednak literaturze postulaty ich bliskości znaczeniowej, np. Burton-Roberts sprowadza w obydwu przypadkach ich znaczenie do reprezentowania zbiorów [Burton76] (za [Hess89]). Hess argumentuje, że wymagało by to interpretowania *to be* jako niejednoznacznego pomiędzy relacją *przynależności do zbioru*, w przypadku atrybutywnego użycia, oraz *zawierania się zbiorów* w przypadku generycznego użycia. W zmodyfikowanej postaci postulatu Burtona-Robertsa obydwa znaczenia *to be* zbliżają się do siebie: w jednym przypadku jest to zgodność bytu reprezentowanego przez podmiot z *pojęciem* (ang. *concept* - pojęciem jako wzorcem w duchu *Descriptional Logic* i jej *Terminological Box* [Nebel90]), w drugim to relacja zawierania się pojęciowego dwóch pojęć (użycie generyczne).

Ciągle jednak pozostaje nam jeszcze jedno odrębne znaczenie *to be* – stwierdzenie identyczności dwóch bytów reprezentowanych przez dwie NP np.:

*59) Bill is **the head of the local force**.*

Zdanie 59) najczęściej interpretuje się jako wyrażające fakt identyczności referentów dwóch NP. Niemniej, możliwa jest również jego druga interpretacja: NP w dopełnieniu czasownika opisuje funkcję realizowaną przez podmiot – czyli jest użyte w sensie atrybutywnym [Hess89:62]! Nasuwa się tu znowu analogia, nie zauważona przez Hessa, z użyciem generycznym – tam też istnieje możliwość użycia rodzajnika określonego.

Inny ciekawym przypadkiem użycia rodzajnika określonego są zdania typu [Decler83] (za [Hess89:63]):

*60) **The bank robber** is John Thomas.*

*61) **The bank robber** is the man over there.*

Declerck określiła tą klasę zdań mianem *Specificationally Identifying Sentences*, co można przetłumaczyć jako „identyfikujące poprzez specyfikację". Pojęcie specyfikacji oznacza tu, że podmiot stwarza zmienną, nakłada na nią ograniczenia, ale pełna identyfikacja następuje poprzez powiązanie z referentem NP w dopełnieniu. Declerck określa użycie wyróżnionej NP jako *słabo referencyjne* (ang. *weakly referential*) [Decler83:218] (za [Hess89:64]):

> "Although the description given in the noun phrase has a specific referent, it does not by itself enable the speaker to identify this referent (i.e. to pick him out from a set) [...] The identification of the referent thus not happen through the mere use of the description but through the fact that the description is linked up with a *strong referential* NP in the *specificationally identifying sentence* [...]."

Można wyciągnąć stąd kilka interesujących wniosków:

- referencyjność NP sprowadza się do instrukcji nakazującej identyfikację referenta przez odbiorcę (analogiczne rozumienie referencyjności wiele razy wyraża również Hess),
- nie zawsze warunek unikalności występujący w znaczeniu określonej NP jest 'ostry' – czasami dopuszczalna jest niejednoznaczność w identyfikacji referenta,
- informacja dostarczona później w wypowiedzi pozwala na uściślenie 'niedospecyfikowanego' znaczenia uprzednich fragmentów wypowiedzi.

Inny przykład 'referencji poprzez opis' to przykład podany przez Kampa:

*62) If **the man who is drinking water** were drinking vodka instead, he would be much happier.*

> "The truth value of [the counterfactual] depends only on whether the referent which the directly referring noun phrase picks out *here* and *now* would have the property expressed by the remainder of the sentence; but not on whether it would still satisfy the NP's descriptive content." [Kamp83:46] (za [Hess89:69])

3.3.2. Referencyjne użycie rodzajnika nieokreślonego

Jak już to było wspomniane, w poprzednim podrozdziale, referencyjność można zdefiniować w sposób następujący:

Def. 3.3.2-1 Referencyjne użycie NP (podejście Hessa)

> „The referential use of a noun phrase indicates that the speaker is able (in the case of declarative sentence), or the hearer is expected (in the case of a question) to directly identify the referent without additional inferences." [Hess89:131]

Ponadto, nadawca jest zawsze w stanie dostarczyć bardziej szczegółowych informacji na temat referenta umożliwiając jego jednoznaczną identyfikację.

W tradycyjnej klasyfikacji rodzajników nieokreślonych, zmodyfikowanej przez Hessa, większość ich użyć została zaliczona do klasy „referencyjnych". Nie jest to jednak referencyjność w sensie definicji Def. 3.3.2-1. W większości przykładów 'referencyjnych NP', prezentowanych w rozdziale 3.2.1, NP wprowadza do wypowiedzi informację o jakimś obiekcie, spełniającym określone warunki, ale nie nakłada na obie strony komunikacji wymogu jednoznacznej identyfikacji!

Fodor i Sag dokonują bardzo istotnej obserwacji [FodSag82] (za [Hess89:72]): niejednoznaczność znaczenia NP z rodzajnikiem nieokreślonym pomiędzy wąskim i szerokim zasięgiem nie jest jedyną możliwą – istnieje jeszcze trzeci rodzaj niejednoznaczności, w którym znaczenie takiej NP wykazuje 'niewrażliwość' na zasięg innych elementów wypowiedzi.

Kluczowym przykładem Fodor i Sag są zdania zawierające kontekst nieprzeźroczysty 63) i przeźroczysty 64):

*63) John believes that **a student** in the syntax class was cheating.*
*64) **A student** in the syntax class cheated on the final exam.*

W zdaniach 63) i 64) wyróżniona NP może być interpretowana na trzy sposoby:

a) jako posiadająca szeroki zasięg obejmujący czasownik: zdanie 63) wyraża stwierdzenie, że istnieje jakiś student, o którym John wierzy, że to on oszukiwał podczas kolokwium ze składni;
b) jako posiadająca wąski zasięg: John wierzy, że istnieje jakiś student, który oszukiwał na egzaminie;
c) oraz jako referencyjna w sensie definicji Def. 3.3.2-1:

> "For an indefinite noun phrases to be used referentially means that, for example in 63), it is asserted of some *particular* student in the syntax class that John believes of him that he cheated on the final exam. The student must be *known* to the speaker as an individual but he is nevertheless *not identified* for the hearer." [Hess89:72]

- istnienie referenta, analogicznie jak w określonych NP, jest presuponowane, a nie stwierdzane.

Referencyjne użycie *a* zostało również zauważone przez Kampa [Kamp93:288] – tam określane jest mianem *specific indefinite*.

Jak już to było wspomniane (rozdział 3.2.1.1), analogiczne użycie NP zostało zidentyfikowane w języku polskim przez Grzegorczykową [Grzegor95:122]. Wprowadziła ona bardzo trafny termin *krypto-nieokreślonej frazy rzeczownikowej*. W języku polskim występuje jawny wykładnik użycia krypto-nieokreślonego – zaimek przymiotny: *pewien*, np.

*65) John wierzy, że **pewien student** oszukiwał podczas kolokwium ze składni.*

W zdaniu 65) interpretacja referencyjna wyróżnionego NP wydaje się być jedyną możliwą, a przynajmniej najbardziej prawdopodobną. Do problemu wykładników innych znaczeń NP w języku polskim wrócimy jeszcze w rozdziałach 3.4 i 7. Tu warto jeszcze przytoczyć jedną obser-

wację Grzegorczykowej [Grzegor95]. Używając krypto-nieokreślonej NP nadawca sygnalizuje odbiorcy, że ma na myśli konkretny obiekt, potrafi podać o nim więcej informacji, potrafi go zidentyfikować, ale nie oczekuje od odbiorcy zdolności do jednoznacznej identyfikacji obiektu. Co więcej, nadawca uznaje, że wiedza na temat 'tożsamości' referenta nie jest istotna dla odbiorcy lub nie powinna być znana odbiorcy.

W zdaniu z kontekstem przeźroczystym 64) nie ma oczywiście elementu wprowadzającego niejednoznaczność zasięgu, ale mimo to Fodor i Sag postulują niejednoznaczność wyróżnionej NP pomiędzy użyciem:

a) „*kwantyfikującym*" (termin Fodor i Sag) – gdzie zdanie stwierdza, że zbiór studentów, którzy oszukiwali na egzaminie nie jest pusty,
b) oraz użyciem referencyjnym (krypto-określonym) – w którym stwierdzenie dotyczy pewnego, znanego nadawcy, studenta, którego istnienie jest presuponowane a nie stwierdzane.

Hess utożsamia pojęcie *kwantyfikującej* NP zastosowane przez Fodor i Sag z wprowadzonym wcześniej pojęciem „atrybutywnej" NP. Nie wydaje się to jednak słuszne. Słowo 'kwantyfikujący' oznacza tu, że zdanie stwierdza istnienie jakiegoś obiektu o określonych cechach i jest bliskie, przynajmniej w kontekstach przeźroczystych, matematycznej kwantyfikacji egzystencjalnej.

Fodor i Sag zauważają również, że tendencja do interpretacji rodzajnika nieokreślonego jako referencyjnego jest tym silniejsza, im deskrypcja dostarcza przez tą NP jest bogatsza w informacje np. [Hess89:75]

66) Many producers admire ***an actor in our company who plays Hamlet in an extraordinarily convincing manner****.*

67) Many producers admire an actor in our company.

Bogactwo opisu zawartego w wyróżnionej NP w zdaniu 66) jest na tyle duże, iż czytelnik ma wrażenie, że nadawca mówi o konkretnej osobie, którą zna. Fodor i Sag postulują (a za nimi Hess), że w przypadku zdania 66) preferowana jest interpretacja z tzw. *crossed-scope*, czyli interpretacja, w której wzajemny zasięg elementów różni się od ich porządku linearnego w zdaniu. Wydaje się jednak, że jest to mylna sugestia. Przyczyną takiego wrażenia jest preferowany referencyjny charakter wyróżnionej NP. Referencyjne NP są poza zasięgiem jakichkolwiek wyrażeń kwantyfikujących[10] (trochę bardziej skomplikowana sytuacja jest z czasownikami intensjonalnymi).

Natomiast w przypadku zdania 67) mamy do czynienia z analizowaną wcześniej potrójną niejednoznacznością. Warto tu jeszcze odnotować, że zdaniem wielu autorów najbardziej naturalną interpretacją wzajemnego zasięgu wyrażeń kwantyfikujących jest ta, która odpowiada ich linearnemu porządkowi występowania w zdaniu [Hess89:74-75].

Oprócz bogactwa informacji deskrypcyjnej czynnikami wzmacniającymi preferencję do interpretacji nieokreślonej NP jako referencyjnej są [Hess89:79]:

a) użycie przymiotników – modyfikatorów - *certain* i *particular* po rodzajniku nieokreślonym[11],
b) zbliżone mechanizmy (pod względem funkcji): przesunięcia NP z rodzajnikiem nieokreślonym w lewo do początku zdania, użycia w roli podmiotu czy też *topikalizacji*,
c) modyfikacja NP poprzez zdanie względne (ang. *relative clause*), szczególnie w formie nierestrykcyjnej (ang. *non-restrictive*).

Zjawiska wymienione w punkcie b) nie są właściwością charakterystyczną jedynie dla języka angielskiego. Co więcej w językach, gdzie reguły porządku linearnego są znacznie mniej restrykcyjne niż w języku angielskim zjawiska te są jeszcze wyraźniejsze i istotniejsze dla znaczenia NP.

[10] Skoro NP odnosi się do konkretnego obiektu, identyfikowalnego jednoznacznie przynajmniej przez nadawcę, to w liczbie pojedynczej może odnosić się tylko do jednego obiektu. Dla wszystkich wartości 'generowanych' przez inne kwantyfikatory musi to być ten sam obiekt reprezentowany przez referencyjną NP.

[11] Mamy tu analogię do polskiego *pewien*, jednak *pewien* pełni rolę bardziej zbliżoną do determinatora niż do przymiotnika.

Pokazują to prace Kiss [Kiss91] dla języka węgierskiego oraz cenne badania Szwedka [Szwede76] dla języka polskiego. Wspominają o tym też Larson i Segal w swoim podręczniku [LarSeg95]. Kwestia ta będzie szczegółowo omawiana w rozdziałach 3.3.4 i 7.

Zdania 63) i 65) ujawniają jeszcze jeden problem: kto posiada wiedzę umożliwiającą identyfikację obiektu – nadawca całej wypowiedzi, czy też obiekt John, którego reprezentuje podmiot zdania stanowiącego argument czasownika? Obie interpretacje wydają się być możliwe i ich rozróżnienie ma widoczny związek z pojęciem konkretności zdefiniowanym uprzednio. Wprowadza to kolejne istotne zjawisko: wzajemne relacje pomiędzy referencyjnością a konkretnością.

3.3.3. Relacje pomiędzy referencyjnością a konkretnością NP

Rozważany przykład zdań 63) i 64) pokazuje, że konkretność NP wpływa na sposób interpretacji referencji. Wydaje się, że rozróżnienie konkretna / abstrakcyjna i referencyjna / atrybutywna działają w sposób niezależny od siebie – co jest sprzeczne ze zmodyfikowaną przez Hessa klasyfikacją tradycyjną. Zaprezentowane poniżej przykłady z [Hess89:rozd. 3.3.] zdają się potwierdzać tą tezę.

Ioup [Ioup77] (za [Hess89:82]) zaobserwowała, że zdanie:

*68) The casting director is looking for **a handsome blond**.*

może być sparafrazowane na trzy sposoby:

*69) There is **a handsome blond, some ideal type**, that the casting director is looking for.*

*70) The casting director is looking for **any man who is handsome and blond**.*

*71) There is **a particular individual who happens to be handsome and blond** that the casting director is looking for.*

Użycie, wspomnianego już, testu (rozdział 3.2.1.2) poprzez kontynuację z anaforycznymi zaimkami *he* / *one*:

*72) She found **him** in Dakota.*

*73) She found **one** in Dakota.*

uzasadnia interpretację wyróżnionej NP w parafrazach 69) i 71) jako konkretnej (tylko kontynuacja 72) jest możliwa) oraz jako abstrakcyjnej w 70).

Nieoczekiwane natomiast rezultaty przynosi próba kontynuacji poszczególnych parafraz przy pomocy zdania:

*74) But **no handsome blond men** actually exist.*

Kontynuacja 74) jest w pełni akceptowalna po 70), w zasadzie akceptowalna (z drobnymi zmianami) po 69), ale zdecydowanie nie jest akceptowalna po 71) [Hess89:83]: w 71) wyróżniona NP ma interpretację referencyjną a w 74) zaprzecza presupozycji egzystencjalnej. Oznacza to, że wyróżniona NP w 71) jest jednocześnie konkretna jak i referencyjna.

Możliwa też jest interpretacja NP jako abstrakcyjnej i referencyjnej. Wyobraźmy sobie klienta wchodzącego do sklepu odzieżowego i wypowiadającego następujące stwierdzenie do sprzedawcy [Hess89:85]:

75) I'm looking for a suit.

według Grannis [Granni73] (za Hess89:85) możemy usłyszeć trzy różne odpowiedzi:

*76) Do you think you lost **it** here?*

*77) Well, you're in luck. We just happen to have **one**.*

*78) We have several hundred suits in stock. We might just be able to find **the right one** for you among them.*

Pomijając kwestię grzeczności zdania 76), to kontynuacje 76) oraz 77) są postrzegane w literaturze [Hess89:82-83] jako rozstrzygające niejednoznaczność konkretności NP *a suit* na korzyść odpowiednio: konkretnej i abstrakcyjnej NP. Według Hessa, w przypadku zdania 76) mamy anaforyczne odwołanie się do obiektu, którego istnienie zostało stwierdzone w zdaniu 75), natomiast w zdaniu 77) następuje odwołanie się do typu obiektu. Zdanie 78) również nie odwołuje się do obiektu, którego istnienie zostało stwierdzone, ale w tym przypadku sprzedawca (nadawca wypowiedzi) zakłada, że klient (odbiorca) ma na tyle dokładnie, szczegółowo sprecyzowany typ garnituru, który chce kupić, że jest w stanie zidentyfikować odpowiadający mu obiekt, który 'gdzieś czeka na niego' – parafrazując: 'ma go przed oczyma i jak tylko zobaczy garnitur idealnie

pasujący to go rozpozna'. Hess postuluje w przypadku interpretacji faworyzowanej kontynuacją 78) scharakteryzowanie NP *a suit* w 75) jednocześnie jako abstrakcyjnej i referencyjnej.

Referencyjna, abstrakcyjna NP pozostaje poza zasięgiem innych elementów zdania (wyrażeń kwantyfikujących, czasowników intensjonalnych, negacji itd.). Hess uznaje to za jeden z faktów potwierdzających nieadekwatność stosowania mechanizmu zasięgu do wyjaśniania funkcjonowania abstrakcyjnej NP. Jednak wniosek ten wydaje się być przedwczesny. Jak już to było wspomniane, w logice wyższego rzędu, np. intensjonalnej, nic nie stoi na przeszkodzie aby abstrakcyjne użycie NP modelować za pomocą kwantyfikatora egzystencjalnego w obrębie argumentu czasownika intensjonalnego. Ponadto, nie tylko referencyjne, abstrakcyjne NP wychodzą z zasięgu innych elementów zdania – dzieje się tak również z referencyjnymi, konkretnymi NP zawierającymi kwantyfikujące determinatory, np. *these five books* – również znajdzie się poza zasięgiem innych wyrażeń.

Jako przykład niezależności pojęć zasięgu i konkretności, Hess podaje skonstruowany przez siebie, nieco sztuczny przykład:

*79) Everyone believes that **a witch** blighted their mares.*

Według niego, mamy tu do czynienia z czterema możliwymi kombinacjami wąskiego / szerokiego zasięgu wyróżnionej NP oraz jej konkretnej / abstrakcyjnej interpretacji. Tymczasem, jeżeli przyjmiemy, że konkretność wyjaśniamy przy pomocy mechanizmu zasięgu względem czasownika intensjonalnego *to believe*, to wszystkie cztery kombinacje otrzymujemy poprzez wzajemne relacje zasięgu kwantyfikacji NP *everyone* i zasięgu *a witch*.

3.3.4. Referencyjność a kwantyfikujące determinatory w NP

Wydawałoby się, że w przypadku występowania jawnie kwantyfikujących determinatorów takich jak *every*, *each*, *many*, kwestia interpretacji NP jest oczywista. NP musi być interpretowana jako „kwantyfikująca" (w sensie Fodor i Sag). Kilka obserwacji pokazuje jednak, iż jest to zbytnim uproszczeniem.

80) Each person in this room speaks two languages.

81) Two languages are spoken by each person in this room.

W zdaniu 80) preferowana relacja zasięgu wyrażeń kwantyfikujących jest zgodna z porządkiem linearnym zdania, tzn. zasięg *two* jest wewnątrz zasięgu *each* [Hess89:74]. Natomiast w zdaniu 81) mamy do czynienia z preferencją dla interpretacji typu *crossed scope* – odwrotnej w stosunku do porządku. Efekt ten znika, jeżeli *each* zastąpimy przez *every* lub *all*.

Różnica pomiędzy *each* a *every* lub *all* jest też widoczna, jeżeli porównamy następujące zdania [Hess89:93]:

*82) Does **each executive** at IBM earn $100000 ?*

*83) Do **executives** at IBM earn $100000 ?*

*84) Do **every executives** at IBM earn $100000 ?*

*85) Do **all executives** at IBM earn $100000 ?*

Hess zauważa, że odpowiedź na pytanie 82) wymaga zidentyfikowania wszystkich obiektów objętych pytaniem i sprawdzenie, w odniesieniu do nich, faktu z pytania. Natomiast pytanie 83) ma charakter generyczny – jest to pytanie o zasadę, ogólną regułę, od której mogą istnieć wyjątki. Pytania 84) i 85) mają charakter pośredni pomiędzy dwoma poprzednimi. Hess odwołuje się tu do przykładu z bazą wiedzy, gdzie:

- odpowiedź na pytanie z *every* wymaga przejrzenia w pierwszym rzędzie dostępnych faktów i ewentualnie później skorzystania z dostępnych reguł,
- natomiast w przypadku *all*, w pierwszym rzędzie poszukiwana jest reguła, w razie braku takowej jest przeprowadzany dowód w oparciu o fakty.

Jakkolwiek tak szczegółowa analiza przypisana do 84) i 85) wydawać się może zbyt daleko idąca, pomija ona ponadto różnice w charakterze kwantyfikacji, do czego jeszcze wrócimy, to jednak dwie podstawowe obserwacje: o generycznym charakterze 83) i referencyjnym 82) są bardzo istotne. Szczególnie ta ostatnia pokazuje, że nie można postrzegać referencyjnej NP i kwantyfikującej – jako leżących w dwóch przeciwstawnych biegunach.

Warto jeszcze przytoczyć charakterystykę poszczególnych determinatorów ze względu na faworyzowaną interpretację NP, zaproponowaną przez Hessa [Hess89:95]:

- *each*: konkretny, referencyjny,
- *every*: konkretny, atrybutywny,
- *all*: abstrakcyjny, atrybutywny
- *0* (brak determinatora, liczba mnoga – *bare plurals*): abstrakcyjny, referencyjny – tu należy mieć na uwadze (rozdział 3.2.1.3), iż Hess przypisuje użyciom generycznym referencję do pojęcia – obiektu.

3.3.5. Generyczne NP liczby mnogiej

Z pośród NP liczby mnogiej jedynie NP nie poprzedzone żadnym rodzajnikiem, czyli *bare plurals*, mogą być interpretowane generycznie, np.

86) ***Dogs*** *have four legs.*

Bare plurals często są tradycyjnie uznawane za odpowiednik rodzajnika nieokreślonego w liczbie mnogiej, wykazują jednak w swoim zachowaniu interesujące rozbieżności w stosunku do *a/an*.

W zdaniach z kontekstem nieprzeźroczystym pozwalają jedynie na interpretację 'wąskiego zasięgu', a ponadto różni się ona od interpretacji abstrakcyjnej rodzajnika nieokreślonego np. [Hess89:101]

87) Joan wishes to talk with ***young psychiatrists****.*

88) *******Joan wishes to talk with* ***young psychiatrists*** *but they are in the meeting right now.*

Nieakceptowalność 88) pokazuje, że analizowana fraza nie może być interpretowana jako konkretna, tak jak zaimek *they*. Według Hessa, jedyna możliwa interpretacja analizowanej NP ma charakter interpretacji 'wąskiego zasięgu', jednak różniącej się od abstrakcyjnej interpretacji rodzajnika *a*:

> "has only the narrow scope [...] i.e. that John wishes to talk to young psychiatrists as such, not to any particular individuals"

W efekcie sugeruje, że to użycie *bare plural* ma charakter „nazwy własnej pewnej kategorii", co oznacza, że odnosi się do „kategorii". Pojęcie „kategorii" nie zostało przez Hessa zdefiniowane, jednak ponieważ używa on wcześniej zamiennie pojęć „typu" (ang. *type*) i „rodzaju" (ang. *kind*) to wydaje się, że kategorię należy rozumieć jako wzorzec własności obiektów. Hess odróżnia generyczny rodzajnik *a* i użycie *bare plural* jako „nazwy kategorii", ale ujmuje tą różnicę w sposób bardzo niejasny [Hess89:105]:

> "The generic seems to speak of tendencies, dispositions, characteristics, and the like; the indefinite plural does not have this flavour at all."

Podsumowując, biorąc pod uwagę charakterystykę znaczenia podaną przez Hessa dla wyróżnionej NP w zdaniu 88), użycie to można określić jako generyczne w myśl trzech typów generyczności zdefiniowanych w rozdziale 3.2.1.3.

Oczywiście *bare plurals* mogą być też używane w sposób niegeneryczny np. [Hess89:104]

89) Doctors tried to save the dying boy.

Hess sugeruje również, że *bare plurals*, w odróżnieniu od rodzajnika *a*, w niektórych kontekstach wykazują się 'podwójną interpretacją' np. w wypowiedzi:

90) My mother hates ***racoons*** *because* ***they*** *stole her sweet corn last summer.*

wyróżniona NP w pierwszym zdaniu ma interpretację generyczną (w sensie dyskutowanym powyżej), a anaforyczny do niej zaimek *they* ma już interpretację niegeneryczną: odwołuje się do obiektów, a nie do typu.

3.3.6. Relatywne i absolutne NP liczby mnogiej

Bardzo często w literaturze odnotowuje się fakt, iż nie wszystkie NP zawierające kwantyfikujące determinatory mogą wystąpić w kontekście tzw. *zdań egzystencjalnych* – tzn. zdań zbudowanych według schematu: *There are.../There is...*

Pokazuje to poniższy test [Hess89:108-109, Does96:9]:

91) *******There are {****SOME****/****all****/****most****/****both****} dogs in the garden.*

*92) *There is {**each**/**every**} dog in the garden.*
*93) There are {**$s_o m_e$, $m_a n_y$**} dogs in the garden.*

Poprzez formę graficzną z samogłoskami w indeksie (np. $s_o m_e$) oznaczane będą nieakcentowane wersje fonetyczne wyrazu (ang. *unstressed*), natomiast kapitalikami będą oznaczane wersje akcentowane (np. *SOME*).

Determinatory, które nie są akceptowane w kontekście zdań egzystencjalnych, określa się w literaturze (np. [Does96, Hess89]) najczęściej mianem *mocnych* (ang. *strong*) w opozycji do *słabych* (ang. *weak*), które są akceptowane w zdaniach tego typu. Hess wprowadza własne określenia, odpowiednio: *relatywnych*(=*mocnych*) i *absolutnych*(=*słabych*) determinatorów. Motywuje to cechami semantycznymi determinatorów:

- relatywne determinatory wyrażają relację pomiędzy dwoma zbiorami: jawnie obecną we znaczeniu, wydzieloną częścią niejawnie obecnej całości,
- absolutne determinatory określają liczebność zbioru wprowadzanego do znaczenia wypowiedzi przez daną NP.

Powyższa definicja relatywnych determinatorów znajduje uzasadnienie w kolejnym teście podstawieniowym [Hess89:109]:

- pytanie *how many of the* stanowi pytanie o relację pomiędzy dwoma zbiorami – tylko determinatory relatywne mogą być użyte w odpowiedzi na nie:

*94) How many of the girls did you send outside? {**most** / **all** / **few** / **MANY** / **three** / **SEVERAL** / **both** / **SOME** }*
*95) How many of the girls did you send outside? *{**$s_o m_e$, $m_a n_y$**}*

Wiele determinatorów wykazuje niejednoznaczność pomiędzy interpretacją relatywną, a absolutną, np. wszystkie liczebniki.

W literaturze dotyczącej kwantyfikatorów uogólnionych wiele uwagi poświęcono wyjaśnieniu nieakceptowalności 91) i 92) na gruncie formalnych własności kwantyfikatorów uogólnionych przypisanych do determinatorów jako interpretacja ich znaczenia [Does96:9-11]. Hess formułuje inne ciekawe wyjaśnienie problemu. Zdania egzystencjalne mają charakter *prezentacyjny* – wprowadzają nowe obiekty do dziedziny dyskursu. Tymczasem relatywne NP presuponują istnienie zbioru bazowego, z którego wydzielają część, w przeciwieństwie do absolutnych determinatorów, które nakładają jedynie ograniczenia natury liczebnościowej na zbiór wprowadzany do dziedziny dyskursu przez daną NP.

Hess zauważa również, że relatywne determinatory można podzielić dalej na dwie grupy:

- *proporcjonalnie relatywne* (ang. *proportional*), które dokonują jawnego porównania obydwu zbiorów np. *most*, *all* – w pewnym sensie z liczebności zbioru wydzielanego możemy wyciągnąć pewne wnioski na temat liczebności zbioru do którego się odwołuje,
- *liczebnościowo relatywne* (ang. *cardinality relative*) które nie dają żadnych wskazówek na temat liczebności zbioru, do którego się odwołują np. relatywnie użyte liczebniki: *seven, two*.

Do zbioru liczebnościowo relatywnych Hess zalicza, poza liczebnikami, wszystkie determinatory, które przechodzą pozytywnie obydwa testy, tzn. dają akceptowalne zdania 93) i 94) np. [Hess89:109]:

*96) There are { **$m_a n_y$, $s_o m_e$, $s_e v_e r_a l$**} dogs in the garden.*
*97) How many of the girls did you send outside? { **MANY** / **SEVERAL** / **SOME** }*

Nie jest jasne, jak Hess dokładnie postrzega presupozycję relatywnych determinatorów, stąd też w definicji proporcjonalnie relatywnych determinatorów zostało użyte enigmatyczne sformułowanie „odwoływania się do zbioru" zamiast odnoszenia się. Hess, z jednej strony w ramach pierwszej definicji relatywnych determinatorów wymaga, aby [Hess89:109]:

> "Relative determiners furthermore presuppose that the set from which they pick a subset not only exist but also be unique in the domain of discourse."

Co czyni je wielce podobnymi do referencyjnych NP z rodzajnikiem *the*. Z drugiej jednak strony stwierdza [Hess89:110]:

> "[...] 'the' has two meaning components which we do not find in relative plural noun phrases: *totality* and *uniqueness*." (podkreślenie własne).

Pomijając fakt użycia niejasnego w tym miejscu pojęcia *totality* (które chyba należy rozumieć jako „wszystkie możliwe"), wyraźnie unikalność w identyfikacji zbioru, z którego wydzielany jest podzbiór jest odmówiona relatywnym determinatorom.

Na obecnym etapie nieformalnego rejestrowanie istotnych zjawisk, poprzestaniemy na ważnej obserwacji, że z relatywnymi determinatorami wiąże się pewien rodzaj presupozycji (istnienia zbioru bazowego), której natura wymaga dokładniejszej analizy.

3.3.7. Odmiany kwantyfikacji wyróżniane w NP liczby mnogiej

W kwantyfikacji matematycznej mamy dwa różne kwantyfikatory, ale zawsze jeden i ten sam sposób kwantyfikacji – pod zmienną są 'podstawiane' obiekty indywiduowe jako wartości. Tymczasem w języku naturalnym spotykamy kilka odmian kwantyfikacji np. zdanie:

98) ***Three examiners*** *marked* ***two papers****.*

możemy interpretować jako opisujące sytuację gdy:

a) łącznie trzech egzaminatorów oceniło łącznie dwie prace w dowolnej kombinacji np. jeden samodzielnie jedną a pozostali dwaj razem drugą; sposób nie jest istotny dla nadawcy, istotna jest łączna liczba obiektów zaangażowanych w sytuację,
b) grupa egzaminatorów razem (np. siedząc przy jednym stole) oceniła na raz, grupowo, dwie prace (np. rysunki leżące na tym stole),
c) każdy egzaminator z osobna sprawdził dwie prace,
d) każda z dwóch prac z osobna została sprawdzona przez trzech egzaminatorów
e) wreszcie, każdy z egzaminatorów z osobna sprawdził dwie prace, dokładnie te same, i każda z tych prac została sprawdzona z osobna przez wszystkich trzech egzaminatorów (np. odseparowanych w różnych pokojach).

Znaczenia a)-d) są dość powszechnie identyfikowane w literaturze (np. [Bellert89, Hess89, Does96]) i spotykane tam odmiany kwantyfikacji noszą odpowiednio nazwy:

a) *kumulatywnej* (ang. *cumulative* np. [Benthe89:441]) – u van der Doesa nosi ona nazwę, z powodów formalnych, *neutralnej* (ang. *neutral*),
b) *kolektywnej* (ang. *collective*),
c) *dystrybutywnej* (ang. *distributive*) – najbliższa kwantyfikacji matematycznej, tutaj możemy mieć po dwie różne prace dla każdego egzaminatora (łączną maksymalna możliwa liczba to sześć) – co odpowiada występowaniu determinatora *two* w zasięgu determinatora *three*,
d) *dystrybutywnej* – jak wyżej, tylko *three* jest w zasięgu *two*,
e) również *dystrybutywna*, ale jednocześnie jest to tzw. *branching quantification* - czyli *kwantyfikacja równoległa*[12] - nazwa ukuta w teorii kwantyfikatora uogólnionego (np. [DoeEij96:14, Benthe89:442]), obydwa kwantyfikatory działają niezależnie, tworząc wszystkie możliwe kombinacje par trzech egzaminatorów i dwóch prac.

Hess identyfikuje znaczenie e) jako formę kwantyfikacji kumulatywnej [Hess89:113], rozróżniając pomiędzy:

- *niekompletną* – gdzie każdy egzaminator sprawdził przynajmniej jedną pracę oraz każda praca została sprawdzona przez przynajmniej jednego egzaminatora,
- oraz *kompletną* – czyli równoległą.

Ponadto Hess zauważa, że o odmianie kwantyfikacji możemy mówić niezależnie dla podmiotu jak i dopełnienia np. wprowadza pojęcia *collective agents, collective objects*. Van der Does w swojej dysertacji [Does94] idzie jeszcze dalej i sugeruje, iż odmiany kwantyfikacji należy przypisać w zdaniu zarówno do wszystkich NP, jak też i do poszczególnych pozycji argumentowych czasownika (interpretowanego jako predykat). Rozwija następnie formalną analizę odmian oraz system uzgodnień odmian pomiędzy czasownikiem a jego argumentami. Do systemu van der Doesa powrócimy w rozdziale 4.4.2.

[12] Wydaje się, że nazwa równoległa lepiej oddaje istotę działania niż tłumaczenie dosłowne.

Jedynie odmiana dystrybutywna kwantyfikacji może być interpretowana przy pomocy kwantyfikatorów matematycznych tzw. klasycznych. Jako narzędzie do modelowania pozostałych odmian została rozwinięta teoria kwantyfikatora uogólnionego prezentowana w rozdziale 4.

3.3.8. Podsumowanie pierwsze: model Hessa znaczenia NP

Podsumowując, Hess formułuje listę par dystynkcji pomiędzy różnymi zidentyfikowanymi użyciami NP [Hess89:130-132]. Poszczególne pary można potraktować jako wyznaczające cechy wyrażające poszczególne aspekty znaczenia NP. Cechom przypisywane są binarne wartości, identyczne z nazwami elementów pary. Wartości przypisane cechom determinują funkcje spełniane przez NP w znaczeniu wypowiedzi. Hess sugerując daleko idącą niezależność poszczególnych aspektów znaczenia NP od siebie nawzajem, określa tym samym przestrzeń możliwych znaczeń NP jako wielowymiarową przestrzeń wartości cech. Nie wszystkie jednak potencjalnie możliwe kombinacje wartości znajdują swoje odbicie w przykładach rzeczywistych użyć NP. Definicje cech wraz z wartościami tworzą model opisu znaczenia NP (Tab. 3.3.8.1 - nazwy cech w większości wypadków zostały sformułowane na użytek niniejszej pracy). W dalszej części pracy model ten określany jest mianem *nieformalnego modelu Hessa* (w odróżnieniu od jego częściowej formalizacji dokonanej przez Hessa w postaci programu w Prologu w drugiej części jego pracy):

Cecha: wartości	**Opis**
***Zależność liczebnościowa**: zależna / niezależna*	Określa, czy liczebność zbioru obiektów wyrażona przez NP (gdzie elementy tego zbioru są wyznaczane przez deskrypcję zawartą w danej NP) zależy od innych NP w ramach danego zdania, np. w zdaniu 98) możemy mieć trzech lub sześciu egzaminatorów. Tradycyjnie własność ta jest opisywana za pomocą wzajemnych relacji zasięgu kwantyfikatorów.
***Relacja zbiorowa**: zawieranie się / przecięcie*	Większość użyć NP w zdaniu można traktować jako wyrażające relację pomiędzy zbiorami np. *większość X zrobiła coś/ wszyscy X są kimś*. Właśnie w kategoriach relacji pomiędzy zbiorami postrzegana jest kwantyfikacja w teorii kwantyfikatora uogólnionego. Relacje zbiorowe bardzo często są silnie powiązane z zależnościami liczebnościowymi.
***Konkretność**: konkretna /abstrakcyjna*	Abstrakcyjne NP mogą się pojawić jedynie w kontekstach nieasertotycznych (podrozdział 3.2.1.2). Oznaczają, że brak stwierdzenia egzystencji obiektu w kontekście wspólnej rzeczywistości obu uczestników komunikacji – obiekt ma charakter „potencjalny" („wyobrażeniowy") [Hess89:130]. Wszystkie użycia, których nie można zaklasyfikować jako abstrakcyjne są konkretne (definicja przez negację).
***Referencyjność**: referencyjna / atrybutywna*[13]	Referencyjne użycie NP zostało określone poprzez Def. 3.3.2-1 i oznacza, w przypadku zdania twierdzącego, zdolność nadawcy (w pytaniu odbiorcy) do „bezpośredniej identyfikacji" referenta. W innym miejscu Hess podkreśla fakt posiadania wiedzy o konkretnym obiekcie z rzeczywistości. Frazy atrybutywne są definiowane poprzez dopełnienie do referencyjnych.
***Autonomiczność kwantyfikacji**: absolutny / relatywny*	Podział ze względu na charakter determinatora kwantyfikującego (patrz podrozdział 3.3.6) na: (determinatory) relatywne – wydzielające podzbiór ze zbioru, którego istnienie jest presuponowane oraz absolutne, które nakładają jedynie ograniczenia liczebnościowe na zbiór wprowadzany przez daną NP do dziedziny dyskursu.

[13] Pojęcie *atrybutywnej* zostaje tu użyte w nowym sensie (aby nie używać negatywnego pojęcia *nierefe-rencyjnej* NP) w stosunku do jego znaczenia w rozdziałach 3.2.1.4 i 3.3.1, gdzie mówiliśmy o atrybutywnych użyciach NP jako dopełnienia czasownika *to be*. Atrybutywna tutaj znaczy, tyle że dana NP informuje o cechach bytu (bytów) ale nie wprowadza odniesienia do konkretnych bytów z dziedziny kontekstowej. W modelu Hessa klasa atrybutywnych NP obejmuje jeszcze niejawnie niektóre użycia generyczne i atrybutywne w sensie dopełnienia *to be*. W propozycji skorygowanego modelu Hessa (rozdział 3.3.9) jej znaczenie zostanie określone bardziej precyzyjnie.

***Kompletność*:** *całkowita (ang. total) / częściowa (ang. partial)*	Jedyny aspekt, którego sens jest ograniczony jedynie do pewnej klasy NP (powinien mieć 'trzecią wartość') – jedyny też, który nie został jawnie wyróżniony we wcześniejszych analizach. Hess ogranicza aspekt kompletności do relatywnych NP [Hess89:131]: "If collection is determined in relative terms [...]" *Częściowe* NP wprowadzają do dyskursu dowolny zbiór obiektów spełniający ograniczenia liczebnościowe: "[...] 'seven boys' denotes any set of seven boys, irrespective of whether there are more of them" *Całkowite* NP: "[...] covers all instances of dogs." Hess jednocześnie stwierdza, iż jedynym leksykalnym wykładnikiem użycia całkowitego jest *the*.

Tab. 3.3.8.1 Nieformalny model Hessa znaczenia NP: definicje cech wraz z wartościami.

Jako przykład cech charakterystycznych wielowymiarowej przestrzeni znaczeń NP, Hess ilustruje wzajemne relacje pomiędzy konkretnością a referencyjnością za pomocą poniższej tabeli (Tab. 3.3.8.2). Podpunkty górne dotyczą zdań twierdzących, podpunkty dolne pytań. Pozostawione zostały pojęcia angielskie, ponieważ odbiegają one trochę od dotychczasowych definicji (będzie to jeszcze przedmiotem analizy).

	konkretna	**abstrakcyjna**
referencyjna	• *strongly referential* (np. parafraza 71)) – identyfikacja obiektu istniejącego w rzeczywistości • *strictly extensional* (np. *each* w 82)) odbiorca powinien zidentyfikować znane mu obiekty z rzeczywistości	• *identificational* (np. ujawnione przez kontynuację 78)) – nadawca jest zdolny do identyfikacji obiektu na podstawie posiadanego szczegółowego wzorca, nie można jednak wnioskować, że obiekt istnieje w rzeczywistości • *strictly intensional* (np. *bare plural* w 83)) – odbiorca powinien zidentyfikować adekwatną regułę
atrybutywna	• *weakly referential* (np. parafraza 69)) – stwierdzenie dotyczy dowolnego obiektu spełniającego ograniczenia; z prawdziwości stwierdzenia można wnioskować o istnieniu w obiektu rzeczywistości • *extensional* (np. *every* w 84)) – odbiorca powinien odwołać się do faktów, ale może 'sztukować' fakty na podstawie znanych mu reguł	• *strictly non-referential* (np. parafraza 70)) – nadawca posiada jedynie mniej lub bardzie precyzyjny wzorzec cech, które powinien spełniać obiekt; z prawdziwości stwierdzenia nie można wnioskować istnienia obiektu w rzeczywistości • *intensional* (np. *all* w 85)) – odbiorca powinien odwołać się do znanych mu reguł, może utworzyć nowe na podstawie faktów

Tab. 3.3.8.2 Relacje pomiędzy referencyjnością a konkretnością w nieformalnym modelu Hessa.

Powyższa tabela (Tab. 3.3.8.2) spełnia jeszcze jedno zadanie – stanowi uzupełnienie definicji aspektów referencyjności i konkretności. Uzupełnienie to nawet w pewnym stopniu modyfikuje podane wcześniej definicje tych pojęć.

W modelu Hessa (Tab. 3.3.8.1) nie znajdziemy generyczności jako jednego z niezależnych aspektów znaczenia. Przykłady w Tab. 3.3.8.2 wskazują, że użycie generyczne jest tożsame z abstrakcyjnym. Nasuwa się tu kilka wątpliwości. Po pierwsze, z użyciem generycznym mamy często do czynienia w kontekstach asertotycznych np. trzy klasyczne zdania: 34), 35), 36), gdy

tymczasem, użycie abstrakcyjne, z definicji, ograniczone jest do kontekstów nieasertotycznych (rozdział 3.2.1.2). Po drugie, jeżeli *bare plurals* interpretujemy jako referencję do pojęcia, jaka jest różnica pomiędzy generycznym *bare plural* a generycznym rodzajnikiem *the*? Również sprowadzanie roli abstrakcyjnych NP do wprowadzania do dziedziny dyskursu pojęć (czasami również odnoszenia się do nich) rodzi nieoczekiwane konsekwencje np. zdanie:
99) John seeks ***a unicorn***.

interpretując NP *a unicorn* abstrakcyjnie, należało by odczytywać 99) jako poszukiwanie przez Johna pojęcia jednorożca, gdy tymczasem on z pewnością poszukuje jednorożca istniejącego w jego wyobraźnie czyli możliwym świecie przez niego kreowanym.

Bień w swojej koncepcji *środowisk* [Bień77] interpretuje analogiczne zdania jako częściowy opis możliwego świata przypisywanego przez nadawcę John'owi.

Wydaje się, że Hess w ramach klasy abstrakcyjnych użyć NP łączy niepotrzebnie dwa różne zagadnienia:

a) użycie NP w nieasertotycznych kontekstach opisujących częściowo pewne możliwe światy (hipotetyczne w zdaniach warunkowych, 'organizowane' wokoło pewnych bytów),
b) oraz stwierdzenia generyczne, gdzie NP wprowadza do dyskursu (lub odnosi się do) pojęcia[14].

Kolejną niejasną kwestią jest miejsce presupozycji w modelu Hessa. Nie została ona wydzielona jako osobny aspekt. Można jej doszukiwać się w trzech aspektach: referencyjności, autonomiczności kwantyfikacji i kompletności.

- W referencyjności „bezpośrednia identyfikacja" zakłada prawdopodobnie warunek pomyślnego przeprowadzanie identyfikacji, co równałoby się presupozycyjnemu warunkowi istnienia. Jednak opis referencji zdań twierdzących dokonany jest z punktu widzenia nadawcy. Jest kwestią otwartą, jak wyrazić presupozycję z punktu widzenia odbiorcy.
- Relatywne determinatory presuponują istnienie zbioru bazowego, ale warunek presupozycyjny jest w niejasny sposób złagodzony w stosunku do „bezpośredniej identyfikacji".
- Z kolei, całkowite NP „pokrywając wszystkie instancje" wprowadzałyby warunek presupozycyjny lub asercję stwierdzającą, że nie istnieje żadna instancja pojęcia wyrażonego przez NP poza tymi, które wprowadza do dyskursu, lub odnosi się do nich, dana NP. W obydwu przypadkach mechanizm ten jest zbyt daleko idący – poprzez użycie *the dogs* wcale nie odnosimy się do wszystkich psów, nawet w jakimś ograniczonym kontekście. Odnosimy się do grupy psów znanej odbiorcy i nadawcy (lub jest to anafora). Wydaje się, że Hess poprzez pojęcie całkowitych NP chciał odróżnić referencyjne użycie *a* od *the*.

3.3.9. Podsumowanie drugie: skorygowany model Hessa

Niewątpliwie cennymi zaletami modelu Hessa są: bogaty zakres pokrywanych typów użyć NP, postrzeganie znaczenia NP w wielowymiarowej przestrzeni oraz postrzeganie poszczególnych aspektów znaczenia jako niezależnych mechanizmów. W efekcie mamy tu odejście od standardowej praktyki dążenia do interpretacji znaczenia NP wyłącznie w oparciu o mechanizm kwantyfikacji lub referencji. Można jedynie mieć wątpliwości co do wyboru zbioru identyfikowanych aspektów znaczenia i jego kompletności.

Zachowując wielowymiarowość znaczenia NP jako najważniejszą cechę modelu Hessa oraz mając na uwadze szereg podanych przykładów i analiz można zaproponować zmodyfikowaną wersję modelu [Piasec98, Piasec00a], korygującą kilka zaobserwowanych niejasności.

U podstaw skorygowanego modelu przyjęto kilka fundamentalnych założeń:

1) Język (analogicznie, jak u Hessa) jest postrzegany jako narzędzie komunikacji. W wyniku interpretacji kolejnych wypowiedzi będących częścią dyskursu zmienia się kontekst ich interpretacji obejmujący (patrząc z perspektywy odbiorcy) częściową wiedzę odbiorcy o: rzeczywistości (np. postrzegane obiekty), pojęciach i ich wzajemnych relacjach, nadawcy i jego

[14] Jeżeli nie przyjmujemy idealistycznego poglądu, niewątpliwie mało realistycznego, że definicje pojęć są wspólne dla wszystkich użytkowników języka i niezmienne, to generyczne użycia NP są również 'wrażliwe' na konteksty nieasertotyczne z powodu możliwych różnic w definicjach pojęć.

perspektywie postrzegania rzeczywistości oraz dotychczasowym przebiegu dyskursu. Znaczenie wyrażenia językowego jest utożsamiane tu, analogicznie do paradygmatu *semantyki dynamicznej* [GroSto91], ze zmianą jaką wprowadza jego interpretacja do kontekstu.

2) W trakcie interpretacji dyskursu tworzona jest reprezentacja znaczenia, istniejąca niezależnie od reprezentacji wiedzy posiadanej przez odbiorcę.
3) Podstawą opisu kwantyfikacji jest pojęcie *kwantyfikatora uogólnionego* będącego relacją na zbiorach obiektów (patrz podrozdział 4.2).
4) Jako podstawa do opisu generycznych NP zostaną wykorzystane pojęcia *klasy* i *obiektu*, rozumiane tu dość ogólnie w sposób nieprzesądzający jeszcze o sposobie ich późniejszej formalizacji, gdzie:
   - *klasa* to model pojęcia; jest wzorcem opisującym cechy obiektów (modelujących byty) *danej* klasy, czyli zgodnych z daną klasą; klasa wyznacza atrybuty dystynktywne obiektu, możliwe wzajemne relacje obiektów, reguły zachowania się obiektu danej klasy;
   - *obiekt* – model bytu realnego bądź abstrakcyjnego; może być zgodny z wieloma klasami posiadając odpowiednie atrybuty i występując w związkach określonych poprzez te klasy.
5) Dla każdej klasy istnieje metoda identyfikacji zgodności obiektu z daną klasą, oparta na wyróżnionym zbiorze cech i dopuszczająca pewne niezgodności pomiędzy cechami obiektu i cechami wyznaczonymi przez klasę. Niewątpliwie postulat ten jest bardzo trudny do osiągnięcia przy formalizacji, jednak niezbędny dla pełnego opisu znaczenia generycznych użyć NP.
6) Klasy tworzą strukturę zbudowaną w oparciu o pojęcia relacji *zawierania się pojęciowego* (ang. *subsumption*), gdzie jeżeli klasa A zawiera pojęciowo klasę B, to obiekty klasy B są również identyfikowane jako obiekty klasy A i mogą występować we wszystkich przewidzianych w niej związkach.

Funkcje NP zidentyfikowane do tej pory można podzielić na pięć warstw opisywanych przez odpowiednie cechy i ich wartości:

I. Generyczność: *generyczna* / *szczegółowa*:
   Rozróżniamy tu pomiędzy użyciem NP odnoszącym się do pojęcia opisywanego przez klasę (*generyczne*) a użyciem reprezentującym (lub odnoszącym się do) obiekt lub grupę obiektów (*szczegółowe*). Cecha ta zastępuje w aspekcie generyczności rozróżnienie Hessa pomiędzy konkretnym i abstrakcyjnym użyciem. Oczywiście generyczność zdania nie zależy wyłącznie od cech NP. Znaczenie generyczne NP jest swoistym narzędziem do budowy generycznego znaczenia zdania. Struktura zdania (np. czas teraźniejszy) może stwarzać preferencje do interpretacji generycznej.

II. *Referencyjność*: referencyjna / atrybutywna:
   Z modelu Hessa zachowane zostają nie tylko nazwy dystynkcji ale też ogólna idea definicji referencji. Jednak postrzegając znaczenie jako zmianę stanu kontekstu możemy uściślić definicję referencyjnego użycia NP:

Def. 3.3.9-1 Referencyjne użycie NP – ujęcie dynamiczne.

> Referencyjne użycie NP oznacza, że odbiorca powinien (nadawca jest w stanie) zidentyfikować, w kontekście interpretacji wypowiedzi obiekt (lub obiekty), do którego odnosi się dana NP.

Identyfikacja obiektu odbywa się w ramach i na podstawie kontekstu interpretacji obejmującego, zgodnie z przyjętymi założeniami, szereg rodzajów wiedzy.

Referencyjne użycie (Def. 3.3.9-1) nie pociąga za sobą warunku istnienia czy też unikalności. Te kwestie są przeniesione, w stosunku do modelu Hessa, do osobnej funkcji NP – presupozycji.

Atrybutywnie użyta NP nie nakłada powinności identyfikacji obiektu, a wręcz przeciwnie, wprowadza do dziedziny dyskursu nowy obiekt (lub obiekty) o określonych cechach (podobny sens pojęciom referencyjna/atrybutywna nadaje również Bień [Bień82])

III. *Presupozycja* – wyraża warunki sensowności użycia w kontekście:
   - *presupozycja egzystencjalna*,
   - *presupozycja indukowana kwantyfikatorowo*.

Presupozycja egzystencjalna tożsama jest tu z warunkiem nałożonym na liczność zbioru referentów zidentyfikowanych podczas interpretacji referencyjnej NP.

Presupozycja indukowana kwantyfikatorowo, pojęcie zdefiniowane między innymi przez Zubera [Zuber98], to warunek nałożony na jeden z dwóch argumentów kwantyfikatora.

IV. Kwantyfikacja - opisywana w sposób złożony przez:

- kwantyfikatora uogólnionego (np. **every**, **some**, **most**, **five**, itd.),
- *odmiana* kwantyfikatora:
  - kolektywny / dystrybutywny / łączny,
- zależność liczebnościowa:
  - (NP) zależna od / (NP) niezależna od

W ramach ostatniej warstwy zebrane są te cechy modelu Hessa, które mogą zostać zbiorczo opisane poprzez odpowiedni dobór kwantyfikatora uogólnionego oraz jego modyfikatorów, poprzez które otrzymujemy jego pożądaną odmianę (np. w stylu [Does94]).

Kwantyfikator uogólniony, w pierwszym przybliżeniu, może być definiowany jako relacja pomiędzy zbiorem obiektów wprowadzanych do kontekstu przez daną NP (lub zbiorem obiektów, do którego odnosi się dana NP) a zbiorem obiektów spełniających inny predykat np. czasownikowy, imiesłowowy itd. Formalne podejścia do interpretacji kwantyfikacji w języku naturalnym zostaną przedstawione w rozdziale 4, ostateczny kształt reprezentacji semantycznej proponowanej w niniejszej pracy zostanie ustalony w rozdziale 6.

Zależność liczebnościowa została włączona do kwantyfikacji ze względu na silny związek tej funkcji z liczebnością grupy obiektów wprowadzanej przez NP do dziedziny dyskursu. Podążając za pracą Bellert [Bellert89] (zaprezentowaną w rozdziale 4.4.2) i jej systemem ograniczeń na ilość możliwych znaczeń zdania z wieloma NP, zależność liczebnościowa jest tu analizowana w modelu jako relacja binarna pomiędzy parami NP. Dokładana definicja zależności zostanie przedstawiona w modelu formalnym znaczenia NP (rozdział 6). W ramach modelu lingwistycznego można utożsamić tymczasowo zależność liczebnościową z efektem zastosowania mechanizmu zasięgu kwantyfikatora.

3.4. Znaczenie polskiej frazy nominalnej.

Większość opracować dotyczących polskiej frazy nominalnej koncentruje się na aspektach składniowych (przegląd i klasyfikacja podejść w rozdziale 7) lub też na opisowej semantyce leksykalnej rzeczowników i przymiotników. Grupa prac dotyczących znaczenia całej FN jest znacznie mniej liczna - jako kryterium wyróżniające zostało tu przyjęte objęcie opisem zjawisk definiowanych w skorygowanym modelu Hessa np. kwantyfikacji, referencji, generyczności. W ramach tej grupy mamy prace czysto semantyczne, np. Grzegorczykowej [Grzegor72, Grzegor95] i Kossekiej-Toszewej [Kosesk82, Kosesk92], oraz prace składniowe ale pisane z punktu widzenia analizy strukturalno-funkcjonalnej, często odwołujące się do motywacji semantycznych np. Topolińskiej [Topoli84] i odwołujące się niej prace Grzegorczykowej [Grzegor96] i Mieczkowskiej [Mieczk95]. Punktem wyjścia do porównania i syntezy obserwacji prezentowanych w literaturze będzie skorygowany model Hessa zaproponowany w [Piasec98] i rozwijany w [Piasec99, Piasec00a].

Grzegorczykowa w swojej przeglądowej pracy, w rozdziale poświeconym referencji [Grzeg95:rozdz. 3], klasyfikuje ze względu typ referencji całe zdania a nie użycia fraz nominalnych, jednak wyraźnie wskazuje na argument nominalny jako źródło referencji w zakresie omawianym w klasyfikacji. Ponadto w analizie podawanych przykładów wskazywane są prawie wyłącznie różnice w konstrukcji frazy nominalnej. Dlatego też, zaprezentowaną tam klasyfikację można uznać przede wszystkim za klasyfikację użyć fraz nominalnych ze względu na referencję i kwantyfikację. Drugi z tych aspektów nie jest w tej klasyfikacji precyzyjnie wyeksponowany, jako, że Grzegorczykowa postrzega kwantyfikację jako pojęcie tożsame z referencją [Grzeg95:121]:

> „Informacja o odniesieniu użytego w zdaniu predykatu do obiektów świata zewnętrznego nosi nazwę referencji lub, za tradycją logiczną, kwantyfikacji."

To zaskakujące stwierdzenie wydaje się wynikać z faktu, iż we wszystkich przykładach ilustrujących klasyfikację Grzegorczykowej (poniżej), w których występuje 'jawna' kwantyfikacja, mamy do czynienia z niereferencyjnymi frazami nominalnymi, pozbawionymi jawnego odniesienia do wyróżnionych bytów. W rezultacie klasyfikacja ma płaski charakter, prezentując referencyjność i kwantyfikację jako dwa bieguny tego samego spektrum.

Grzegorczykowa dzieli frazy nominalne przede wszystkim na użyte *referencjalnie* i *areferencjalnie* [Grzeg95:121], przykładem tych drugich może być:

100) Jan jest dobrym nauczycielem.

gdzie „nie ma odniesienia do dwóch odrębnych obiektów: Jana i nauczyciela. Druga grupa nominalna jest w nim użyta predykatywnie." [Grzeg95:121].

Frazy nominalne używane referencjalnie (zdefiniowane jako dopełnienie do areferencjalnych) są dalej niejawnie klasyfikowane poprzez klasyfikację typów zdań [Grzeg95:rodz. 3] (w przykładach wyróżnione zostały te frazy nominalne, które są wskazywane w omówieniach jako charakterystyczne) na:

1. Szczegółowe:
   - 1.1. ściśle wyznaczone (referencja określona),
     101) Jan przyjechał.
   - 1.2. referencja nieokreślona („predykat odniesiony do przedmiotu jednostkowego ale nie ściśle zidentyfikowanego"),
     - 1.2.1. krypto-nieokreślone - subiektywnie określone,
       102) Powiedział mi o tym pewien pan.
     - 1.2.2. subiektywnie nieokreślone (dla obu rozmówców),
       103) Jakiś człowiek przyniósł tę paczkę.
     - 1.2.3. nieokreślone z ograniczeniami,
       104) Zrobił to ktoś z uczniów. Ktoś inny odniósł paczkę.
     - 1.2.4. nieokreślone bazujące na określonej klasie,
       105) Daj klucze komukolwiek w pracowni.
     - 1.2.5. wyznaczanie mniejszej części klasy,
       106) Niektórzy ludzie są uczciwi.
     - 1.2.6. kwantyfikujące logicznie (egzystencjalnie).
       107) Jakiś człowiek w tej chwili umiera.
2. Ogólne:
   - 2.1. kolektywnie kwantyfikujące,
     108) Wszystkie książki leżały na podłodze.
   - 2.2. dystrybutywnie kwantyfikujące,
     109) Każda książka leżała na podłodze.
   - 2.3. generyczne.
     110) Indianie oswoili psa. Słonie bywają używane jako zwierzęta juczne.
3. Pośrednie (określony zbiór).
   111) Moje dzieci wyjechały na wakacje. Wszyscy mieszkańcy Warszawy witali dostojnego gościa.

Analizując powyższą klasyfikację, można dostrzec wyraźne analogie pomiędzy cechami skorygowanego modelu Hessa (rozdział 3.3.9), a podstawą na jakiej zostały wyznaczone kolejne klasy.

Definicja areferencjanych użyć, ze względu na wskazywany „predykatywny" charakter użycia danej FN polegający na odwołaniu się do własności opisywanych przez daną FN, odpowiada generycznym użyciom w skorygowanym modelu Hessa (dalej, w tym podrozdziale, modelu).

Pojęcie „wyznaczania", zapożyczone od Topolińskiej [Topoli84], odpowiada procesowi identyfikacji bytu przez odbiorcę. Warto tu podkreślić, że proces identyfikacji stanowi kluczowy element definicji referencji przyjętej w modelu lingwistycznym. W większości podklas klasy 1.2 („referencja nieokreślona") brak jest operacji wyznaczania / identyfikacji w definicji. Wyjątek stanowi tu podklasa 1.2.1 krypto-nieokreślonych użyć. Definicja krypto-nieokreśloności Grze-

gorczykowej była prezentowana w rozdziale 3.3.2 przy okazji omawiania fenomenu referencyjnego użycia rodzajnika nieokreślonego. Przypomnijmy, że nadawca potrafi zidentyfikować referenta, sygnalizuje odbiorcy, że referent istnieje i może być zidentyfikowany, ale nie oczekuje od odbiorcy zdolności do jednoznacznej identyfikacji referenta. Ponadto krypto-nieokreślone użycie powoduje, że dana FN nie wchodzi w relacje zasięgu z innymi FN (referent jest określony) analogicznie jak określone FN. Wydaje się, że różnicę pomiędzy określonym użyciem a kryptonieokreślonym można tłumaczyć różnicą w charakterze presupozycji egzystencjalnej [Piasec99, Piasec00a], tzn. różnicą pomiędzy *presupozycją słabą* nakładającą warunek identyfikacji potencjalnych referentów (przynajmniej jednego) a presupozycją unikalną (klasyczną) nakładającą warunek zidentyfikowania dokładnie jednego referenta.

Klasy 1.2.2 oraz 1.2.6 to typowe przykłady kwantyfikacji egzystencjalnej. W tym przypadku różnica leży poza FN, w opisie sytuacji wnoszonym przez frazę czasownikową (klasyfikacja Grzegorczykowej jest klasyfikacją zdań). FN w obydwu klasach wyrażają istnienie bytu o określonych cechach. W modelu można je opisać jako atrybutywne oraz kwantyfikujące egzystencjalnie po obiektach o określonych własnościach.

Różnica w przypadku klasy 1.2.3 polega na złożonej konstrukcji FN – pojawia się przyimek *z* wyznaczając określony zbiór bytów. Egzystencjalna kwantyfikacja jest tu ograniczona do wyznaczonego zbioru. W modelu można takie FN scharakteryzować jako zawierające kwantyfikator egzystencjalny i jednocześnie referencyjne. Analiza formalna takiego połączenia zostanie przedstawiona w rozdziale 7.

Z kolei FN w klasie 1.2.5 reprezentują zbiorowości. Jednak przyczyna niezakwalifikowania 1.2.5 do podklasy 2 wydaje się, że leży w kwantyfikatorze pojawiającym się w przykładach. Jest to zawsze kwantyfikator relatywny [Grzeg95:127] wydzielający pewien podzbiór z presuponowanego zbioru bazowego. W pracy ponadto pojawia się stwierdzenie:

> „Na pograniczu kwantyfikacji szczegółowej i ogólnej znajduje się [...] typ wyznaczania, mianowicie wyznaczanie obiektów stanowiących część (mniejszą) klasy nazwanej rzeczownikiem [...]".

Warto zauważyć, że w klasyfikacji nie pojawiają się FN zawierające liczebniki, które mogą być zarówno 'nieokreślone' np. *dwóch chłopców* jak i też ściśle wyznaczone np. *tych dwóch chłopców*. Ponadto FN zawierające liczebniki trudno zaklasyfikować do klasy 2 czyli „ogólnych".

Nazwa klasy 1.2.4 jest nieco myląca, ponieważ niekoniecznie klasa obiektów musi być określona np.:

112) Ktokolwiek by to nie zrobił, musiałby być szalony.

Przyczyną odmienności FN tego typu, nie jest kwantyfikacja po ograniczonym zbiorze, a jedynie jak zauważa sama Grzegorczykowa [Grzeg95:126]:

> „Ten typ informacji referencjalnej występuje przede wszystkim w zdaniach niefaktywnych (M.P. u Hessa określanych mianem nieasertotycznych), odnoszących się do przyszłości, rzeczywistości możliwej, pożądanej, co wiąże się z faktem, że w znaczeniu tych grup jest zawarta informacja o możliwości."

FN z klasy 1.2.4 reprezentują nieokreślone obiekty, często o określonych własnościach, ale nie z rzeczywistości a z pewnego 'kontekstu hipotetycznego' (możliwego stanu rzeczy). Nakładają ograniczenia natury semantycznej na zakres konstrukcji składniowych, w których mogą być użyte.

Połączenie w klasie 2 przypadków kwantyfikacji ogólnej z generycznym użyciem FN wynika z podobieństwa znaczenia generycznego (reguły odnoszącej się do wszystkich obiektów określonej klasy z definicji) do stwierdzenia pewnej własności przy pomocy kwantyfikatora uniwersalnego. Podklasy 2.1 i 2.2 są wyznaczone poprzez użycie określonych leksemów wyrażających dwa typy kwantyfikacji uniwersalnej. Warto tu podkreślić użycie pojęć „kwantyfikującej dystrybutywnie" i „kolektywnie" przez Grzegorczykową. FN z klas 2.1 i 2.2 mogą być opisane w modelu jako atrybutywne wraz z określonym kwantyfikatorem. Klasa 2.3 to, natomiast, frazy FN generyczne użyte w odmienny sposób niż „areferencjalne" FN. FN z 2.3 również nie reprezentują konkretnych obiektów a jedynie własności przypisywane obiektom danej klasy z definicji.

Natomiast klasa 3 to miejsce, do którego zostało ‘wrzucone’ część FN, które nie pasują do głównego podziału na szczegółowe i ogólne z pominięciem poszczególnych pośrednich form kwantyfikacji. Sama autorka zdaje sobie sprawę, że wiele zdań nie pasuje do klasyfikacji (głównie z racji różnorodnego łączenia form kwantyfikacji ze referencyjnością) [Grzeg95:121].

Podobną do Grzegorczykowej, choć różniącą się terminologicznie oraz znacznie bardziej szczegółową klasyfikację użyć polskich FN (odpowiadających w terminologii Topolińskiej „grupom imiennym") prezentuje Topolińska [Topoli84]. Tym razem, klasyfikacji i opisowi podlegają FN. Klasyfikacja jest konstruowana wyraźnie z punktu widzenia „użycia" FN [Topoli84:301].

Topolińska w swojej obszernej pracy nie przedstawia jednej zwartej klasyfikacji a jedynie wprowadza ją na raty i, co ciekawe, wydaje się, że konstruuje ją z dwóch częściowo niezależnych punktów widzenia: referencji i „wyrażania oceny ilościowej".

Przede wszystkim mamy podział na frazy nominalne używane [Topoli84:301]:

1. predykatywnie (inna nazwa: „nie wyznaczone"), np. [Topoli84:301]
   113) Jerzy jest nauczycielem.
2. argumentowo (wyznaczone),
   2.1. przedmiotowe:
      2.1.1. wyrażenia argumentowe zbiorowościowe,
      2.1.2. wyrażenia argumentowe jednostkowe,
         2.1.2.1. prymarnie jednostkowe,
         2.1.2.2. wtórnie jednostkowe;
   2.2. nieprzedmiotowe.

FN używane argumentowo informują, że [Topoli84] „możemy jednoznacznie zidentyfikować przedmiot" lub „wiemy o istnieniu tego przedmiotu, ale nie umiemy (lub nie chcemy) jednoznacznie go zidentyfikować"

FN używane argumentowo Topolińska dzieli dalej przy pomocy kryterium „wyrażania identyfikacji" [Topoli84:304], gdzie cechą charakterystyczną *wyrażeń argumentowych identyfikujących* „jest obecność w tekście wykładnika jednoznacznego jej odniesienia do konkretnego przedmiotu". Dodatkowo, wyrażenia argumentowe identyfikujące są charakteryzowane jako [Topoli84:304]:

> „Wyrażenia argumentowe identyfikujące jest siłą rzeczy tożsame referencyjnie (ma tego samego referenta, jest koreferencyjne) dla nadawcy i odbiorcy tekstu"

Również *wyrażenia argumentowe nieidentyfikujące* (pomimo nazwy przez negację) otrzymują własną definicję [Topoli84:313]:

> „Przez wyrażenie argumentowe nieidentyfikujące rozumiemy wyrażenie, którego referentem jest zindywidualizowany, lecz nie zidentyfikowany jednoznacznie element nazwanego lub wskazanego zbioru tj. innymi słowy: wyrażenie predykatywne o zindywidualizowanym, lecz nie wskazanym odniesieniu, stojące w pozycji otwartej dla argumentu."

Wyłania się duża zbieżność pomiędzy pojęciem identyfikacji Topolińskiej a definicją referencji Hessa. Na podstawie kryterium identyfikacji można FN używane argumentowo podzielić dalej na:

1. wyrażenie argumentowe identyfikujące:
   1.1. prymarne:
      1.1.1. imiona własne,
      1.1.2. inne wyrażenia o stałym odniesieniu (np. *ja*, *ty*, *tu*),
      1.1.3. wyrażenia typu (np. *to*, *on*, *ten*) skorelowane z gestem wskazującym;
   1.2. derywowane wyrażenia (deskrypcje określone):
      1.2.1. językowo zupełne na podstawie wiedzy o świecie, np. *pierwszy prezydent Francji*,
      1.2.2. językowo niezupełne, zredukowane, jednoznaczne w określonej sytuacji, np. *kościół* (użyte w określonej wsi),
      1.2.3. językowo niezupełne, skorelowane z gestem jednoznacznego odniesienia;
2. wyrażenie argumentowe nieidentyfikujące.

Topolińska nie dzieli dalej wyrażeń argumentowych nieidentyfikujących na dalsze podklasy, a jedynie przeprowadza analizę szeregu różnych konstrukcji. Warto tu wspomnieć o wyróżnieniu szeregu przypadków wyrażeń wyznaczających niezidentyfikowany element określonego zbioru. Topolińska również zauważa przypadek krypto-nieokreślonego użycia (chociaż nie używa tego pojęcia) np. [Topoli84:313-314]

114) Załatwił mi to ktoś wpływowy.
115) Wyczytałem to w jednej książce.
116) Powiedział mi to wczoraj pewien pan.

Według Topolińskiej, FN podkreślone w powyższych zdaniach mają podwójną interpretację [Topoli84:313]:

„1) mówię o konkretnym przedmiocie (człowieku), nie umiem go wskazać,
2) mówię o konkretnym przedmiocie (człowieku) nie chcę go wskazać jawnie."

W klasie wyrażeń argumentowych zbiorowych Topolińska wyróżnia:

- koniunkcję jako mechanizm konstrukcji argumentu zbiorowego,
- liczbę mnogą jako podstawowy wykładnik „odmiennej oceny ilościowej" w stosunku do liczby pojedynczej; jednak nie w przypadku predykatywnych użyć, gdzie liczba mnoga jest wynikiem uzgodnienia składniowego [Topoli84:325] np. liczba mnoga nie pełni roli wykładnika oceny ilościowej w FN wyróżnionej w przykładzie poniżej:

117) Staś i Jurek są dobrymi nauczycielami.

- rozróżnienie pomiędzy dystrybutywnym i kolektywnym postrzeganiem zbiorowości,
- liczebniki (w tym, nieokreślone liczebniki i zaimki liczebne) jako wykładniki oceny ilościowej.

Analizując podawane przez Topolińską przykłady FN wyznaczających zbiorowości, można dojść do wniosku, że podział na FN identyfikujące i nieidentyfikujące jest ortogonalny w stosunku do podziału na FN jednostkowe i zbiorowościowe. W tym przekonaniu utwierdza zaproponowany schemat struktury polskiej frazy nominalnej [Topoli84:rozdz. 3]

wykładniki sposobu referencji i oceny ilościowej	wyrażenia predykatywne i argumentowe w funkcji atrybutów	składnik konstytutywny grupy
	grupa jądrowa	

Składnik nazwany „wykładniki sposobu referencji i oceny ilościowej" jest dalej rozbijany na:

operator referencyjny	operator numeryczny ('leksem kwantyfikujący')	nazwa jednostki

Przykładem FN, w której wszystkie pozycje są zrealizowane leksykalnie może być: *tych dwóch nadzwyczaj młodych chłopców*

- *tych* to operator referencji
- *dwóch* – operator numeryczny
- nazwa jednostki się nie pojawia ponieważ grupa jądrowa *nadzwyczaj młodych chłopców* odnosi się do wyróżnialnych elementów.

Również w przypadku klasyfikacji Topolińskiej można dostrzec zbieżność przyjętych rozróżnień z cechami proponowanymi w modelu np. predykatywne użycie – generyczne w modelu, identyfikujące – referencyjne, nieidentyfikujące – atrybutywne, niezależny opis pod względem oceny ilościowej odpowiada niezależnej cesze kwantyfikacji w modelu.

Porównując podejścia Grzegorczykowej i Topolińskiej, pomimo różnic terminologicznych, widać zgodność w podstawowym szkielecie obydwu klasyfikacji, który dzieli użycia FN następująco (w nawiasach kolejno nazwy Topolińskiej, Grzegorczykowej i charakterystyka w modelu):

1. opisujące własności bytów, nie reprezentujące bytów w dyskursie (predykatywne - areferencjalne - generyczne),
2. reprezentujące byty w dyskursie (argumentowe- referencjalne - szczegółowe):
   2.1. reprezentujące byty nie poddające się ocenie ilościowej, do których nie da się zastosować pojęcia liczby np. masy, substancje, pojęcia abstrakcyjne (nieprzedmiotowe-brak kategorii-poza obszarem modelu),

2.2. reprezentujące byty jednostkowe lub składające się z wyróżnialnych i przeliczalnych elementów np. zbiorowości (przedmiotowe- referencjalne - szczegółowe):
   2.2.1. reprezentujące w dyskursie byty identyfikowane w kontekście użycia (identyfikujące + 'krypto-nieokreślone' – szczegółowe: ściśle wyznaczone i krypto-nieokreślone – szczegółowe, referencyjne, różniące się wartością cech presupozycji i kwantyfikacji),
   2.2.2. reprezentujące w dyskursie byty potencjalnie istniejące, niemożliwe do jednoznacznej identyfikacji w kontekście przez obie strony komunikacji (nieidentyfikujące pozostałe kategorie: szczegółowe, atrybutywne, różniące wartością cechy kwantyfikacji).

Mieczkowska [Mieczk95] ogranicza się, przede wszystkim, do analizy składni "ciągów liczebnikowych". W analizie pozycji liczebnika ("ciągu liczebnikowe") w ramach FN, zajmuje stanowisko zgodne z Topolińską [Topoli84]. W dziedzinie semantyki jawnie odwołuje się do analiz Topolińskiej [Topoli84].

Kosseska-Toszewa [Kosesk82, Kosesk92] przypisuje rozróżnienie: "określoność / nieokreśloność" do zdania oraz konstruuje klasyfikację użyć zdań opartą na "zakresie odniesienia znaczenia zdania". Wyróżnia jednak wykładniki tej dystynkcji we frazach FN. Pracując w obrębie analizy porównawczej języka polskiego i bułgarskiego używa pojęcia "determinatora", motywowanego semantycznie, w odniesieniu do pewnej grupy polskich leksemów. Zakres tej grupy pokrywa się z zakresem kategorii determinatora wprowadzonej przez Węgrzynek [Węgrzy95] (omówienie w rozdziale 7.1). Klasyfikacja, przedstawiona przez Koseską-Toszewą [Kosesk82], oraz wyróżnione wykładniki pokrywają się w znacznej mierze z klasyfikacją Topolińskiej [Topoli84]. Koseska-Toszewa jedynie wielokrotnie podkreśla, iż określoność jest cechą całego zdania a nie FN. Sygnalizuje wpływ frazy czasownikowej na określoność całego zdania np. wyrażania przez nią jednoznacznie określonej sytuacji.

Koseska-Toszewa wprowadzając w ograniczonym zakresie metody formalne oparte na logice klasycznej do opisu znaczenia języka naturalnego, utożsamia określoność z warunkiem istnienia dokładnie jednego obiektu (grupy obiektów, w przypadku mnogich FN), spełniającego deskrypcję wyrażoną przez FN. Wprowadza wyraźne rozróżnienie pomiędzy określonością odniesienia i kwantyfikacją (opisywaną kwantyfikacją klasyczną).

Warto również odnotować interesujące przekonanie Koseskiej-Toszewej [Kosesk82], że język naturalny upraszcza możliwości kombinacji kwantyfikatorów do dwóch, trzech "kombinacji" (na podstawie przedstawionych przykładów należy to rozumieć jako: 'do trzech kwantyfikatorów klasycznych w reprezentacji semantycznej'). Spostrzeżenie to jest szczególnie interesujące w kontekście rozważań (rozdział 7.10) nad ilością możliwych znaczeń w przypadku polskich zdań złożonych z więcej niż jedną 'kwantyfikującą' FN.

Podsumowując, analiza prezentowanych powyżej nieformalnych podejść do opisu semantyki polskiej FN dokonana z perspektywy modelu sugeruje, iż mimo 'angielskich korzeni' modelu, wprowadzone tam pojęcia są adekwatnym narzędziem opisu polskich FN. Co więcej, w klasyfikacji Topolińskiej można dostrzec również koncepcję, stanowiącą istotną składową modelu, odrębnego opisu poszczególnych aspektów znaczenia FN (u Topolińskiej w zakresie referencji i kwantyfikacji). Wyróżnione zostały nawet leksykalne wykładniki referencji i kwantyfikacji.

4. Formalna interpretacja kwantyfikacji w języku naturalnym

Zanim przystąpimy do formalizacji opisu znaczenia bogactwa form kwantyfikacji w języku naturalnym, wprowadzony zostanie formalny język L_{typ}, wykorzystywany dalej w różnorodny sposób. Tam, gdzie nie będzie to wyraźnie zastrzeżone[15], L_{typ} będzie stosowany jako metajęzyk w przytaczanych dalej definicjach formalnych. L_{typ} będzie również używany często do reprezentacji znaczeń omawianych przykładów języka naturalnego. Ponadto, L_{typ} zostanie zastosowany w dalszej części pracy (rozdział 6), jako metajęzyk definicji proponowanego tam formalnego języka reprezentacji znaczenia.

Korzystając z wprowadzonego narzędzia, w dalszej części rozdziału, przedstawiony zostanie przegląd wybranych elementów teorii kwantyfikatora uogólnionego. Szczególna uwaga zostanie poświęcona zastosowaniom teorii w opisie znaczenia języka naturalnego.

4.1. Prosty język logiki wyższego rzędu z typami: L_{typ}

Język L_{typ} definiowany jest jako wariant logiki typów, wywodzącej się z *prostej teorii typów* Church'a (ang. *Simple Type Theory*) [Church41] (za [Barend92]), nazywanej też, w wersji jednosortowej, *ekstensjonalną teorią typów* [Does94:20].

Użycie logiki typów (jedno lub wielosortowej) jako narzędzia opisu znaczenia języka naturalnego ma bardzo długą tradycję począwszy się od klasycznych prac Montague (np. [Montag70a, Montag73, DoWaPe81]) a skończywszy na podejściach łączących logikę typów z teorią kwantyfikatora uogólnionego (np. [Benthe96, Does94]) czy też z teorią *DRT* (np. podejście Muskensa [Muskens96] – prezentowane w rozdziale 5.2.3). Wielką zaletą logiki typów jest możliwość konsekwentnego powiązania kategorii składniowych gramatyki języka naturalnego z typami logiki, osiągając w ten sposób elegancką kompozycyjność konstrukcji reprezentacji znaczenia. Logika stosowana w sposób kompozycyjny do opisu znaczenia, z natury posiada rozbudowany słownik i zbiór reguł składniowych. Sygnatury typów wyrażeń logiki ułatwiają definiowanie składni języka i opis konstrukcji jego wyrażeń.

Jak już to było wspomniane, L_{typ} zostanie zastosowany jako metajęzyk w konstrukcji proponowanego tu języka reprezentacji znaczenia (rozdział 6). Dokładniej, zaadoptowana zostanie tu użyta przez Muskensa metoda tzw. *warstwowej konstrukcji logiki* (przedstawiana w rozdziale 5.2.3) w ramach, której wyrażenia wprowadzanego języka będą definiowane jako skróty notacyjne wyrażeń języka L_{typ}.

Definiowany język L_{typ} składa się z dwóch głównych komponentów składniowych: *typów* i *termów*. Komponent typów stanowi rodzaj metajęzyka używanego w definicji języka termów. W ujęciu Church'a, typy są przypisane termom w jednoznaczny sposób. Przypisanie typów definiuje kategorie termów ze względu na ich funkcjonalną hierarchię. Typ określa własności składniowe termów oraz dziedzinę ich denotacji. Jeżeli do termu T przypisany jest typ a, mówimy, że term T jest *typu* a.

Typy określane są poprzez języka formalny obejmujący *sorty* (nazywane też *typami podstawowymi* – ang. *basic types* [Does94:20]) oraz konstruktory *typów złożonych*. Sortom są przypisane zbiory stanowiące *denotacje typów pierwotnych*. Z konstruktorami typów złożonych są skojarzone, w jednoznaczny sposób, reguły określające denotacje typów złożonych. Denotacje typów określają dziedziny w obrębie, których może być przypisana denotacja termów określonego typu. Typy termów wyznaczają również poprawne sposoby konstrukcji wyrażeń złożonych języka L_{typ}.

W definicji działania konstruktorów typów złożonych oraz w definicjach komponentu termów języka L_{typ} będziemy stosować meta-zmienne po typach oznaczane a, b, razem z opcjonalnym indeksem.

W teorii Church'a typ jest zapisywany razem z termem, najczęściej po dwukropku, bezpośrednio w wyrażeniu języka logiki typów. Ponieważ, w zastosowaniach lingwistycznych logika typów jest przede wszystkim narzędziem systematycznego opisu znaczenia, oraz sposób konstrukcji termów logiki jest ściśle wyznaczony, jawny zapis typu termu jest często pomijany w

[15] W odniesieniu do części przytaczanych teorii, pozostawiona została oryginalna notacja, tam gdzie zachodziła obawa, że zmiana notacji może wprowadzić zbyt daleko idące zmiany.

trakcie użycia termów logiki, zwłaszcza tam, gdzie typ termu wynika z kontekstu użycia lub też gdzie typ termu jest oznaczany pozajęzykowi środkami takimi, jak konwencje nazewnictwa zmiennych oraz stałych (np. [Does94, DoWaPe81, Muskens96]). Podobna praktyka będzie stosowana również i w tej pracy.

Typy języka L_{typ} oraz ich denotacje wyznaczone są poprzez następujące definicje:

Def. 3.3.9-1 Typy L_{typ}

Typy L_{typ} to najmniejszy zbiór, który zawiera:

1) Typy podstawowe (sorty): *e* oraz *t*
2) Wszystkie wyrażenia (*a b*), gdzie *a* i *b* są typami.
3) Wszystkie wyrażenia $(a_0 \bullet a_1 \bullet ... a_n)$, gdzie $n \in \mathbf{Nat}$ oraz dla dowolnego *i*, $0 \le i \le n$, a_i jest typem[16].

Nazwy sortów: *e* i *t*, są mocno ugruntowane w tradycji zastosowań lingwistycznych (począwszy od Montague [Montag70a, Montag73]). Ich nazwy wywodzą się od ang. *entity* oraz *truth values*. Nazwy te wynikają z założonej interpretacji denotacji obydwu typów. Denotacja typu *e* jest standardowo utożsamiana z dziedziną interpretacji modelu danej logiki.

Formalnie denotacje typów L_{typ} są zdefiniowane następująco:

Def. 3.3.9-2 Denotacje typów L_{typ}

Z każdym typem *a* skojarzona jest denotacja typu *a* oznaczana poprzez $\mathbf{D}_a$:

1) $\mathbf{D}_e \neq \varnothing$ to dowolny niepusty zbiór,
2) $\mathbf{D}_t = \{\mathbf{0},\mathbf{1}\}$ – zbiór wartości logicznych,
3) $\mathbf{D}_{(a\,b)} = \mathbf{D}_b^{\mathbf{D}_a}$,
4) $\mathbf{D}_{(a_0 \bullet a_1 \bullet ... \bullet a_n)} = \mathbf{D}_{a_0} \times \mathbf{D}_{a_1} \times ... \mathbf{D}_{a_n}$.

Denotacja typu *e* (punkt 1)) nie jest w pełni określona. Zabieg ten jest celowy. Jak już to było wspomniane, $\mathbf{D}_e$ zostanie później utożsamiona z dziedziną interpretacji modelu dla L_{typ}. W powyższej definicji denotacji najważniejszym elementem jest mechanizm jednoznacznego, rekursywnego określania denotacji typów złożonych na podstawie denotacji typów pierwotnych.

W przypadku denotacji typów złożonych, zgodnie z oznaczeniami przyjętymi w niniejszej pracy, mamy:

- $\mathbf{D}_{(a\,b)}$ - to zbiór wszystkich funkcji całkowicie określonych: $\mathbf{D}_a \to \mathbf{D}_b$ - biorących jako argumenty elementy należące do denotacji typu *a* i zwracających elementy z denotacji typu *b*,
- $\mathbf{D}_{(a_0 \bullet a_1 \bullet ... \bullet a_n)}$ - to iloczyn kartezjański *n* denotacji typów składowych.

4.1.1. Składnia L_{typ}

Zgodnie z typami zdefiniowanymi przy pomocy definicji: Def. 3.3.9-1 i Def. 3.3.9-2, składnia L_{typ} określona jest następująco:

A. Zbiór symboli L_{typ}

1. Dla każdego typu *a*, istnieje zbiór *symboli stałych typu a*, oznaczony przez Con_a, gdzie indeks dolny „*a*" oznacza typ *a*; poszczególne stałe typu *a* (poza wyróżnionymi) będziemy oznaczać przez $con_{a,i}$, gdzie $i \in \mathbf{Nat}$.
2. Dla każdego typu *a*, istnieje *zbiór zmiennych typu a*, oznaczony przez Var_a; poszczególne zmienne typu *a* (poza wyróżnionymi) będziemy oznaczać przez $var_{a,i}$, gdzie $i \in \mathbf{Nat}$.
3. Zbiór operatorów: '$\neg$', '$\wedge$', '$\vee$', '$\to$', '$\exists$', '$\forall$', 'λ' – *stałych logicznych* o interpretacji ustalonej niezależnie przez reguły semantyczne.

[16] Ze względu na zastosowania L_{typ} w dalszej części pracy wprowadzamy tu w miejsce pojedynczego konstruktora binarnego '•', zdefiniowanego w [Does94:20], rodzinę konstruktorów n-argumentowych (można również by było je wyprowadzić z konstruktora binarnego jako skróty notacyjne).

B. Dla każdego typu a, zbiór wszystkich poprawnych wyrażeń typu a (ang. *well-formed expressions*) będziemy oznaczać przez Wf_a.
C. Wyrażenia typu t, czyli należące do Wf_t będziemy nazywali *formułami*, pozostałe *termami*; *termami prostymi* będziemy nazywali stałe i zmienne dowolnego typu z wyjątkiem typu t.
D. Wyrażeniami poprawnymi języka L_{typ} są tylko wyrażenia zbudowane z symboli L_{typ} wg następujących reguł:
    1. Dla każdego typu a, $Con_a \subseteq Wf_a$ oraz $Var_a \subseteq Wf_a$.
    2. Dla dowolnych typów a i b, jeżeli $\alpha \in Wf_{(a,b)}$ i $\beta \in Wf_a$ to $\alpha(\beta) \in Wf_b$.
    3. Dla dowolnych typów a_0, a_1, ..., a_n, jeżeli $\alpha_i \in Wf_{a_i}$ gdzie $0 \le i \le n$ to $\langle \alpha_0, ..., \alpha_n \rangle \in Wf_{(a_0 \bullet a_1 \bullet ... \bullet a_n)}$.
    4. Dla dowolnych typów a_0, a_1, ..., a_n, jeżeli $\alpha \in Wf_{(a_0 \bullet a_1 \bullet ... \bullet a_n)}$ to $(\alpha)^i \in Wf_{a_i}$, gdzie $i,n \in \mathbf{Nat}$ oraz $1 \le i \le n$.
    5. Jeżeli $\phi \in Wf_t$ i $\psi \in Wf_t$, to każde z następujących wyrażeń również należy do Wf_t: $\neg\phi$, $\phi \wedge \psi$, $\phi \vee \psi$, $\phi \rightarrow \psi$.
    6. Dla dowolnego typu a, jeżeli $\phi \in Wf_t$ oraz $\alpha \in Var_a$, to:
        - $\forall \alpha.\phi \in Wf_t$
        - $\exists \alpha.\phi \in Wf_t$
    7. Dla dowolnych typów a i b, jeżeli $\alpha \in Var_a$ i $\beta \in Wf_b$, to $\lambda\alpha.\ \beta \in Wf_{(a,b)}$.

4.1.2. Semantyka L_{typ}

Modelem L_{typ} jest para $M=\langle A,I \rangle$, gdzie A to dziedzina interpretacji, pewien niepusty zbiór obiektów, I to funkcja interpretująca (w skrócie *interpretacja*),

$I: \bigcup_{a \in typów\ L_{typ}} Con_a \longrightarrow \bigcup_{a \in typów\ L_{typ}} \mathbf{D}_a$, taka że dla każdego typu a i dla każdego $c \in \mathrm{Con}_a\ I(c) \in \mathbf{D}_a$.

Przyjmujemy ponadto, że $\mathbf{D}_e = A$ (denotację pozostałych typów L_{typ} określa Def. 3.3.9-2)

Wartościowaniem zmiennych nazywamy funkcję

$g: \bigcup_{a \in typów\ L_{typ}} Var_a \longrightarrow \bigcup_{a \in typów\ L_{typ}} \mathbf{D}_a$, taka że dla każdego typu a i dla każdego $v \in \mathrm{Var}_a\ g(v) \in \mathbf{D}_a$.

Detonacja wyrażenia ϕ języka L_{typ} w modelu M, przy wartościowaniu g, oznaczana $\|\phi\|^{M,g}$, zdefiniowana jest następująco:

1. Dla dowolnego $\alpha \in Con_a$, $\|\alpha\|^{M,g} = I(\alpha)$.
2. Dla dowolnego $\alpha \in Var_a$, $\|\alpha\|^{M,g} = g(\alpha)$.
3. Dla dowolnych typów a i b oraz dla dowolnych $\alpha \in Wf_{(a,b)}$ i $\beta \in Wf_a$, $\|\alpha(\beta)\|^{M,g} = \|\alpha\|^{M,g}(\|\beta\|^{M,g})$.
4. Dla dowolnych typów a_0, a_1, ..., a_n oraz dla dowolnych $\alpha_i \in Wf_{a_i}$, gdzie $i,n \in \mathbf{Nat}$ oraz $0 \le i \le n$ mamy: $\|\langle \alpha_0,\alpha_1,...,\alpha_n \rangle\|^{M,g} = \left\langle \|\alpha_0\|^{M,g}, \|\alpha_1\|^{M,g}, ..., \|\alpha_n\|^{M,g} \right\rangle$.

   (Konstruowana jest n-krotka z denotacji poszczególnych wyrażeń składowych. Symbol '$\langle \ldots \rangle$' będzie odtąd używany w podwójnym znaczeniu: jako element języka przedmiotowego i metajęzyka. Tam, gdzie mogłaby powstać niejasność, jego użycie będzie opatrzone komentarzem.)
5. Dla dowolnych typów a_0, a_1, ..., a_n, jeżeli $\alpha \in Wf_{(a_0 \bullet a_1 \bullet ... \bullet a_n)}$, to z definicji $\|\alpha\|^{M,g}$ jest równoważne $\left\langle \|\alpha_0\|^{M,g}, \|\alpha_1\|^{M,g}, ..., \|\alpha_n\|^{M,g} \right\rangle$, gdzie α_i to pewne wyrażenia należące do Wf_{a_i} oraz wtedy $\|(\alpha)^i\|^{M,g} = \|\alpha_i\|^{M,g}$.

   (Operacja ta oznacza rzutowanie odpowiednio po i-tym elemencie encji.)

6. Dla dowolnych typów a i b oraz dla dowolnych $\alpha \in Wf_a$ i $\beta \in Wf_b$, $\|\lambda\alpha(\beta)\|^{M,g}$ to funkcja $f: \mathbf{D}_a \rightarrow \mathbf{D}_b$, taka, że dla każdego $d \in \mathbf{D}_a$ $f(d) = \|\beta\|^{M,h}$, gdzie $g[\alpha/d]h$ (konwencja notacyjna z rozdziału 1.2).
7. Operatory logiczne $\|\neg\phi\|^{M,g}$, $\|\phi \wedge \psi\|^{M,g}$, $\|\phi \vee \psi\|^{M,g}$, $\|\phi \rightarrow \psi\|^{M,g}$ otrzymują standardowe denotacje.
8. Dla dowolnego typu a oraz dowolnych α takich, że $\alpha \in Var_a$ i $\phi \in Wf_t$, $\|\forall\alpha.\phi\|^{M,g} = \mathbf{1}$ w.t.w., gdy dla każdego wartościowania zmiennych h takiego, że $g[\alpha]h$, $\|\phi\|^{M,h} = \mathbf{1}$.
9. Dla dowolnego typu a oraz dowolnych $\alpha \in Var_a$ i $\phi \in Wf_t$ to $\|\exists\alpha.\phi\|^{M,g} = \mathbf{1}$ w.t.w., gdy istnieje wartościowanie zmiennych h takie, że $g[\alpha]h$, $\|\phi\|^{M,h} = \mathbf{1}$.

Prawdziwość formuły przy określonym wartościowaniu i prawdziwość w modelu są określone standardowo:

Def. 4.1.2-1 Prawdziwość formuły

> Jeżeli $\phi \in Wf_t$ oraz dla pewnego modelu M i wartościowania g $\|\phi\|^{M,g} = \mathbf{1}$, to formuła ϕ jest *spełniona* w modelu M i wartościowaniu g.

Def. 4.1.2-2 Prawdziwość formuły w modelu

> Jeżeli $\phi \in Wf_t$ oraz dla pewnego modelu M i każdego wartościowania g $\|\phi\|^{M,g} = \mathbf{1}$, to formuła ϕ jest *spełniona* w modelu M.

4.1.3. Związki pomiędzy denotacjami wyrażeń L_{typ} a standardową teorią zbiorów.

W dalszych rozdziałach pracy dotyczących kwantyfikacji, będziemy się często odnosić do termów L_{typ} jako denotujących zbiory bądź też relacje na zbiorach. Zanim do tego przejdziemy, warto zebrać razem kilka podstawowych faktów.

Reguły semantyczne przypisują termom L_{typ} różne relacje konstruowane na bazie dziedziny interpretacji modelu. Szczególnie interesujące są tu termy typu $(a_0(...(a_n\ t)...)$, gdzie a_i to dowolny typ. Termy te mają jednoznaczną interpretację na gruncie standardowej teorii zbiorów. Każdemu elementowi denotacji typu $(a_0(...(a_n\ t)...)$, będącemu funkcją, można w jednoznaczny sposób przyporządkować równoważny mu element denotacji typu $((a_0 \bullet a_1 \bullet ... \bullet a_n)\ t)$. Oznacza to, że elementy denotacji $(a_0(...(a_n\ t)...)$ wyznaczają podzbiory produktu $\mathbf{D}_{a_0} \times \mathbf{D}_{a_1} \times ... \mathbf{D}_{a_n}$, przypisując im wartość logiczną **1**. Tym samym elementy denotacji $(a_0(...(a_n\ t)...)$ są równoważne predykatom n-argumentowym, np.:

- denotacja typu (et) to zbiór predykatów jednoargumentowych,
- denotacja typu $((et)\ t)$ to zbiór predykatów wyższego rzędu biorących jako argumenty predykaty.

Wprowadźmy skrót notacyjny:

- niech zapis $\Phi(x_0, x_1, ..., x_n)$, gdzie Φ to symbol funkcyjny lub zmienna odpowiedniego typu, będzie skróconą formą od zapisu $(\Phi(x_0))(x_1)...)(x_n)...)$.

Tym samym wyrażenie [Does94:21]:

- $\lambda x_0.\lambda x_1 \ldots \lambda x_n.\Phi(x_0, x_1, \ldots, x_n)$ typu $(a_0(a_1(...(a_n\ t)...))$, gdzie x_i to wyrażenie typu q_i a Φ to stała lub zmienna typu $(a_0(a_1(...(a_n\ t)...))$,

można interpretować jako równoważne relacji:

- $\{\langle x_0, x_1, \ldots, x_n \rangle : \Phi'(x_0, x_1, \ldots, x_n)\}$, gdzie Φ' to predykat równoważny funkcji Φ wyznaczający podzbiór zbioru $\mathbf{D}_{a_0} \times \mathbf{D}_{a_1} \times ... \mathbf{D}_{a_n}$.

Analogicznie wyrażenie:

- $[\lambda x_0.\lambda x_1 \ldots \lambda x_n.\Phi(x_0, x_1, \ldots, x_n)](y_0)(y_1)\ldots(y_n)$

może być interpretowane zarówno jako aplikacja funkcji Φ jak i też jako określające przynależność do zbioru:

- $\langle y_0,y_1,\ldots,y_n\rangle \in \{\langle x_0, x_1, \ldots, x_n\rangle : \Phi'(x_0, x_1, \ldots, x_n)\}$, gdzie Φ' to , jak poprzednio, predykat równoważny funkcji Φ.

Zgodnie z powyższymi obserwacjami, wprowadźmy następujące skróty notacyjne (w indeksie dolnym podane są typy wyrażeń, *a* oznacza dowolny typ):

- $X_{(a\,t)} \cap Y_{(a\,t)} = \lambda Z_a.X(Z)\wedge Y(Z)$
- $X_{(a\,t)} \cup Y_{(a\,t)} = \lambda Z_a.X(Z)\vee Y(Z)$
- $\overline{X_{(a\,t)}} = \lambda Z_a.\neg X(Z)$
- $X_{(a\,t)} \subseteq Y_{(a\,t)} \Leftrightarrow X \cap Y = X$.

Stosowana będzie również następująca konwencja notacyjna, gdzie *a* to dowolny typ:

- $a^0 = t$,
- $a^1 = (a\ t)$,
- $a^{n+1} = (a\ a^n)$.

4.2.Pojęcie kwantyfikatora uogólnionego

Istnieje wiele leksemów i wyrażeń w języku naturalnym, które wprowadzają wyraźny aspekt kwantyfikacji do znaczenia, a nie są możliwe do wyrażenie przy pomocy klasycznych kwantyfikatorów matematycznych $\exists$ i $\forall$ np. [BarCoo81:160]:

*118) There are only **a finite number** of stars.*
*119) **More than half** the people voted for Carter.*
*120) **Most** people voted for Carter.*

Wyróżnione wyrażenia swoją rolą w znaczeniu zdań odpowiadają roli klasycznych kwantyfikatorów w formułach, jednak interpretacja ich znaczenia, poprzez kombinację kwantyfikatorów klasycznych w ramach logiki predykatów, nie jest możliwa (dowód można znaleźć w fundamentalnej pracy Barwise'a i Coopera [BarCoo81:209-216] oraz w [Does96]).

Pojęcie kwantyfikatora uogólnionego jako [Mostow57:1]:

"operators which represents a natural generalisation of the logical quantifiers"

zostało wprowadzone przez polskiego matematyka Andrzeja Mostowskiego.

Def. 4.1.3-1 Kwantyfikator uogólniony wg Mostowskiego [Mostow57:1-2]

Niech:

- E to dowolny zbiór,
- E^* to nieskończony produkt kartezjański na E, gdzie $E^* = \{\langle x_1, x_2, ...\rangle : x_i \in E\}$,
- *funkcja predykatowa* (ang. *propositional function*) F określona na E to odwzorowanie $E^* \rightarrow \{\mathbf{0},\mathbf{1}\}$ takie, że istnieje skończony zbiór liczb całkowitych K i jeżeli $\boldsymbol{x}=\langle x_1, x_2, ...\rangle \in E^*$ i $\boldsymbol{y}=\langle y_1, y_2, ...\rangle \in E^*$ oraz $x_j = y_j$ dla $j \in K$ to $F(\boldsymbol{x})=F(\boldsymbol{y})$,
- φ to odwzorowanie 1:1 $E \rightarrow E'$, gdzie E' to pewien zbiór niekoniecznie różny od E,
- $\varphi(\boldsymbol{x})$ to sekwencja $\langle \varphi(x_1), \varphi(x_2), ... \rangle$,
- F_φ to funkcja predykatowa na E' taka, że $F_\varphi(\varphi(\boldsymbol{x}))=F(\boldsymbol{x})$.

Wtedy:

Kwantyfikator ograniczony (ang. *limited*) do E to funkcja $\boldsymbol{Q}$, która przypisuje element zbioru $\{\mathbf{0},\mathbf{1}\}$ do każdej funkcji predykatowej na E oraz która spełnia warunek:

$\boldsymbol{Q}(F)=\boldsymbol{Q}(F_\varphi)$ dla dowolnej permutacji φ na E

Innymi słowy, *kwantyfikator uogólniony*, w definicji Mostowskiego, to funkcja, która dowolnej niepustej dziedzinie E przypisuje rodzinę zbiorów oraz w swoim działaniu jest 'niewrażliwa' na własności elementów dziedziny (warunek niezmienności działania pod permutacją). Cechy te podkreśla wersja definicji kwantyfikatora uogólnionego sformułowana w uproszczonej, 'podręcznikowej' notacji [Does96:19]:

Def. 4.1.3-2 Kwantyfikator uogólniony wg Mostowskiego (w notacji stosowanej w niniejszej pracy)

Kwantyfikator uogólniony to funktor $\boldsymbol{Q}$, który dla dowolnych dziedzin E, E':

- $\boldsymbol{Q}_E \subseteq \wp(E)$,
  gdzie zapis E w indeksie dolnym oznacza kwantyfikator ograniczony do dziedziny E (biorący E jako argument),
- oraz dla każdego $X \subseteq E$, i dla wszystkich bijekcji $\pi: E \to E'$: $\boldsymbol{Q}_E(X) \Leftrightarrow \boldsymbol{Q}_{E'}(\pi[X])$,
  gdzie $\pi[X]$ oznacza obraz X pod bijekcją π (rozdz. 1.2), natomiast $\boldsymbol{Q}_E(X)$ oznacza przynależność zbioru X do rodziny $\boldsymbol{Q}_E$ (stanowiącej jednoargumentową relację określoną na $\wp(E)$)

Konwencja podawania dziedziny, na której działa kwantyfikator[17] w postaci indeksu dolnego (a nie jako 'normalnego' argumentu funkcji) wynika z faktu, że dziedzina nie ma wpływu na działanie kwantyfikatora, oraz, będąc w większości przypadków ustalona w postaci dziedziny interpretacji modelu, jest pomijana w zapisie. Określenie kwantyfikatora jako funktora podkreśla fakt, że w większości logik kwantyfikatorowych (przykład poniżej) kwantyfikatory są reprezentowane poprzez symbole o ustalonej interpretacji (zgodnej z definicją Def. 4.1.3-2 lub Def. 4.1.3-4, poniżej).

W myśl powyższej definicji kwantyfikator jest funktorem wyznaczający rodzinę zbiorów, jednak często utożsamia się go z podzbiorem $\wp(E)$, dla którego zwraca wartość **1** (np. [Benthe84, DoeEij96, Does96]) lub stosuje się obydwie wersje wymiennie (np. [BarCoo81,Does94]).

Przykładami kwantyfikatorów w sensie definicji Mostowskiego mogą być [Does96:4]:

$\mathbf{T}_E$	:=	$\wp(E)$
$\forall_E$	:=	$\{E\}$
$\mathbf{all}_E$	:=	$\{E\}$
$\mathbf{no}_E$	:=	$\{\varnothing\}$
$\mathbf{not\ all}_E$	:=	$\{X \subseteq E : X \neq E\}$
$\mathbf{at\ least}\ \kappa_E$	:=	$\{X \in E : \lvert X\rvert \geq \kappa\}$
$\mathbf{exactly}\ \kappa_E$	:=	$\{X \in E : \lvert X\rvert = \kappa\}$
$\mathbf{between}\ \kappa\ \mathbf{and}\ \mu$	:=	$\{X \in E : \kappa \leq \lvert X\rvert \leq \mu\}$
$\mathbf{at\ most}\ \kappa_E$	:=	$\{X \in E : \lvert X\rvert \leq \kappa\}$
$\mathbf{most\ things}_E$	:=	$\{X \subseteq E : \lvert X\rvert > \lvert E - X\rvert\}$
$\mathbf{an\ even\ number\ of}_E$	:=	$\{X \subseteq E : \exists n.(\ \lvert X\rvert = 2n\ )\}$
$\mathbf{infinitely\ many}_E$	:=	$\{X \subseteq E : \lvert X\rvert \geq \aleph_0\}$
$\mathbf{uncountably\ many}_E$	:=	$\{X \subseteq E : \lvert X\rvert \geq \aleph_1\}$
$\exists_E$	:=	$\{X \subseteq E : X \neq \varnothing\}$
$\bot_E$	:=	$\varnothing$

W powyższych definicjach $n \in \mathbf{Nat}$, natomiast κ, μ, $\aleph_0$, $\aleph_1$ to liczby kardynalne. Zgodnie z notacją przyjętą w rozdziale 1.2, zapis $|X|$ oznacza moc zbioru X.

Na podstawie definicji kwantyfikatora można udowodnić jedną z jego najistotniejszych własności, obecną już w pionierskiej pracy Mostowskiego, tu w sformułowaniu van der Doesa ([Does96:20] – tam też dowód):

Własność 4.1.3-1

> Funktor $\boldsymbol{Q}$ taki, że dla dowolnej dziedziny E $\boldsymbol{Q}_E \subseteq \wp(E)$ jest kwantyfikatorem w.t.w., gdy dla każdego E, E' i dla wszystkich $X \subseteq E$, $Y \subseteq E$, takich że $|X| = |Y|$ i $|E - X| = |E - Y|$ spełniony jest warunek:
>
> $$\boldsymbol{Q}_E(X) \Leftrightarrow \boldsymbol{Q}_E(Y)$$

Ważną konsekwencją własności Własność 4.1.3-1 jest fakt, iż prawdziwości stwierdzenia $\boldsymbol{Q}_E(X)$ zależy wyłącznie od liczb kardynalnych $|X|$ i $|E\text{-}X|$. Mostowski zauważył, że kwantyfikator $\boldsymbol{Q}_E$ można reprezentować przy pomocy funkcji $\boldsymbol{T} : \{\langle \kappa, \mu\rangle \in \mathbf{Lk}^2 : (\kappa+\mu)=|E|\} \to \{\mathbf{0}, \mathbf{1}\}$, gdzie $\mathbf{Lk}$ to zbiór liczb kardynalnych. W interpretacji tej, w każdej parze mamy $\kappa=|X|$, $\mu=|E\text{-}X|$.

[17] Odtąd pojęcie 'kwantyfikator' będzie oznaczało kwantyfikator uogólniony, z wyjątkiem jawnych odwołań do kwantyfikatorów klasycznych.

W przypadku skończonych dziedzin, van Benthem wprowadził *drzewo liczb* (ang. *tree of numbers*) [Benthe84:458], wyrażające wizualnie pełną relację $\mathbf{Nat}^2$. Każdy element drzewa to para $\langle i,j\rangle$ wyrażająca liczności, odpowiednio: $|X|$ i $|E\text{-}X|$. Drzewo stanowi zarówno narzędzie wyrażania i badania własności kwantyfikatorów (znajdujących swą graficzną reprezentację w postaci kształtu obszaru, dla którego $\boldsymbol{Q}_E(X)$ jest spełniona), jak również podstawę systemu dowodowego twierdzeń dotyczących kwantyfikatorów. Benthem zdefiniował system dowodzenia oparty na drzewie liczb.

Kwantyfikator Mostowskiego, zwany też *monadycznym*, jest równoważny relacji jedno argumentowej określonej na $\wp(E)$. Jako rozwinięcie tej koncepcji, Lindström (w 1966 roku) [Lindst66] rozszerzył pojęcie kwantyfikatora na funktory generujące podzbiory dowolnie złożonych produktów kartezjańskich w miejsce funktora generującego rodzinę podzbiorów [Does96:3]. Struktura rezultatu zwracanego przez kwantyfikator zależy od wprowadzonego przez Lindströma *typu kwantyfikatora* (nazywanego dalej, w odróżnieniu od pojęcia typu w logice, *typem kwantyfikatorowym*):

Def. 4.1.3-3 Typ kwantyfikatora

Typ kwantyfikatora $\boldsymbol{\tau}$ to skończony ciąg $\langle n_1,...,n_k\rangle$ liczb naturalnych.

Def. 4.1.3-4 Kwantyfikator uogólniony wg Lindströma

Kwantyfikator $\boldsymbol{Q}$ typu $\langle n_1,...,n_k\rangle$ to funktor, który dla dowolnej dziedziny E:

$$\boldsymbol{Q}_E \subseteq \wp\left(E^{n_1}\right)\times\ldots\times\wp\left(E^{n_k}\right),$$

oraz dla wszystkich $R_{n_i} \subseteq E^{n_i}$, gdzie $1\le i\le n$, i dla dowolnej bijekcji $\pi: E\to E'$ spełnia własność izomorficzności:

$$\textbf{ISOM}\ Q_E\left(\left\langle R_{n_1}\ldots R_{n_k}\right\rangle\right)\Leftrightarrow Q_{E'}\left(\left\langle \pi\left(R_{n_1}\right)\ldots\pi\left(R_{n_k}\right)\right\rangle\right),$$

gdzie $\pi\left(R_{n_i}\right)$ oznacza $\{\langle\pi(d_1),\ldots\ \pi(d_n)\rangle : \langle d_1,\ldots d_n\rangle\in R_{n_i}\}$

W myśl definicji Lindströma, kwantyfikatory Mostowskiego stanowią szczególny przypadek kwantyfikatorów typu kwantyfikatorowego $\langle 1\rangle$.

Kwantyfikatory typu kwantyfikatorowego $\langle 1,1\rangle$ można przy ustalonej dziedzinie utożsamić z relacją na zbiorach. Jako przykłady kwantyfikatora typu kwantyfikatorowego $\langle 1,1\rangle$, można podać [Does96:9]:

$\mathbf{some}_E$:= $\{\langle X,Y\rangle : X\cap Y\neq\varnothing\}$
$\mathbf{all}_E$:= $\{\langle X,Y\rangle : X\subseteq Y\}$
$\mathbf{no}_E$:= $\{\langle X,Y\rangle : X\cap Y=\varnothing\}$
$\mathbf{most}_E$:= $\{\langle X,Y\rangle : |X\cap Y| > |X\cap(E\text{-}Y)|\}$
$\mathbf{n}_E$:= $\{\langle X,Y\rangle : |X\cap Y| = n\}$, gdzie n to pewna liczba naturalna, **n** jej nazwa.

Podstawową ideę rozszerzenia logiki o kwantyfikatory uogólnione można zaprezentować na 'podręcznikowym' przykładzie prostej logiki z kwantyfikatorem monadycznym (typu kwantyfikatorowego $\langle 1\rangle$) jako rozszerzenia logii predykatów pierwszego rzędu [Does96:21-23], nazwanej tam $\mathrm{EL}(\mathbf{Q}_i)_{i\in\mathbf{Nat}}$. Nazwa logiki odzwierciedla fakt dołączenia do słownika symbolu wyróżnionego kwantyfikatora uogólnionego $\boldsymbol{Q}_i$. Definicja $\mathrm{EL}(\mathbf{Q}_i)_{i\in\mathbf{Nat}}$ zostanie podana w skrótowej postaci, nawiązującej do logiki predykatów pierwszego rzędu (dalej LP), z podkreśleniem istotnych różnic.

W składni $\mathrm{EL}(\mathbf{Q}_i)_{i\in\mathbf{Nat}}$ pojawia się dodatkowy symbol kwantyfikatora $\boldsymbol{Q}_i$. Formułami $\mathrm{EL}(\mathbf{Q}_i)_{i\in\mathbf{Nat}}$ są wyrażenia zbudowane w następujący sposób:

- $R(t_1,...,t_n)$, $t_1=t_2$, $\neg\phi$, $\phi\wedge\psi$, $\phi\vee\psi$, $\phi\to\psi$, $\exists\alpha.\phi$, $\forall\alpha.\phi$, $\boldsymbol{Q}_i\alpha.\phi$, gdzie t_j to dowolna zmienna lub stała, ϕ i ψ to dowolne formuły, α to dowolna zmienna (wiązana prze kwantyfikator).

Model $\mathrm{EL}(\mathbf{Q}_i)_{i\in\mathbf{Nat}}$ $M=\langle E,I\rangle$ jest identyczny z modelem LP, gdzie E to dziedzina interpretacji a I to funkcja interpretująca.

Denotacja 'standardowych' symboli i termów jest określona w sposób identyczny jak w LP, różnice pojawiają się dopiero w przypadku kwantyfikatorów, włączając w to klasyczne, trakto-

wane tu w sposób typowy dla teorii kwantyfikatora uogólnionego (g jest pewną funkcją wartościującą):

- $||\exists||^{M,g} = \{X \subseteq E : X \neq \varnothing\}$, $||\forall||^{M,g} = \{E\}$, $||\boldsymbol{Q}_i||^{M,g} \subseteq \wp(E)$.

W przypadku tego ostatniego, podana powyżej definicja jest w oczywisty sposób niepełna. Jej dokładna postać zależy od przyjętego konkretnego kwantyfikatora uogólnionego $\boldsymbol{Q}_i$ (w pewnym sensie definiowany jest tu wzorzec prostej, monadycznej logiki kwantyfikatorowej).

Denotacje formuł $\mathrm{EL}(\mathbf{Q}_i)_{i \in \mathbf{Nat}}$ nie zawierających kwantyfikatorów nie różnią się od denotacji formuł LP.

Denotacje formuł $\mathrm{EL}(\mathbf{Q}_i)_{i \in \mathbf{Nat}}$ zawierających kwantyfikatory są określone następująco:

- niech $q \in \{\text{'}\exists\text{'}, \text{'}\forall\text{'}, \text{'}\boldsymbol{Q}_i\text{'}\}$,
- wtedy $||qx.\phi||^{M,g} = \mathbf{1}$ w.t.w., gdy $\hat{x}.\|\phi\|^{M,g} \in ||q||^{M,g}$,

  gdzie $\hat{x}.\|\phi\|^{M,g} = \{d \in E: \forall h.\ g[x/d]h \rightarrow ||\phi||^{M,h} = \mathbf{1}\}$ – relacja rozszerzenia $g[x/d]h$ zdefiniowana jest w rozdziale 1.2.

W oczywisty sposób powyższe definicje spełnienia formuł z klasycznymi kwantyfikatorami (tu zdefiniowanymi jako kwantyfikatory uogólnione) są równoważne standardowym definicjom np. dla formuły z '$\exists$' wymagamy, aby zbiór obiektów spełniających formułę ϕ w zasięgu kwantyfikatora nie był pusty.

$\mathrm{EL}(\mathbf{Q}_i)_{i \in \mathbf{Nat}}$ nadal jest logiką pierwszego rzędu (występują jedynie zmienne indywiduowe). Pojęcia prawdy, tautologii i wynikania są zdefiniowane w sposób identyczny jak w LP. W odniesieniu do wszystkich modeli LP, $\mathrm{EL}(\mathbf{Q}_i)_{i \in \mathbf{Nat}}$ jest kompletna (ang. *complete*), pełna (ang. *compact*) i spełnia własność LST. Jednakże $\mathrm{EL}(\mathbf{Q}_i)_{i \in \mathbf{Nat}}$ jest nierozstrzygalna (ang. *not decidable*).

4.3. Kwantyfikator uogólniony w opisie znaczenia języka naturalnego.

Prace dotyczące formalnej interpretacji semantyki NP w oparciu o teorię kwantyfikatora uogólnionego można podzielić na dwie grupy: podejścia bazujące na definicji Mostowskiego (czyli typie $\langle 1 \rangle$) oraz bazujące na rozszerzeniu Lindströma (typy $\langle 1,1 \rangle$, $\langle 1,1,1 \rangle$ a nawet o poszczególnych składowych większych od jedności). W swojej pionierskiej, w tej dziedzinie zastosowań, i niezwykle często cytowanej pracy, Barwise i Cooper [BarCoo81] oparli się bezpośrednio na definicji Mostowskiego. Nieoczekiwanym rezultatem okazała się konieczność 'odmówienia' determinatorom kwantyfikującym (np. *every*, *some*) interpretacji jako kwantyfikatora. Kwantyfikatorem, w podejściu Barwise'a i Coopera, staje się dopiero NP powstająca w wyniku połączenia frazy determinatorowej i rzeczownika. Do prezentacji tego podejścia jeszcze wrócimy, jako wciąż żywej bazy dla rozwijanych współczesnych koncepcji.

Warto jednak rozpocząć od drugiego z kolei podejścia opartego na kwantyfikatorach typu $\langle 1,1 \rangle$.

4.3.1. Kwantyfikatory typu ⟨1,1⟩ - kwantyfikator jako relacja na zbiorach

W podejściu tym, kwantyfikator jest relacją na zbiorach. Dla prostego zdania [DoeEij96:5]:

121) Every farmer bought a cow.

zamiast reprezentacji 'klasycznej' (opartej na kwantyfikatorach klasycznych), która pod względem struktury mało przypomina strukturę zdania w języku naturalnym:

$\forall$x.(**farmer**(x)$\rightarrow\exists$y.(**cow**(y)$\wedge$**bought**(x,y))

otrzymujemy formułę (zapisaną, podobnie jak wszystkie następne przykłady w tym podrozdziale, w języku L_{typ}) wykorzystującą kwantyfikatory uogólnione typu kwantyfikatorowego $\langle 1,1 \rangle$, w L_{typ}, będące symbolami typu ((*et*) ((*et*)*t*)):

every(λx.**farmer**(x)) (λy.(**a**(λu.**cow**(u)) (λz.(**bought**(y,z))),

gdzie:

- dziedzina kwantyfikacji jest identyczna z dziedziną interpretacji L_{typ},

- wyrażenia lambda określają zbiory obiektów spełniających określoną formułę (zgodnie z rozważaniami w rozdziale 4.2)
- oraz, bardzo istotne założenie upraszczające (patrz dyskusja użyć w rozdziale 3), rodzajnik *a* jest interpretowany jako kwantyfikator egzystencjalny: $\mathbf{a}_E:=\{\langle X,Y\rangle : X\cap Y\neq\varnothing\}$, natomiast $\mathbf{every}_E=\mathbf{all}_E$.

Powstaje jednak pytanie, czy wszystkie relacje pomiędzy zbiorami obiektów wyrażane w zdaniach języka naturalnego można interpretować przy pomocy kwantyfikatorów uogólnionych? Można zaobserwować, że większość determinatorów, traktowanych jako elementy $\wp(\wp(E)\times\wp(E))$, spełnia kilka ograniczeń sformalizowanych w postaci własności zdefiniowane poniżej (oznaczonych tu przyjętymi w literaturze mnemonikami) [Does96].

Własność 4.3.1-1 EXT - własność ***rozszerzalności*** **(ang.** *extension*)

Dla każdego $X,Y\subseteq E\subseteq E'$, gdzie E i E' to dowolne dziedziny: $\boldsymbol{Q}_E(X)(Y)\Leftrightarrow\boldsymbol{Q}_{E'}(X)(Y)$

EXT gwarantuje niezmienność relacji wyrażanej przez determinator przy wzroście liczby elementów w dziedzinie interpretacji. Jednym z nielicznych przypadków determinatora 'podejrzewanego' o nie spełnianie EXT (np. [Does96]) jest *many* w sensie *relatively many* (analogicznie polskie (*relatywnie*) *dużo / wiele*) zakładając jego interpretację w postaci: $\{\langle X,Y\rangle: |X\cap Y|>0{,}5*|E|\}$.

Powyższa analiza jednak nasuwa wątpliwości – przecież jest istotna różnica, analogiczna w obu językach, pomiędzy *many elephants* (*dużo słoni*) a *many ants* (*dużo mrówek*). Na interpretację determinatora wpływa *klasa* obiektu wyrażana przez rzeczownik. Z jednej strony wydaje się to być dodatkowym argumentem za niespełnianiem EXT przez *many*, ale z drugiej strony, może to być również wskazówka, że znaczenia *many* (i całej NP) nie można sprowadzić wyłącznie do relacji opisywanej kwantyfikatorem.

Własność 4.3.1-2 CONS - ***konserwatywności*** (ang. *conservativity*)

Dla każdego $X,Y\subseteq E$: $\boldsymbol{Q}_E(X)(Y)\Leftrightarrow\boldsymbol{Q}_E(X)(X\cap Y)$

Jako przykład determinatora nie spełniającego CONS podaje się najczęściej *only* [Does96:8] np.

122) Only men came to the party.

gdzie w zbiorze Y (tu uczestników przyjęcia) istotna jest też obecność obiektów innych klas np. kobiet. Jednak przykłady typu:

123) Only these five men came to the party.

gdzie *only* spełnia bardziej rolę modyfikatora niż determinatora, oraz podobieństwo pomiędzy *only* a *mostly*, *mainly* i ich użyciem przysłówkowym [Does96:8] wskazują, że jego rola w zdaniu odbiega od roli typowego determinatora. Wydaje się, że *only* raczej modyfikuje rolę spełnianą przez NP(*men*) w strukturze znaczeniowej czasownika (wnosi presupozycję wyłącznego wypełnienia pewnej roli w sytuacji opisywanej czasownikiem), niż reprezentuje relację pomiędzy zbiorami.

Kombinacja EXT i CONS jest równoważna własności UNIV uniwersalności

Własność 4.3.1-3 UNIV - ***uniwersalności*** (ang. *universality*)

Dla każdego $X,Y\subseteq E$: $\boldsymbol{Q}_E(X)(Y)\Leftrightarrow\boldsymbol{Q}_X(X)(X\cap Y)$

Spełnienie przez X i Y relacji wyrażonej determinatorem spełniającym UNIV w dziedzinach nieograniczonych zależy wyłącznie od zbiorów X i $X\cap Y$, natomiast w dziedzinach skończonych od X-Y i $X\cap Y$. Jednakże determinator spełniający UNIV ciągle jeszcze nie spełnia warunku zależności jedynie od liczebności X-Y i $X\cap Y$. Gwarantuje to dopiero przestrzeganie własności izomorficzności, która jest częścią definicji kwantyfikatora (PERM jest jego słabszą wersją).

Własność 4.3.1-4 PERM *inwariancji* pod permutacją (ang. *invariant under permutations*)

Dla każdego $X,Y\subseteq E$ i dla wszystkich bijekcji π: $E\rightarrow E$: $\boldsymbol{Q}_E(X)(Y)\Leftrightarrow\boldsymbol{Q}_E(\pi(X))(\pi(Y))$

Własność 4.3.1-5 ISOM *izomorficzności* (ang. *isomorphy*)

Dla każdego $X,Y \subseteq E$ i dla wszystkich bijekcji π: $E \rightarrow E'$: $\boldsymbol{Q}_E(X)(Y) \Leftrightarrow \boldsymbol{Q}_E'(\pi(X))(\pi(Y))$

Determinatory spełniające własności UNIV i ISOM (a tym samym EXT i CONS) są nazywane *determinatorami logicznymi* [Does96] i są w pełni równoważne kwantyfikatorom.

W dalszej części pracy, w konstrukcji języka reprezentacji znaczenia, będziemy dążyć do wyrażania relacji liczebnościowo-zbiorowych wyłącznie przy użyciu determinatorów logicznych, natomiast źródeł 'wyjątków' będziemy szukać w pozostałych warstwach znaczenia NP: referencji i presupozycji.

Z punktu widzenia wielu analiz formalnych determinatorów i systemów wnioskowania (np. [Benthe84]) warto wyróżnić jeszcze kilka własności kwantyfikatorów, które nie tyle ograniczają pole możliwych denotacji determinatora, co charakteryzują ich poszczególne klasy:

Def. 4.3.1-1 Monotoniczność determinatorów (za [Does96:12])

MON$\uparrow$ $\boldsymbol{Q}_E$ jest prawostronnie monotonicznie rosnący (ang. *right monotone increasing*) w.t.w., gdy jeżeli dla dowolnych $X,Y,Z \subseteq E$ $\boldsymbol{Q}_E(X)(Y)$ i $Y \subseteq Z \Rightarrow \boldsymbol{Q}_E(X)(Z)$
MON$\downarrow$ $\boldsymbol{Q}_E$ jest prawostronnie monotonicznie malejący (ang. *right monotone decreasing*) w.t.w., gdy jeżeli dla dowolnych $X,Y,Z \subseteq E$ $\boldsymbol{Q}_E(X)(Y)$ i $Z \subseteq Y \Rightarrow \boldsymbol{Q}_E(X)(Z)$
$\uparrow$MON $\boldsymbol{Q}_E$ jest lewostronnie monotonicznie rosnący (ang. *left monotone increasing*) w.t.w., gdy jeżeli dla dowolnych $X,Y,Z \subseteq E$ $\boldsymbol{Q}_E(X)(Y)$ i $X \subseteq Z \Rightarrow \boldsymbol{Q}_E(Z)(Y)$
$\downarrow$MON $\boldsymbol{Q}_E$ jest lewostronnie monotonicznie malejący (ang. *left monotone decreasing*) w.t.w., gdy jeżeli dla dowolnych $X,Y,Z \subseteq E$ $\boldsymbol{Q}_E(X)(Z)$ i $Z \subseteq X \Rightarrow \boldsymbol{Q}_E(Z)(Y)$

Przykładami kwantyfikatorów spełniających powyższe własności są:

MON$\uparrow$: *all, some, at least two;* MON$\downarrow$: *not all, no*;
$\uparrow$MON: *some, not all;* $\downarrow$MON: *all*, *no.*

Istnieją również kwantyfikatory niemonotoniczne np. *exactly two* lub *an even number*.

Dla zdań, które zawierają więcej niż jedną NP z kwantyfikującym determinatorem, istnieje możliwość kilku interpretacji. Przy użyciu kwantyfikatorów klasycznych można je wyrazić (oczywiście tylko wtedy, gdy determinatory są wyrażalne za pomocą kwantyfikatorów klasycznych) poprzez różne *iteracje* kwantyfikatorów tzn. różne relacje zasięgu pomiędzy kwantyfikatorami. Analogiczne rozwiązanie jest również możliwe przy zastosowaniu kwantyfikatorów uogólnionych np. dla zdania 121) oprócz interpretacji, w której mamy porządek ***every-a*** (odpowiada to występowaniu **a** w zasięgu ***every***):

(1) ***every*** (λx.**farmer**(x)) (λy.(***a***(λu.**cow**(u)) (λz.(**bought**(y,z)))
możliwa też jest iteracja w odwrotnym porządku:
(2) ***a***(λx.**cow**(x)) (λy.(***every*** (λu.**farmer**(u)) (λz.(**bought**(z,y)))),

gdzie zbiór krów i zbiór obiektów kupowanych przez wszystkich farmerów musi mieć przynajmniej jeden element wspólny, aby relacja ***a*** była spełniona.

Van der Does podaje eleganckie formalne relacyjne rozszerzenie pojęcia iteracji na n (≥ 2) kwantyfikatorów typu kwantyfikatorowego $\langle 1,1 \rangle$. W momencie, w którym wprowadzamy pojęcie wiązania zmiennej przez kwantyfikator uogólniony (tak jak np. logikach bazujących na kwantyfikatorze uogólnionym [DoeEij96] czy też rozwinięciach *Dynamic Predicate Logic* [Berg96]) kwestia wyrażania iteracji sprowadza się do kwestii zasięgu kwantyfikatorów.

Istnieją jednak zdania, których interpretacji nie można wyrazić przy pomocy iteracji kwantyfikatorów typu $\langle 1,1 \rangle$,

- gdzie interpretacja niektórych NP wymaga użycia kwantyfikatorów o większej liczbie pozycji: $\langle 1,1,1,... \rangle$ - jednak będących ciągle relacją na zbiorach; kwantyfikatory, w których typie $\boldsymbol{\tau}=\langle n_1,...,n_k \rangle$ nie ma $n_i>1$ będą dalej nazywane *monadycznymi* (np. [Does96:10] ang. *monadic quantifiers*) np. klasyczny przykład Keenana to (za [Does96:10]):

124) ***More*** *students* ***than*** *teachers went to the party.*

gdzie **more...than**$_E$ $X\ Y\ Z := |X \cap Y| > |X \cap Z|$,

- gdzie poszczególne mnogie NP wymagają, wspomnianej już wcześniej (podrozdział 3.3.7), interpretacji kolektywnej bądź też kumulatywnej – jej opis formalny jest możliwy poprzez kwantyfikatory nie będące monadycznymi, określane mianem *polyadic quantifiers* (np. [Benthe89, DoeEij96]) - kwestii kwantyfikacji w mnogich NP poświęcony jest rozdział 4.4.2,
- gdzie kombinacja NP wymaga interpretacji jako, wspomnianej już wcześniej (podrozdział 3.3.7), kwantyfikacji równoległej (ang. *branching quantification*).

Klasycznym przykładem kwantyfikacji równoległej mogą być zdania [Does96:11]:

125) ***Most*** *men and* ***most*** *women like each other.*
126) ***Few*** *men and* ***few*** *women like each other.*
127) ***Four*** *men and* ***two*** *women like each other.*

Nazwa bierze się stąd, iż żaden z wyróżnionych tu kwantyfikatorów (reprezentujących determinatory) nie jest w zasięgu drugiego. Obydwa argumenty *like* są ustalane niezależnie od siebie poprzez odpowiednie kwantyfikatory. Jest to widoczne w formalnej interpretacji, która może być przedstawiona jako:

- niech M, W – to, odpowiednio, zbiory wszystkich mężczyzn i kobiet, L – to relacja lubienia ($L \subseteq E^2$), $X,Y \subseteq E$,
- wtedy dla zdań 125), 126) i 127) mamy, odpowiednio:

a) $\exists X.\exists Y.(\boldsymbol{most}_{\mathrm{E}}\ M\ X \wedge \boldsymbol{most}_{\mathrm{E}}\ W\ Y \wedge (X\times Y \cap M\times W) \subseteq (\ L \cap M\times W)\ )$
b) $\exists X.\exists Y.(\boldsymbol{few}_{\mathrm{E}}\ M\ X \wedge \boldsymbol{few}_{\mathrm{E}}\ W\ Y \wedge (\ L \cap M\times W) \subseteq (X\times Y \cap M\times W)\ )$
c) $\exists X.\exists Y.(\boldsymbol{four}_{\mathrm{E}}\ M\ X \wedge \boldsymbol{two}_{\mathrm{E}}\ W\ Y \wedge (X\times Y \cap M\times W) = (\ L \cap M\times W)\ )$

Różnica w proponowanej reprezentacji pomiędzy a) i b) jest motywowana własnościami użytych kwantyfikatorów: MON↑ (w przypadku a)), MON↓ (w b)[18]) oraz niemonotonicznych (w c)). Można mieć wątpliwości, czy interpretacje b) i c) są jedynymi możliwymi – obydwie mają cechy relatywnych NP w modelu Hessa: zakładają istnienie zbiorów M i W oraz dodatkowo (w stylu całkowitych NP) wymagają, żeby były to jedyne zbiory M i W (zapewne w pewnym kontekście). Takie 'uniwersalistyczne' uproszczenie jest dość często spotykane w zastosowaniach teorii kwantyfikatora uogólnionego. Tymczasem zdania 125) i 126) można interpretować też absolutnie (w sensie Hessa): istnieją jakieś zbiory mężczyzn i kobiet i są one względem siebie w relacji opisanej kwantyfikacją rozgałęzioną. Dla takiej interpretacji formuła a) nadal jest właściwa.

Van der Does zaproponował schemat kwantyfikatora typu *polyadic* będącego uogólnieniem interpretacji a)-c) [Does96:11]:

Def. 4.3.1-2 Interpretacja kwantyfikacji równoległej.

Niech:

- $n \geq 2$, $A_i,R,S,X \subseteq E$ i $\boldsymbol{R}$ to pewna relacja, taka, że $\boldsymbol{R} \subseteq (E^n \times E^n)^2$,
- $\boldsymbol{Q}^i$ to pewien kwantyfikator typu kwantyfikatorowego $\langle 1,1\rangle$ o indeksie i, gdzie $1 \leq i \leq n$,
- $n\bullet 1$ jest skrótem dla 1,...1 (n razy) – n-krotnego powtórzenia,

Relatywnie do $\boldsymbol{R}$, *rozgałęzieniem* (ang. *branching*), oznaczanym przez $\mathrm{BR}(\mathbf{Q}^1,\ldots\ \mathbf{Q}^n)_{\mathrm{E}}$ nazywamy kwantyfikator typu kwantyfikatorowego $\langle n\bullet 1,n\rangle$ w.t.w., gdy

$$\mathrm{BR}(\boldsymbol{Q}^1,\ldots,\boldsymbol{Q}^n)_{\mathrm{E}}A_i,\ldots,A_n,R^n \Leftrightarrow$$
$$\exists S^{n-1}.\exists R.[\mathrm{BR}(\boldsymbol{Q}^1,\ldots\ \boldsymbol{Q}^{n-1})_{\mathrm{E}}A_i,\ldots,A_{n-1},S^{n-1} \wedge\ \boldsymbol{Q}^n_{\mathrm{E}}\ A_n\ X \wedge \boldsymbol{R}(S^{n-1}\times X,R)]$$

Schemat przedstawiony w Def. 4.3.1-2 umożliwia skonstruowanie kwantyfikatora równoległego (interpretującego relacje pomiędzy argumentami całej frazy czasownikowej!) z dowolnej sekwencji kwantyfikatorów typu kwantyfikatorowego $\langle 1,1\rangle$.

Wybór relacji $\boldsymbol{R}$ musi być dostosowany do monotoniczności $\boldsymbol{Q}^i$ – oczywiście, aby otrzymać w ten sposób interpretacje preferowane w a)-c), powyżej. Jednak manipulując $\boldsymbol{R}$ jako parametrem, możemy otrzymać prawie dowolne zachowanie kwantyfikatora równoległego.

[18] Jednak w przypadku *few* jego monotoniczność jest ograniczona (na co niezwykle rzadko zwraca się uwagę w literaturze): jest pewna dolna granica liczebności Y poniżej, której $\boldsymbol{few}_{\mathrm{E}}$ przestaje być spełnione – na pewno jest to 2.

W powyższej analizie kwantyfikacji równoległej kryje się jednak pewien problem. Zdanie:
98)***Three examiners*** *marked* ***two papers***.

możemy również interpretować jako zawierające kwantyfikację równoległą (np. [Bellert89,Hess89]). Wyrażenie *each other* z jednej strony wprowadza preferencję dla interpretacji równoległej (np. [Does96:12]), ale a z drugiej strony jest typowym znacznikiem *konstrukcji wzajemnych* np. [Does96:12]:

128) ***Most*** *men like each other.*
129) ***Few*** *men like each other.*
130) ***Twelve*** *men like each other.*

Dla konstrukcji zwrotnych analiza kwantyfikacji zaproponowana przez van der Doesa jest prawie identyczna jak dla 'niezwrotnej' kwantyfikacji równoległej (odpowiednio dla zdań: 128), 129) 130)):

a) $\exists X.(\boldsymbol{most}_{\mathrm{E}}\ M\ X \wedge (X\times X\text{-}\Delta(X)) \cap M\times M) \subseteq (L\cap M\times M)\ )$,
b) $\exists X.(\boldsymbol{few}_{\mathrm{E}}\ M\ X \wedge (L \cap M\times M) \subseteq ((X\times X\text{-}\Delta(X))\cap M\times M)\ )$,
c) $\exists X.(\boldsymbol{twelve}_{\mathrm{E}}\ M\ X \wedge ((X\times X\text{-}\Delta(X))\cap M\times M) = (\ L\cap M\times M)\ )$,

gdzie $\Delta(X) := \{\langle d,d\rangle : d\in X\}$, pozostałe oznaczenia jak poprzednio.

Relację ***R*** ograniczoną przy pomocy relacji Δ można wykorzystać również do formalnej reprezentacji konstrukcji zwrotnych (schemat z Def. 4.3.1-2).

Relacja Δ 'filtruje' z relacji L pary tych samych obiektów, ale nie zapobiega zamienianiu się miejscami obiektów w relacji L tzn. istnieje możliwość, że: $\langle a,b\rangle\in L$ oraz $\langle b,a\rangle\in L$, gdzie a,b to pewne obiekty z dziedziny interpretacji. Ta możliwość jest nie tylko pożądana, ale i konieczna dla poprawnej reprezentacji wzajemności! Wydaje się jednak, że analogiczna sytuacja zachodzi w przypadku zdań 125), 126) i 127) – *each other* tam nie tylko wprowadza preferencję dla równoległej interpretacji, ale jest to interpretacja specyficzna, bliższa interpretacji wzajemnej, wymuszająca wymienność pozycji tzn. do relacji L powinny należeć zarówno pary ze zbioru $M\times W$ jak i też, ze zbioru $W\times M$. W przypadku analogicznych konstrukcji polskich efekt ten jest jeszcze bardziej wyraźny np.

131) Większość mężczyzn i większość kobiet lubi siebie nawzajem.
132) ?? *Większość mężczyzn niezależnie lubi większość kobiet z osobna.*
133) Pięciu profesorów niezależnie sprawdziło z osobna cztery prace.

Oczywiście, zdanie 132) jest słabo akceptowalne lub nawet wcale[19] - zostało ono tu wprowadzone jedynie, aby uwidocznić różnicę pomiędzy 131) a 133). Niewątpliwie tendencja do rozgałęzionej interpretacji w 133) jest bardzo silna: mamy tam dwa zbiory, na bazie których jest zbudowana relacja każdy z każdym. Natomiast *nawzajem* w 131) oznacza, że relacja lubienia zachodzi w obie strony pomiędzy mężczyznami a kobietami. Dlaczego nie miałoby być podobnie z *each other* (lub przynajmniej powinno istnieć w języku angielskim wyrażenie, które pod względem jednego ze swoich znaczeń odpowiadające polskiemu *nawzajem*)? Oznaczałoby, że dla zdania w interpretacji równoległej właściwsza byłaby reprezentacja:

$$\exists X.\exists Y.(\boldsymbol{most}_{\mathrm{E}}\ M\ X \wedge \boldsymbol{most}_{\mathrm{E}}\ W\ Y \wedge [(X\times Y\cap M\times W)\cup(Y\times X\cap W\times M)]\subseteq[L\cap((M\times W)\cup(W\times M))])$$

4.3.2. Kwantyfikator typu ⟨1⟩ - kwantyfikator jako rodzina zbiorów.

Barwise i Cooper w swojej przełomowej pracy [BarCoo81], która w zasadzie zapoczątkowała intensywny rozwój badań nad zastosowaniem kwantyfikatora uogólnionego do reprezentacji znaczenia języka naturalnego (istotny etap rozwoju stanowiła również praca [KeenSt81]), poszli inną drogą niż relacyjna koncepcja kwantyfikatora. Oparli się na kwantyfikatorach typu kwantyfikatorowego ⟨1⟩, odwołując się bezpośrednio do pracy Mostowskiego. W rezultacie przypisali kwantyfikator uogólniony, niezgodnie z intuicją, jako reprezentację znaczenia nie determinatora (względnie frazy determinatorowej), a jedynie jako reprezentację znaczenia pełnej NP. Sami wyrażając nawet 'rozczarowanie' takim obrotem sprawy [BarCoo81:161]:

[19] Decydują tu cechy relacji *lubić*, która z definicji jest dystrybutywna – nie można lubić kolektywnie. Wzajemne relacje pomiędzy odmianami kwantyfikacji liczby mnogiej oraz charakterystyka czasowników zostaną omówione w rozdziale 4.4.

> "We have been at some pain *not* to call "most" and "more than half" quantifiers."

Jednak kwantyfikator Mostowskiego to funkcja z dziedziny interpretacji w zbiór podzbiorów. Natomiast we frazach: *every men*, *all women*, *most boys* itd. – determinatory *every*, *all*, *most* nie wyznaczają niezależnie od rzeczownika rodziny zbiorów. Rodzinę zbiorów wyznacza dopiero determinator w połączeniu z konkretnym rzeczownikiem np. np. *most boys* wyznacza wszystkie zbiory zawierające większość elementów ze zbioru denotowanego przez *boys*.

W takim ujęciu, kwantyfikator w języku naturalnym można rozbić na dwie składowe:

kwantyfikator := determinator + wyrażenie zbiorowe.

Przyjmując, z pewnym uproszczeniem, jako strukturę NP następujące drzewo:

NP[DET[*wyraz*], N[*wyraz*]],

gdzie NP, DET, N to kategorie składniowe, nawias [] obejmuje węzły potomne, jako znaczenie obydwu składowych Barwise i Cooper proponują:

- $||\text{N}|| \subseteq E$, gdzie $||\ ||$ oznacza denotację, E dziedzina interpretacji,
- $||\text{DET}|| := \wp(E) \rightarrow \wp(\wp(E))$.

Wyrażenia kategorii DET można w tym ujęciu określić jako *proto-kwantyfikatory*, gdzie dopiero utworzona przez nie rodzina zbiorów jest kwantyfikatorem.

W oparciu o powyższe założenie , Barwise i Cooper defin*iują język logiki z kwantyfika*torami [BarCoo81:167-171] (ang. *Logic with Generalized Quantifiers*) opatrzony skrótem: *L(GQ)*. Pomijając wszystkie standardowe elementy definicji, warto przytoczyć kilka najbardziej interesujących cech *L(GQ)*:

- jeżeli φ jest formułą i *u* jest zmienną, to $\hat{u}[\varphi]$jest *termem zbiorowym* i oznacza zbiór wszystkich elementów dziedziny interpretacji E po podstawieniu, których za *u* jest spełnione φ: $||\hat{u}[\varphi]|| \subseteq E$;
- termy zbiorowe są konstruowane na bazie symboli relacyjnych jedno lub więcej miejscowych; symbole relacyjne są interpretowane jako podzbiory dziedziny interpretacji lub podzbiory produktów kartezjańskich określonych na dziedzinie interpretacji;
- determinatory zostały podzielone na dwie grupy:
  - *logicznych* – należących do stałych logicznych języka, których działanie jest niezależne od modelu np. **some**, **every**, **no**, **both**, **neither**, **1**, **2**, ..., **!1 (**dokładnie jeden**)**, **!2**, ..., **the 1**, **the 2**, ...
  - *pozalogicznych* – których działanie zmienia się w zależności od przyjętego modelu, są to stałe objęte interpretacją (jednak w *L(GQ)* nie ma zmiennych po determinatorach) np. **most**, **many**, **few** itd. – działanie ich zależy od interpretacji wielkości, którą uznajemy za małą, niewielką itd.
- jeżeli D jest determinatorem a η termem zbiorowym, to $D(\eta)$ jest kwantyfikatorem, $||D(\eta)|| \subseteq \wp(E)$ i $||D(\eta)|| := ||D||(||\eta||)$;
- jeżeli Q jest kwantyfikatorem, to $Q(\eta)$ jest formułą, $||Q|| \subseteq \wp(E)$ oraz $||Q(\eta)|| \in \{\mathbf{0},\mathbf{1}\}$ oraz $||Q(\eta)|| :=$ (prawdziwość $||Q|| \ni ||\eta||$) [BarCoo81:171].

Na wszystkie determinatory, zarówno logiczne jak i pozalogiczne, jest nałożone ograniczenie generowania jedynie takich kwantyfikatorów, które posiadają własność *przetrwania* [BarCoo81:170], zdefiniowaną poniżej, względem zbioru $||\eta||$. W przypadku pozalogicznych determinatorów jest to jedyne ograniczenie nakładane przez *L(GQ)* na ich interpretację w różnych modelach.

Własność 4.3.2-1 Przetrwanie zbioru w kwantyfikatorze (ang. *live on a set***)**

> Niech X to dowolny zbiór taki, że $X \in E$ oraz Q to dowolny kwantyfikator utworzony przez pewien determinator D na podstawie pewnego zbioru A: $Q = ||D||(\text{A})$.
> Q posiada własność przetrwania względem A w.t.w., gdy $X \in Q \Leftrightarrow (X \cap A) \in Q$.

W przypadku relacyjnej koncepcji determinatora, powyższa własność generowania jedynie kwantyfikatorów zapewniających przetrwanie jest równoważna własności CONS.

Semantyka połączenia NP z VP (frazą czasownikową), tworzącego zdanie, oparta jest na przynależności zbioru stanowiącego reprezentację semantyczną VP do rodziny zbiorów generowanej przez kwantyfikator stanowiący reprezentację semantyczną NP. Mamy tu do czynienia z pewną 'nadmiarowością' po stronie NP – rozpatrzmy to na przykładzie prostego zdania [BarCoo81:168]:

134) Every man sneeze.

- czasownik *sneeze* jest reprezentowany jako zbiór wszystkich obiektów, które kichają (czyli nie tylko ludzi),
- semantyka 134) to $(\|\textbf{every}\|(\|\textbf{man}\|))_E \ni \|\textbf{sneeze}\|$,
- aby zdanie 134) było prawdziwe, musi istnieć przynajmniej jeden zbiór $X \in (\|\textbf{every}\|(\|\textbf{man}\|))_E$ taki, że $\|\textbf{sneeze}\| \subseteq X$, analogicznie dla innych czasowników, z którymi łączy się *every man*,
- w rezultacie $(\|\textbf{every}\|(\|\textbf{man}\|))_E := \{X: X \subseteq E \wedge \|\textbf{man}\| \subseteq X\}$ i musi zawierać wszystkie możliwe takie podzbiory X (taka definicja kwantyfikatora zapewnia spełnienie Własność 4.3.2-1).

Wydaje się to być kolejnym (po przypisaniu kwantyfikatora do NP) sprzecznym z intuicją rozwiązaniem w pracy Barwise'a i Coopera. Argumentem za kwantyfikatorem typu kwantyfikatorowego $\langle 1 \rangle$ jest prostsza konstrukcja logiki z kwantyfikatorem typu kwantyfikatorowego $\langle 1 \rangle$ niż w przypadku bardziej skomplikowanych typów kwantyfikatorowych.

Przykładami typowych definicji determinatorów logicznych są [BarCoo81:169] (notacja zmieniona):

- dla każdego $A \in E$ $\|\textbf{every}\|(A) := \{X: X \subseteq E \wedge A \subseteq X\}$
- dla każdego $A \in E$ $\|\textbf{some}\|(A) := \{X: X \subseteq E \wedge A \cap X \neq \varnothing\}$
- dla każdego $A \in E$ $\|\textbf{no}\|(A) := \{X: X \subseteq E \wedge A \cap X = \varnothing\}$
- dla każdego $A \in E$ $\|\textbf{n}\|(A) := \{X: X \subseteq E \wedge |A \cap X| \geq \text{n}\}$, gdzie **n** = 1, 2,...
- dla każdego $A \in E$ $\|\textbf{!n}\|(A) := \{X: X \subseteq E \wedge |A \cap X| = \text{n}\}$

Wśród determinatorów logicznych znalazły się również:

- $\|\textbf{the n}\| = \begin{cases} \|\textbf{every}\| \text{ gdy } |A| = n \\ \text{niezdefiniowane w innym przypadku} \end{cases}$
- $\|\textbf{neither}\| = \begin{cases} \|\textbf{no}\| \text{ gdy } |A| = 2 \\ \text{niezdefiniowane w innym przypadku} \end{cases}$

W obydwu przypadkach wartość nieokreślona oznacza niespełnioną presupozycję, nakładaną tu wyraźnie przez sam determinator. W pracy [BarCoo81] analiza ta ma jednak charakter tylko zabezpieczenia przed niespodziewanymi komplikacjami.

Symbole determinatorów pozalogicznym są poddane interpretacji w modelu, gdzie interpretacje są ograniczone do tych, które przypisują kwantyfikator spełniający własność przetrwania.

Język *L(GQ)* został zastosowany do stworzenia ograniczonego rozwinięcia PTQ [DoWaPe81], gdzie pominięto kwestię intensjonalności i wprowadzone zostały kwantyfikatory uogólnione. Zastosowana została ściśle zasada kompozycyjności np. rzeczowniki, czasowniki mają przypisaną w leksykonie jako reprezentację odpowiednie symbole predykatywne (do termów zbiorowych są przekształcane przy pomocy wyrażenia: $\hat{u}[\varphi]$), determinatory to funkcje tworzące kwantyfikatory. Znaczenie fraz złożonych określają reguły semantyczne np.

(3) $\|\text{VP}[\text{ V}[\nu]\ \text{NP}[\rho]]\| := \hat{x}[Q(\hat{y}[\nu'(x,y)])]$, gdzie $\|\nu\| := \nu'$ oraz $\|\rho\| := Q$.

Interesujący jest sposób potraktowania nazw własnych. W leksykonie mają od razu przypisaną kategorię NP oraz stałą indywiduową jako znaczenie np. $\|\text{NP}[John]\| := \textbf{j}$. Ponieważ jednak reprezentacją NP powinien być kwantyfikator, rzeczowniki i frazy NP są wstawiane do struktury składniowej specjalną regułą składniową, z którą jest sprzężona reguła semantyczna, selektywnie transformująca znaczenie NP będących nazwą własną (jest to jedyny wyjątek od zasady kompozycyjności, co prawda mało istotny). Reguła ta przekształca stałą **j** do wyrażenia:

(4) $\|\textbf{the}\ \hat{y}[y = \textbf{j}]\| = \{X \subseteq E: \{\|\textbf{h}\|\} \subseteq X\} = \{X \subseteq E: \|\textbf{h}\| \in X\}$ - znak || || oznacza tu interpretację w modelu *L(GQ)*, interpretacją stałej jest obiekt z dziedziny interpretacji.

Widać tu wyraźne podobieństwo pomiędzy interpretacją deskrypcji określonych i nazw własnych.

Barwise i Cooper poświęcają dużo uwagi własnościom, którymi się charakteryzują kwantyfikatory realizowane w języku naturalnym. Wprowadzają pojęcie *poprawnego kwantyfikatora* (ang. *proper quantifier*) jako tego, który w swoim działaniu realizuje zasadę *sita* (ang. *sieve*) tzn. rozdziela denotacje VP na dwa zbiory: takie, które w połączeniu z danym NP dają i nie dają prawdziwego zdania. Kwantyfikatory, które nie stanowią sita są równoważne $\wp(E)$ lub $\varnothing$.

Charakterystykę poszczególnych kwantyfikatorów pod względem realizacji zasady sita zebrano w postaci tabeli [BarCoo81:180], której wybrane kolumny są przedstawione poniżej:

	kwantyfikator	$\varnothing$	$\wp(E)$	warunek realizacji sita	łatwość interpretacji jako nie-sito	słaby / mocny
1.	**every** η	nie	tak	$\|\eta\| \neq \varnothing$	trudny	mocny
2.	**most** η	nie	tak	$\|\eta\| \neq \varnothing$	trudny	mocny
3.	**some** η	tak	nie	$\|\eta\| \in \|\textbf{some}\ \eta\|$	łatwy	słaby
4.	**many** η	tak	nie	$\|\eta\| \in \|\textbf{many}\ \eta\|$	łatwy	słaby
5.	**few** η	nie	tak	$\|\eta\| \notin \|\textbf{some}\ \eta\|$	łatwy	słaby
6.	**no** η	nie	tak	$\|\eta\| \notin \|\textbf{some}\ \eta\|$	łatwy	słaby
7.	**3** η	tak	nie	$\| \|\eta\| \| \geq 3$	łatwy	słaby
8.	**!3** η	tak	nie	$\| \|\eta\| \| \geq 3$	łatwy	słaby
9.	**the 1** η	nie	nie	$\| \|\eta\| \| = 1$	niemożliwy	mocny
10.	**both** η	nie	nie	$\| \|\eta\| \| = 2$	niemożliwy	mocny
11.	**neither** η	nie	nie	$\| \|\eta\| \| = 2$	niemożliwy	mocny(-)
12.	**John**	nie	nie	*Zawsze*	niemożliwy	mocny

Tab. 4.3.2.1 Charakterystyka kwantyfikatorów pod względem własności sita.

W Tab. 4.3.2.1 η oznacza dowolny rzeczownik. Kolumny oznaczone „$\varnothing$" i „$\wp(E)$" definiują działanie danego kwantyfikatora, kiedy nie jest sitem. Podział determinatorów na mocne i słabe, w ostatniej kolumnie, odpowiada podziałowi Hessa na relatywne i absolutne (rozdział 3.3.6 – tam też testy). Barwise i Cooper wprowadzają dodatkowo formalne rozróżnienie pozytywnie / negatywnie mocnych determinatorów, oznaczanych jako mocny(+/-) [BarCoo81:182]:

Def. 4.3.2-1 Pozytywnie / negatywnie mocne determinatory.

> Determinator *D* jest *pozytywnie mocny* (*negatywnie mocny*) jeżeli dla każdego modelu interpretacji $M=\langle E, \|\ \|\rangle$ i dla każdego $A \subseteq E$, jeżeli kwantyfikator jest określony, to $A \in \|D\|(A)$ (negatywnie: $A \notin \|D\|(A)$). Jeżeli determinator *D* nie jest pozytywnie (negatywnie) mocny to jest słaby.

Warunek w Def. 4.3.2-1 dla relacyjnej interpretacji determinatorów przybiera postać [DoeEij96:10] następującą:

$\forall X.\|D\|\ X\ X$ lub $\forall X.\neg\|D\|\ X\ X$ (negatywnie mocne).

Nie wszystkie jednak determinatory scharakteryzowane w Def. 4.3.2-1 jako słabe przechodzą testy podstawieniowe. W pracy [DoeEij96:11] można znaleźć inne dokładniejsze formalne kryteria.

Subiektywna ocena łatwości (przedostatnia kolumna) interpretacji jako nie-sito oparta jest na analizie przykładów wypowiedzi, w których dokonywana jest jawna negacja warunku realizacji sita np. [BarCoo81:179-181]:

135) No boy at the party kissed Mary.
136) There were boys at the party.
137) No boy at the party kissed Mary since there weren't any boys at the party.

Barwise i Cooper zauważają, że na podstawie zdania 135) można założyć prawdziwość stwierdzenia 136). Analogiczną egzystencjalną formę warunku bycia sitem można przyjąć zarówno dla *every* (para zdań 138), 139) - poniżej) jak i też dla determinatorów na w wierszach 1-9 (Tab. 4.3.2.1). Stwierdzenie wyrażone w zdaniu 135) może też zostać jawnie zaprzeczone jak w zdaniu 137). Zaprzeczenie takie nie dla wszystkich determinatorów jest w pełni akceptowalne np.:

138) Every man at the party kissed Mary.

139) There were men at the party.

140) ?Every man at the party kissed Mary, but only because there weren't any men at the party.

Akceptowalność zdania 140) jest dyskusyjna. Gdy użyjemy zamiast *every* determinatora *both*, to zaprzeczona wersja zdania jest natychmiast odrzucana jako nieakceptowalna.

Analizując Tab. 4.3.2.1 (w której kolejność niektórych wierszy została zmieniona w stosunku do oryginału na potrzeby niniejszej pracy) można zaobserwować grupowanie się determinatorów w trzy klasy.

I. Determinatory z wierszy 9-12 wprowadzają aspekt referencji i presupozycji egzystencjalnej do znaczenia NP. Brak referenta i niespełnienie presupozycji prowadzi do braku wartości logicznej; niemożliwość interpretacji jako nie-sito w tym przypadku ma przyczyny leżące poza mechanizmem kwantyfikatora.

II. Drugą klasę tworzą determinatory z wierszy 1-2, scharakteryzowane jako mocne. Są trudne do interpretacji jako sito, ale nie jest to niemożliwe. Ponadto ich użycie umożliwia wyciąganie wniosków, co do istnienia zbioru bazowego oraz, co jest widoczne w zdaniu 139), bardzo trudno jest jemu zaprzeczyć, np. zdanie 140).

III. Pozostałe determinatory, wszystkie słabe (przynajmniej w jednej ze swoich interpretacji), co prawda również pozwalają wyciągać wnioski, co do egzystencji zbioru bazowego, ale można łatwo temu zaprzeczyć. Wydaje się, że różnica pomiędzy klasami I-II a klasą III jest różnicą pomiędzy egzystencją zbioru presuponowaną a stwierdzaną.

Barwise i Cooper trudność w interpretacji determinatorów z klas I-II jako nie-sita tłumaczą poprzez przynależność do kwantyfikatorów mocnych. To jednak nie wyjaśnia przyczyny. Jeżeli przyjmiemy wnoszenie presupozycji istnienia zbioru, przyczyną jest brak możliwości odwołania warunku presupozycyjnego. Zakłada on istnienie niepustego zbioru bazowego w kontekście interpretacji, a nie stwierdza egzystencję niepustego zbioru. Determinatory klasy I różnią się referencją od determinatorów klasy II:

- w przypadku klasy I warunek presupozycji (egzystencjalnej) dotyczy zidentyfikowanych referentów,
- w przypadku klasy II warunek presupozycji (indukowanej kwantyfikatorowo) dotyczy istnienia elementów zbioru podawanego do determinatora jako argument (kontekst musi zapewniać, że nie jest on pusty) – poszczególne elementy tego zbioru wcale nie muszą być znane nadawcy lub odbiorcy.

Klasa III nie wnosi, żadnej presupozycji (u Hessa determinatory absolutne), dlatego też zaprzeczenie stwierdzeniu niepustego zbioru jest możliwe. Próba formalizacji powyższych obserwacji zostanie dokonana w rozdziale 6.

Barwise i Cooper stosują również swoją definicję mocnych kwantyfikatorów do wyjaśnienia nieakceptowalności ich użycia w testowych zdaniach (powtórzone poniżej):

91) **There are {**SOME/all/most/both**} dogs in the garden.*

92) **There is {**each/every**} dog in the garden.*

Argumentują, że semantycznie zdania te są równoważne stwierdzeniu: $||D||(||\eta||) \ni E$, gdzie D, η to determinator i rzeczownik.

Zakładając, że determinator generuje kwantyfikator spełniający własność przetrwania (lub CONS) oraz, że determinator jest pozytywnie mocny, to stwierdzenie to jest tautologią (lub jest sprzeczne). Sugerują, że tautologie i sprzeczności są akceptowalne, ale nie wnoszą za wiele nowych informacji („not very informative").

Na gruncie presupozycji można znaleźć inne wyjaśnienie: zarówno w presupozycji egzystencjalnej jak i indukowanej kwantyfikatorowo. Informacja o zbiorze powinna być już dostępna w kontekście i wprowadzanie jej ponownie poprzez egzystencjalną konstrukcję *there is / are* mija się z celem.

4.4.Formalna analiza odmian kwantyfikacji w mnogich NP

4.4.1. Płaszczyzna możliwości

Jak już to było wspomniane w rozdziale 3.3.7, w języku naturalnym, poza kwantyfikacją po obiektach indywiduowych, istnieją inne odmiany kwantyfikacji, które w relacyjnym podejściu do kwantyfikacji (typ kwantyfikatorowy ⟨1,1⟩) powinny być interpretowane jako relacje na zbiorach 'grup' obiektów (lub też jako rodziny zbiorów 'grup'). Nie ma zgodności, co do sposobu formalnego opisu 'grupy':

a) albo mamy do czynienia z kłopotliwym zróżnicowaniem denotacji: NP(*chłopiec*) – obiekt, NP(*chłopcy*) – zbiór obiektów, NP(*trzej chłopcy*) – rodzina zbiorów zbiorów obiektów, pozwalającym na odróżnienie interpretacji dystrybutywnej jako zbiorów trzech singletonów od interpretacji kolektywnej jako zbiorów zawierających jeden zbiór trzyelementowy;
b) albo, wprowadzając jako podstawową dziedzinę interpretacji $\wp(E)$, jako denotację dla NP(*chłopiec*), przypisujemy singleton, który zastępuje pojedynczy obiekt;
c) lub też, w miejsce standardowej teorii zbiorów wprowadzamy do modelu teorię kolekcji opartą na odmianie *kraty* (ang. *semi-lattice*) [Link83] (za [Does94,Kamp93]).

Rozwiązanie a) w oczywisty sposób prowadzi do poważnych komplikacji w metodach opisu. Rozwiązanie c) jest najbardziej atrakcyjne z punktu widzenia kognitywnego – w języku naturalnym nie istnieje bowiem rozróżnienie pomiędzy zbiorem jednoelementowym, a pojedynczym obiektem [Kamp93:399]. Zostało ono między innymi wykorzystane w opisie mnogich NP w ramach *DRT* [Kamp93:305-471]. Jednak rozwiązanie b) jest z punktu widzenia logiki znacznie 'bezpieczniejsze'. Nie wymaga bowiem rewizji teorii wypracowanych w oparciu o standardową teorię zbiorów. Natomiast poważną wadą rozwiązania b) jest kognitywna nieadekwatność denotacji pojedynczej NP jako singletonu.

Kolejny problemem może być potencjalna niejednoznaczność semantyczna determinatorów ze względu na odmiany kwantyfikacji np. znaczenie NP *three professors*:

- w interpretacji dystrybutywnej, może być opisane za pomocą definiowanego wcześniej kwantyfikatora $\mathbf{three}_{\wp(E)}$ − generuje on rodzinę zbiorów zawierających singletony,
- jednak w interpretacji kolektywnej zastosowanie tego samego kwantyfikatora nie jest już możliwe np. $||three\ professors|| := \{\boldsymbol{X} \in \wp(\wp(E)): \forall X.\boldsymbol{X}(X) \rightarrow X \subseteq ||profesor|| \wedge |X|=3\ \}$

Interesujące rozwiązanie problemu niejasności interpretacji zdania ze względu na odmiany kwantyfikacji zaproponował van der Does w swojej dysertacji [Does94]. Wprowadził modyfikatory bazowej interpretacji determinatora, odpowiadające zidentyfikowanym odmianom kwantyfikacji. Dodatkowo skonstruował rachunek, nazwany *systemem CNDM*, pozwalający na uzgodnienie dozwolonych typów odmiany w połączeniach pomiędzy czasownikiem a jego argumentami.

Prezentacja koncepcji van der Doesa jest oparta na wprowadzonym wcześniej (rozdział 4.1) języku logiki wyższego rzędu, nazywanym L_{typ}. Język L_{typ} stanowi rozszerzenie języka formalnego zastosowanego przez van der Doesa (np. wprowadza klasyczne kwantyfikatory).

4.4.2. System CNDM van der Doesa

Nazwa systemu wywodzi się od literowych oznaczeń, tzw. *znaczników odmiany*, nadanych trzem odmianom kwantyfikacji [Does94:91]: *c – collective* (kolektywna), *n – neutral* (neutralna) i *d – distributive* (dystrybutywna). Litera *m* oznacza tzw. *odmianę niejednoznaczną* (ang. *mixed*), wprowadzoną ze względów technicznych w regułach uzgodnień odmiany pomiędzy frazą rzeczownikową i czasownikową. Znacznik odmiany *m* może zostać zastąpiony dowolnym z pozostałych. System *CNDM* (w skrócie *CNDM*) obejmuje:

- propozycję formalnych modyfikatorów determinatorów pozwalających uzyskać funktor realizujący dowolną odmianę kwantyfikacji z bazowej postaci determinatora,

- analogiczne modyfikatory dla predykatów przypisanych czasownikom – tu pojęcie odmiany odnosi się do każdego argumentu czasownika z osobna,
- koncepcja *znaczników odmian* (ang. *variety markers*) oraz oznaczonych (poprzez przypisanie znacznika) wyrażeń kategorii DET, NP i różnych kategorii czasownikowych (znaczniki są wprowadzone na poziomie metajęzyka),
- leksykon definiujący dozwolone przypisania odmian (w postaci znaczników odmiany) dla poszczególnych determinatorów i czasowników,
- rachunek znaczników odmian pozwalający na ustalenie dla każdego zdania dozwolonej kombinacji oznakowania odmian,
- oraz język reprezentacji semantycznej małego podzbioru języka angielskiego.

Typy wykorzystywane w definicjach systemu CNDM są identyczne z typami języka L_{typ} (Def. 3.3.9-1), L_{typ} spełnia w *CNDM* rolę meta-języka. Dodatkowo wprowadzony został w płaszczyźnie metajęzyka rachunek znaczników odmian.

Van der Does zdefiniował ||DET|| jako funktor $\wp(\wp(\mathrm{E}))^{\wp(\mathrm{E})}$ tzn.

||DET||: $\wp(\mathrm{E}) \rightarrow \wp(\wp(\mathrm{E}))$, gdzie E to dowolny niepusty zbiór np.

(5) dla każdego $X \subseteq E$ $\|\mathbf{n}\|(X) := \{Y \subseteq E: |X \cap Y| = n\}$,

lub też w notacji stosowanej w *CNDM*, opartej na rachunku lambda:

(6) $\mathbf{n} := \lambda X.\lambda Y.|X \cap Y| = n$.

Typem determinatora jest: ((*et*) ((*et*) *t*)).

Van der Does, za Barwisem i Cooperem (rozdział 4.3.2), konsekwentnie odróżnia funktor stanowiący reprezentację semantyczną wyrażeń kategorii DET od kwantyfikatora uogólnionego. Rozróżnienie to wydaje się mieć bardziej formalne niż praktyczne znaczenie. W *CNDM*, w większości przypadków, znaczenie determinatora analizuje się jako funkcję generującą rodzinę zbiorów, czasami jako równoważną jej relację.

W każdym przypadku, właściwości funktora, jakim jest determinator u van der Does'a, jednoznacznie określają (‘determinują’) pewien kwantyfikator uogólniony. Zawsze funkcję reprezentowaną przez determinator można postrzegać jako relację, a tym samym nie ma żadnej istotnej różnicy pomiędzy determinatorem – funktorem – a kwantyfikatorem uogólnionym typu kwantyfikatorowego ⟨1,1⟩, w sensie definicji Lindströma. Również, w trywialny sposób, można przenieść na determinatory-funktory wszystkie istotne własności i fakty [Does94:7] zaobserwowane u kwantyfikatorów uogólnionych realizowanych w języku naturalnym (rozdział 4.3.1).

Pewne zamieszanie może powodować fakt użycia słowa determinator przez van der Does'a w dwojakim sensie: jako nazwy kategorii składniowej i jako nazwy funktora określonego typu. Tam, gdzie może to powodować niejasność, będzie wprowadzone dodatkowe wyjaśnienie.

Ponieważ w dalszej części pracy, wykorzystanych zostanie kilka istotnych narzędzi formalnych wprowadzonych przez van der Doesa, pozostaniemy również przy funktorowym postrzeganiu znaczenia wyrażeń kategorii DET będziemy jednak używać w prezentacji rozwiązań proponowanych w niniejszej pracy na określanie tego typu funktora wprowadzonego już wcześniej pojęcia proto-kwantyfikatora.

W *CNDM* zastosowano ‘konserwatywne’ podejście do interpretacji *kolekcji* (‘grup’) w języku naturalnym. *CNDM* oparty został na standardowej teorii mnogości. Jako dziedzinę interpretacji przyjęto nie $\wp(E)$ a E – dowolny niepusty zbiór. Aby opisać interpretacje mnogie, predykaty czasownikowe są definiowane jako relacje na zbiorach typu $((et)^n\ t)$, gdzie n to liczba argumentów czasownika. Dodatkowo wprowadzony został zbiór obligatoryjnych modyfikatorów determinatorów, określanych mianem *type lifters*. Dla predykatów czasownikowych wprowadzono analogiczne modyfikatory, stosowane opcjonalnie, nakładające dodatkowe warunki na argumenty predykatu czasownikowego np. sprawdzana jest przynależność do relacji singletonów (reprezentujące atomy) utworzonych z właściwego argumentu.

Dla determinatorów modyfikator jest funktorem typu: (((*et*) ((*et*) *t*)) ((*et*) (((*et*) *t*) *t*))) – ‘podnoszącym’ typ determinatora (ang. *type lifting*) z funkcji zwracającej rodzinę zbiorów do funkcji zwracającej rodzinę zbiorów zbiorów lub inaczej rodzinę zbiorów *kolekcji*.

Def. 4.4.2-1 Pojęcie *kolekcji*

> Pojęcie *kolekcji* odtąd w pracy będzie używane na oznaczenie elementu denotacji typu (*et*), stanowiącego jednocześnie element jednego ze zbiorów produkowanych przez zmodyfikowany determinator. Od kolekcji wymagamy, aby wszystkie jej elementy spełniały pewien predykat typu (et) - reprezentujący aspekt deskryptywny znaczenia pewnej NP. Innymi słowy, kolekcje to formalny odpowiednik 'grup' reprezentowanych przez pewną NP w dyskursie, użytą w pewnej odmianie kwantyfikacji. Tym samym będziemy mówić, że zmodyfikowany determinator produkuje rodzinę zbiorów kolekcji.

Modyfikator predykatu czasownikowego jest typu (((*et*)*t*) ((*et*)*t*)). W przypadku czasowników wieloargumentowych poszczególne modyfikatory dotyczą poszczególnych pozycji argumentowych i są stosowane wielokrotnie w sekwencji, dla każdego z argumentów z osobna. Modyfikatory predykatów czasownikowych nie 'podnoszą' ich typów, a jedynie, jak już to było wspomniane, nakładają dodatkowe warunki na argumenty predykatu czasownikowego.

Obligatoryjne stosowanie modyfikatorów determinatorów zapobiega utracie spójności w obrębie wyrażeń w ramach *CNDM*.

Dobierając zbiór modyfikatorów determinatorów van der Does wyszedł od analizy możliwych znaczeń przypisywanych NP z determinatorami numerycznymi oraz ich formalnych interpretacji proponowanych w literaturze [Does94:29-35]. Następnie, po uogólnieniu proponowanych tam funktorów do modyfikacji dowolnego determinatora (nie tylko numerycznego), ich liczba została ostatecznie zredukowana na bazie kryterium adekwatności opisu oraz na podstawie analizy tzw. *relatywnej siły* (ang. *relative strength*) jednego modyfikatora względem pozostałych:

Def. 4.4.2-2 Relatywna siła modyfikatora determinatora [Does94:44]

> Niech L i L' są operatorami typu $\big(\,(\mathrm{e}\ \mathrm{t})\ ((\mathrm{e}\ \mathrm{t})\ \mathrm{t})\,)\ \ (\,(\mathrm{e}\ \mathrm{t})\ (((\mathrm{e}\ \mathrm{t})\ \mathrm{t})\ \mathrm{t}))\,\big)$
> Determinator $\boldsymbol{D}$ spełnia relację oznaczoną $L \rightarrow L'$ jeżeli dla dowolnej dziedziny interpretacji E:
> $L(\boldsymbol{D}_{\mathrm{E}}) \subseteq L'(\boldsymbol{D}_{\mathrm{E}})$.
> Interpretacja L' determinatora $\boldsymbol{D}$ jest, co najwyżej tak samo silna, jak L, jeżeli $\boldsymbol{D}$ spełnia relację $L \rightarrow L'$.

Wybrane zostały modyfikatory dające najsłabsze interpretacje w sensie Def. 4.4.2-2, czyli najbardziej ogólne swoim działaniu, zawierające rezultaty działania pozostałych.

Zanim jednak zostaną przedstawione definicje ostatecznie wybranych modyfikatorów, niezbędne jest wprowadzenie pomocniczej operatora generującego zbiór *atomów*.

Def. 4.4.2-3 Operator wydzielenia atomów

> Oznaczony przez AT, typu ((et) ((et)t)), zdefiniowany jako $\mathrm{AT} := \lambda X.\lambda Y.(Y \subseteq X \wedge |Y| = 1)$

Wykorzystując operator AT modyfikatory determinatorów zdefiniowane zostały następująco (zachowane zostały oryginalne oznaczenia):

Def. 4.4.2-4 Modyfikatory typu determinatora [Does94:37]

> Niech D jest typu ((et) ((et) t)), X,Y,Z są typu (et) oraz $\boldsymbol{Y}$ jest typu ((et) t).
>
> *dystrybutywny*: $\mathbf{D_1} := \lambda D.\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.D(X)(\cup(\boldsymbol{Y} \cap \mathrm{AT}(X)))$
> *kolektywny* dla determinatorów nie-MON↓: $\mathbf{C_2^a} := \lambda D.\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\exists Z \subseteq X.[D(X)(Z) \wedge Z \in \boldsymbol{Y}]$
> *kolektywny* dla determinatorów MON↓ [Does94:41]:
> $\widetilde{\mathbf{C}}_{\mathbf{2}}^{\mathbf{a}} := \lambda D.\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\sim \mathbf{C_2^a}(\sim \mathrm{D}) = \lambda D.\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\forall Z \in \wp(X) \cap \boldsymbol{Y}.[\mathrm{D}(X)(Z)]$
> *neutralny*: $\mathbf{N_2} := \lambda D.\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.D(X)(\cup(\boldsymbol{Y} \cap \wp(X)))$

Modyfikator typu zmienia rezultat zwracany przez determinator: zamiast rodziny zbiorów zwraca rodzinę zbiorów kolekcji:

- $\mathbf{D_1}$ przekształca dany determinator *D* w funktor zwracający, zamiast pierwotnego zbioru wynikowego, zbiór zawierający wszystkie atomy utworzone na podstawie pierwotnego zbioru wynikowego,
- operatory kolektywne zwracają zbiory kolekcji, gdzie przynajmniej jedna / wszystkie spełniają pierwotną relację *D*,
- natomiast kolekcje należące do zbioru zwracanego przez N_2 są sumowane i dopiero ta suma musi spełniać pierwotną relację *D*; jest to zgodne z znaczeniem neutralnym (kumulatywnym), gdzie istotna jest łączna liczba obiektów biorących udział w relacji; ich konkretna konfiguracja jest albo nieznana albo nieistotna dla nadawcy / odbiorcy.

Van der Does wprowadzając modyfikatory wyraźnie sugeruje możliwość ich użycia do wygenerowania dowolnej interpretacji determinatora z jego 'kanonicznej' formy (np. [Does94:36-39]). Później jednak, w definicji *CNDM* poszczególne interpretacje determinatorów są definiowane osobno (opatrzone są jednak symbolem modyfikatora i znacznikiem odmiany). Ponieważ jednak koncepcja modyfikacji kanonicznego znaczenia determinatora pozwala na łatwiejszą reprezentację niejednoznacznych znaczeniowo NP (poprzez parametryzację ich reprezentacji semantycznej), w niniejszej pracy przyjmiemy za podstawę jawną aplikację modyfikatorów. Przykładami zastosowania modyfikatorów do kilku niejednoznacznych determinatorów (konwencja oznaczeń zmiennych, jak w Def. 4.4.2-4) mogą być:

- **all**:=$\lambda X.\lambda Y.X\subseteq Y\wedge|X|>1$:
  - $\mathbf{D_1}(\mathbf{all})=\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\mathbf{all}(X)(\cup(\boldsymbol{Y}\cap \mathrm{AT}(X)))=$
    $\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.X\subseteq(\cup(\boldsymbol{Y}\cap \mathrm{AT}(X)))\wedge|X|>1=\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\mathrm{AT}(X)\subseteq \boldsymbol{Y}\wedge|X|>1$
  - $\mathbf{C_2^a}(\mathbf{all})=\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\exists Z\subseteq X.[\mathbf{all}(X)(Z)\wedge Z\in \boldsymbol{Y}]=\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\exists Z\subseteq X.[X\subseteq Z\wedge|X|>1\wedge Z\in \boldsymbol{Y}]=$
    $\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\boldsymbol{Y}(X)\wedge|X|>1$
  - $\mathbf{N_2}(\mathbf{all})=\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\mathbf{all}(X)(\cup(\boldsymbol{Y}\cap \wp(X)))=\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.X\subseteq\cup(\boldsymbol{Y}\cap \wp(X))\wedge|X|>1$
- $\mathbf{some_{pl}}$:=λX.λY.|X∩Y|≥2 – wersja mnoga *some* np. *some boys*,
  - $\mathbf{D_1}(\mathbf{some_{pl}})=\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\mathbf{some_{pl}}(X)(\cup(\boldsymbol{Y}\cap \mathrm{AT}(X)))=\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.|X\cap(\cup(\boldsymbol{Y}\cap \mathrm{AT}(X)))|\geq 2=$
    $\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.|\cup(\boldsymbol{Y}\cap \mathrm{AT}(X))|\geq 2=\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.|\boldsymbol{Y}\cap \mathrm{AT}(X)|\geq 2$
  - $\mathbf{C_2^a}(\mathbf{some_{pl}})=\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\exists Z\subseteq X.[\mathbf{some_{pl}}(X)(Z)\wedge Z\in \boldsymbol{Y}]=\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\exists Z\subseteq X.[\ |X\cap Z|\geq 2\wedge Z\in \boldsymbol{Y}]$
  - $\mathbf{N_2}(\mathbf{some_{pl}})=\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\mathbf{some_{pl}}(X)(\cup(\boldsymbol{Y}\cap \wp(X)))=\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.|X\cap(\cup(\boldsymbol{Y}\cap \wp(X)))|\geq 2=$
    $\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.|\cup(\boldsymbol{Y}\cap \wp(X))|\geq 2$
- **most**:= λX.λY.|X∩Y|>|X∩(~Y)|, gdzie ~Y=E-Y
  - $\mathbf{D_1}(\mathbf{most})=\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\mathbf{most}(X)(\cup(\boldsymbol{Y}\cap \mathrm{AT}(X)))=$
    $\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.|X\cap(\cup(\boldsymbol{Y}\cap \mathrm{AT}(X)))|>|X\cap(\sim(\cup(\boldsymbol{Y}\cap \mathrm{AT}(X))))|=\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.|\boldsymbol{Y}\cap \mathrm{AT}(X)|>|\sim\boldsymbol{Y}\cap \mathrm{AT}(X)|$
  - $\mathbf{C_2^a}(\mathbf{most})=\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\exists Z\subseteq X.[\mathbf{most}(X)(Z)\wedge Z\in \boldsymbol{Y}]=\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\ \exists Z\subseteq X.[\ |X\cap Z|>|X\cap(\sim Z)|\wedge Z\in \boldsymbol{Y}]$
  - $\mathbf{N_2}(\mathbf{most})=\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\mathbf{most}(X)(\cup(\boldsymbol{Y}\cap \wp(X)))=$
    $\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.|X\cap(\cup(\boldsymbol{Y}\cap \wp(X)))|>|X\cap(\sim(\cup(\boldsymbol{Y}\cap \wp(X))))|=$
    $\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.|\cup(\boldsymbol{Y}\cap \wp(X))|>|\cup(\sim\boldsymbol{Y}\cap \wp(X))|$

Nie wszystkie determinatory wykazują interpretacje w każdej z trzech odmian np. [Does94:95]:

every:=$\lambda X.\lambda Y.X\subseteq Y$

posiada tylko dystrybutywne znaczenie:

$\mathbf{D_1}(\mathbf{every})=\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\mathrm{AT}(X)\subseteq \boldsymbol{Y}$.

Widać to w zdaniu [Does94:42]:

*141) *Every bird flocked.* (gdzie ||*flocked*||=stłoczyć się, zbić się w stado)

Niezależnie od odmian czynnikiem określającym możliwe interpretacje zdania jest zasięg determinatorów (wkraczamy tu częściowo w tematykę kolejnego podrozdziału). W przypadku kombinacji determinatorów dystrybutywnych i kolektywnych wszystkie kombinacje wzajemnego zasięgu wydają się być możliwe choć niejednakowo prawdopodobne.

Problem sprawia odmiana neutralna, a ściślej maksymalna ilość obiektów dopuszczana przez nią w interpretacji z wąskim zasięgiem. Van der Does analizuje zastosowanie pojęcia *podziału*

(ang. *partitions*) oraz jego kilku możliwych definicji ale powstrzymuje się od ostatecznych konkluzji. Jednak stwierdza [Does94:53]:

> "I have tried to argue for a neutral reading of an NP which is used when the precise determination of quantities is at stake."

Natomiast, w przypadku czasownika tranzytywnego interpretację z dwoma neutralnymi NP identyfikuje z interpretacją kumulatywną, gdzie żadna z NP nie jest w zasięgu drugiej. Jest to zgodne z przekonaniem, że kumulatywna interpretacja jest formą kwantyfikacji równoległej. Van der Does w [Does94] nie analizuje innych form kwantyfikacji równoległej (chociaż dla odmian dystrybutywnych wydają się one być możliwe).

Interpretacja kumulatywna wymusza jednak zmianę przyjętego pierwotnie w *CNDM* typu NP np. dla typowego zdania [Does94:53]:

142) Three people lifted two tables.

jego warunki prawdziwości mogą być wyrażone następująco [Does94:87]:

(7) $\mathbf{N_2}(\mathbf{three})(||\text{people}||)(\text{DOM}(||\text{lift}||\cap(\wp(||\text{thing}||)\times\wp(||\text{table}||)))) \wedge$
$\mathbf{N_2}(\mathbf{two})(||\text{table}||)(\text{RG}(||\text{lift}||\cap(\wp(||\text{people}||)\times\wp(||\text{thing}||)))),$ gdzie:

- $||\text{thing}||=\mathbf{D}_e$
- $\text{DOM}:=\lambda\boldsymbol{R}.\lambda X.\exists Y.\boldsymbol{R}(X)(Y)$
- $\text{RG}:=\lambda\boldsymbol{R}.\lambda Y.\exists X.\boldsymbol{R}(X)(Y)$

Powyższej reprezentacja semantyczna 'wiąże' ze sobą podmiot i dopełnienie tak, iż trudno przedstawić ją jako kompozycyjne złożenie ||NP|| i ||VP||.

Rozwiązaniem zaproponowanym w *CNDM* jest wprowadzenie modyfikatora (ang. *type lift*) zmieniającego typ predykatu czasownikowego.

Def. 4.4.2-5 Schemat kumulatywnej interpretacji

$$\mathbf{L}:=\lambda\boldsymbol{R}.\lambda Q'.\lambda Q.(Q)^1(\text{DOM}(\boldsymbol{R}\cap(\wp(||\text{thing}||)\times\wp((Q')^2))))\ (Q')^1(\text{DOM}(\boldsymbol{R}\cap(\wp((Q)^2)\times\wp(||\text{thing}||)))),$$

gdzie zmienne Q i Q' są typu $(((et)t)\ t)\bullet(et)$

Zmienne Q i Q' w Def. 4.4.2-5 wprowadzają do schematu ||NP||. W celu poprawnej reprezentacji znaczenia kumulatywnego denotacja NP została rozszerzona z rodziny zbiorów zwracanej przez zmodyfikowany determinator, czyli $(((et)t)\ t)$, do produktu $(((et)t)\ t)\bullet(et)$, zawierającego jako drugi człon zbiór (część deskryptywną NP) wnoszoną przez rzeczownik.

Ograniczenie akceptowalności typów odmian występuje nie tylko po stronie NP, ale również po stronie czasownika. Niektóre czasowniki 'akceptują' tylko wybrane interpretacje determinatorów (przyjmując tu za van der Doesem założenie, że o odmianie całej NP decyduje odmiana determinatora) np. w zdaniu:

*143) **Most tourists** grouped near the Mona Lisa.*

możliwa jest jedynie interpretacja kolektywna bądź neutralna wyróżnionej NP.

W przypadku czasowników niejednoznacznych pod względem odmiany istnieje szereg wyrażeń rozstrzygających niejednoznaczności np. [Does94:59]:

144) The gurus are meditating.
*145) The gurus are meditating **together**.*
*146) The gurus are **each** meditating.*
*147) The actors were **all** involved in a **collective** walk.*

Zdanie 144) jest niejednoznaczne pomiędzy wszystkimi trzema interpretacjami, ale już zdanie 145) ma wyraźnie interpretację kolektywną w połączeniu z dystrybutywnym determinatorem daje konstrukcję nieakceptowalną np.

*148) *Every guru is meditating **together**.*

Z kolei zdanie 146) ma interpretację dystrybutywną oraz 147) kolektywną. Przysłówki: *together*, *collectively*, tzw. *floating quantifiers*[20] [Does94:59]: *each*, *all*, lub nawet przymiotniki:

[20] Jako *floating quantifiers* (inaczej *floated*) określane są leksemy [Kamp93]: *each*, *all* i *both* w użyciach w których występują one nie w ramach NP ale przemieszczone, pod względem składniowym, do

collective we frazie przyimkowej opisującej sposób realizacji czynności, uściślają interpretację frazy czasownikowej umożliwiając tylko jedną wybraną interpretację (np. 148).

Pożądaną jednoznaczność semantyki czasownika połączonego z modyfikatorem leksykalnym, van der Does proponuje osiągnąć poprzez wprowadzenie modyfikatora predykatu czasownikowego, który zmienia warunek akceptowalności określonego argumentu. Tylko przynależność kolekcji określonego typu do relacji jest brana pod uwagę po modyfikacji (predykat czasownikowy jest relacją na kolekcjach typu $((et)^n t)$). Wprowadzone zostały trzy podstawowe modyfikatory dla każdej odmiany [Does94:59-73] (oznaczenia identyczne jak poprzednio):

Def. 4.4.2-6 Podstawowe modyfikatory predykatów czasownikowych

Podstawowy modyfikator predykatu czasownikowego to funktor typu: (((et)t) ((et)t)):
dystrybutywny $\delta := \lambda \boldsymbol{X}.\lambda Y.\mathrm{AT}(Y) \subseteq \boldsymbol{X}$
kolektywny $\gamma := \lambda \boldsymbol{X}.\lambda Y.\boldsymbol{X}(Y) \wedge |Y| >$
neutralny $\pi := \lambda \boldsymbol{X}.\lambda Y.Y \subseteq \cup \boldsymbol{X}$

Modyfikatory czasownika nie spełniają roli filtrów obcinających relację – chociaż takie rozwiązanie wydawałoby się najbardziej oczywiste, np. δ jako filtr zwracałby rodzinę zbiorów, z których atomy należą do pierwotnej relacji.

Modyfikacja i-tego argumentu predykatu czasownikowego jest określona schematem [Does94:70]:

(8) $\lambda X_1 ... \lambda X_n.\mathrm{OP}(\lambda Y_i.\boldsymbol{R}(X_1)...(Y_i)...(X_n))(X_i)$, gdzie **R** to dowolny predykat czasownikowy, OP – dowolny z modyfikatorów.

Przeanalizujmy zastosowanie modyfikatora dystrybutywnego δ na uproszczonym przykładzie [Does94:62]:

149) The Mitarios admire the Montagues.

Jeżeli uprościmy typ NP do (et), nie uwzględniając odmian, oraz założymy, że zdanie to oznacza, iż każdy Mitario z osobna podziwia kolekcję Montague'ich, otrzymamy:

(9) $(\lambda X_1.\lambda X_2.\delta(\lambda Y_1.\|\text{admire}\|(Y_1)(X_2))(X_1))(\|\text{mitario}\|)(\|\text{montague}\|) =$
$(\lambda X_2.\delta(\lambda Y_1.\|\text{admire}\|(Y_1)(X_2))(\|\text{mitario}\|))(\|\text{montague}\|) =$
$\delta(\lambda Y_1.\|\text{admire}\|(Y_1)(\|\text{montague}\|))(\|\text{mitario}\|) =$
$\mathrm{AT}(\|\text{mitario}\|) \subseteq \lambda Y_1.\|\text{admire}\|(Y_1)(\|\text{montague}\|)$

Prezentowane wcześniej przykłady sugerują, że nie należy przypisywać niejednoznaczności pod względem odmiany relacji jednostronnie tylko do NP czy VP. Co więcej, nieakceptowalność niektórych konstrukcji przy różnicy odmiany sugeruje, że przyczyny ich odrzucenia są natury semantycznej.

Van der Does w *CNDM* wprowadza formalny *rachunek znaczników odmian*. Znaczniki odmian wbudowane są w reguły syntaktyczno-semantyczne określające jednocześnie zarówno akceptowalne konstrukcje wybranego podzbioru języka angielskiego jak i też ich reprezentację semantyczną. Reguły *CNDM* wzorowane są na gramatyce kategorialnej i podzielone są na:

- reguły wyrażeń podstawowych (nierozkładalnych): CAT : v ||CAT||, gdzie CAT to kategoria składniowa, *v* znacznik odmiany, ||CAT|| reprezentacja semantyczna przypisana do wyrażenia podstawowego; reguły podstawowe są przypisane do wyrażeń w leksykonie,
- reguły wyrażeń złożonych: $\dfrac{\mathbf{CAT}_1 : \mathbf{v}_1 : \|\mathbf{CAT}_1\| \qquad \mathbf{CAT}_2 : \mathbf{v}_2 : \|\mathbf{CAT}_2\|}{F(\mathbf{CAT}_1, \mathbf{CAT}_2) : G(\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2) : H(\|\mathbf{CAT}_1\|, \|\mathbf{CAT}_2\|)}$, gdzie funkcja *F* określa kategorię wyrażenia złożonego, *G* jest wyrażeniem na znacznikach odmian, *H* jest funkcją na reprezentacjach semantycznych wyrażeń składowych.

Def. 4.4.2-7 Rachunek znaczników odmian [Does94:90-92]

Znaczniki podstawowe to elementy zbioru $V := \{c, n, d, m\}$, odpowiednio: *c – collective*, *n – neutral* i *d – distributive*, *m – niejednoznaczna* (ang. *mixed*). Na zbiór znaczników pod-

---

struktury VP, jednakże znaczeniowo nie różnią się od użyć determinatorowych tzn. są powiązane z konkretną NP, będąca argumentem czasownika.

stawowych nałożony jest porządek $\leq:=\{\langle m, c\rangle, \langle m, n\rangle, \langle m, d\rangle\}$, wyraża on założenie, że odmiana wyrażenia oznaczonego przez *m* może zostać ustalona (ujednoznaczniona) do dowolnej z pozostałych w wyniku operacji w pewnej regule gramatyki.

Znacznik złożony to dowolny element V^+ - tzn. niepustego ciągu elementów *V* np. *cd*, *mnd*.

Niech $\otimes$: $V^2 \rightarrow V$ to operator przemienny i łączny, którego działanie jest zdefiniowane następująco:

x	*y*	*x*⊕*y*	*x*	*y*	*x*⊕*y*
c	c	c	n	d	n
c	n	c	n	m	n
c	d	c	d	d	d
c	m	c	d	m	d
n	n	c	m	m	m

gdzie *x*,*y* to zmienne po znacznikach odmian.

Czasowniki o większej liczbie argumentów wymagają oznaczeń przy pomocy znaczników złożonych. Do operowania na znacznikach złożonych zostały wprowadzone dodatkowe operatory $\oplus^1$, $\oplus^2$, $\oplus^3$ określone następująco (***u***,***v***,***w*** – to zmienne po znacznikach złożonych):

- $x \oplus^1 y\boldsymbol{v} = y\boldsymbol{v} \oplus^1 x = (x \oplus y)\boldsymbol{v}$
- $x \oplus^2 \boldsymbol{v}y = \boldsymbol{v}y \oplus^2 x = \boldsymbol{v}(x \oplus y)$
- $x\mathbf{w} \oplus^3 y\boldsymbol{v} = y\boldsymbol{v} \oplus^3 x\mathbf{w} = x \oplus y$

Przykładami reguł *CNDM* mogą być:

- reguły podstawowe:
  - *each* - $\mathrm{MOD} : d : \delta$, gdzie *each* jako *floating quantifier* ma kategorię MOD – modyfikatora, *d* – znacznik, δ - dystrybutywny modyfikator predykatu czasownikowego
  - *to kiss* - $\mathrm{TV} : mm : \|\mathrm{kiss}\|$ lub $\mathrm{TV} : nn : \mathbf{L}(\|\mathrm{kiss}\|)$, gdzie TV – czasownik tranzytywny, **L** wprowadzony wcześniej operator schematu interpretacji kumulatywnej (Def. 4.4.2-5).
- reguły złożone:
  - $\dfrac{\mathrm{DET} : u : \|\mathrm{DET}\| \qquad \mathrm{CN} : v : \|\mathrm{CN}\|}{\mathrm{NP} : u \oplus v : \langle\|\mathrm{DET}\|(\|\mathrm{CN}\|), \|\mathrm{CN}\|\rangle}$, gdzie CN to kategoria rzeczownika, ||DET|| jest determinatorem zmodyfikowanym już przez modyfikator odpowiadający *u*,
  - $\dfrac{\mathrm{MOD} : v : \|\mathrm{MOD}\| \qquad \mathrm{TV} : uw : \|\mathrm{TV}\|}{\mathrm{TV} : v \oplus^2 uw : \lambda Q \lambda X.(Q)^1(\|\mathrm{MOD}\|(\|\mathrm{TV}\|(X)))}\ \text{zapewniając} : w \leq v$, reguła umożliwia nałożenie dodatkowego warunku na drugi argument i zmianę oznaczenia odmiany pod warunkiem jednak, że drugi argument jest oznaczony przez *m*.

Podsumowując tą dość szczegółową prezentację systemu *CNDM*, dostarcza on kilka ciekawych rozwiązań: idei modyfikatorów determinatorów, koncepcji relacji predykatu czasownikowego jako relacji na kolekcjach (tu modelowanych jako podzbiory) oraz rachunku odmian wkomponowanego w ściśle kompozycyjne reguły gramatyki. *CNDM* opisuje w szerokim zakresie zjawisko różnego stopnia 'granulacji' relacji komunikowanych przez wyrażenia języka naturalnego, pozostając na gruncie 'konserwatywnej' standardowej teorii zbiorów. Ogromną zaletą *CNDM* jest jego rzetelna szczegółowość, niestety poważną wadą, z punktu widzenia zastosowań informatycznych, jest wycinkowość i jednostronność opisu ograniczonego do perspektywy 'kwantyfikacyjnej'. Wady te jednak wynikają jedynie w kontekście zamierzonego nietypowego wykorzystania idei van der Doesa w niniejszej pracy.

W dalszej części pracy, przejmując cenne idee modyfikatorów determinatorów i predykatów czasownikowych (dla tych ostatnich zaproponowane zostaną ich analogi w postaci filtrów) oraz koncepcję rachunku odmian, podjęta zostanie próba wbudowania tych narzędzi w szerszy model interpretacji semantyczno-pragmatycznej NP. Uwzględnione zostaną wzajemne relacje pomiędzy odmianami kwantyfikacji a pozostałymi aspektami znaczenia NP (rozdział 6).

4.5.Ile znaczeń może mieć proste zdanie z kilkoma NP?

W przypadku zdań zawierających kilka NP ilość możliwych interpretacji szybko wzrasta wraz z uwzględnianiem kolejnych aspektów znaczenia NP takich, jak: zasięg (względem innych NP oraz czasowników intensjonalnych), interpretacje 'bezzasięgowe' (kwantyfikacja równoległa), referencja, odmiany kwantyfikacji. Prosta zasada zakładająca, że wszystkie 'mechanicznie' możliwe interpretacje są prawdopodobne nie jest ani racjonalna (ilość ich może być bardzo duża, już dla dwóch NP może sięgnąć 18 [Does94]), ani też nie ma uzasadnienia kognitywnego [Bellert89,Does94,Park95]. W dalszej części pracy problem opisu znaczenia zdania zawierającego więcej niż jedną NP będzie skrótowo określany problemem *wielokrotnych NP*. Określanie go mianem *wielokrotnej kwantyfikacji* presuponowałoby zbyt jednostronny punkt widzenia.

Punktem wyjścia wielu 'mechanistycznych' koncepcji wielokrotnych NP jest metoda nazwana *quantifying-in* wprowadzona przez Montague [DoWaPe81] w ramach PTQ, do analizy znaczeń *de re* i *de dicto* zdań z czasownikami intensjonalnymi, np. dla 'kanonicznego' zdania:

99) *John seeks **a unicorn***.

mamy dwie możliwe reprezentacje:

- *de re*: $\exists x.(\mathbf{unicorn}(x) \wedge \mathbf{seek}(j, x))$
- *de dicto*: $\mathbf{seek}(j, {}^{\wedge}\lambda Q.\exists x.(\mathbf{unicorn}(x) \wedge Q\{x\}))$, gdzie $^{\wedge}$ jest *operatorem intensji*, który (w pewnym uproszczeniu) tworzy funkcję z możliwych światów do denotacji danego wyrażenia (tu pustej denotacji w przypadku światów rzeczywistych i niepustej w przypadku mitologicznych); znaczenie powyższej formuły można opisać następująco [DoWaPe81:216]:

  > "The formula [...] asserts that John (the individual denoted by *j*) stands in the $^{<<}$**seek**-relation$^{>>}$ to [...] the property of being a property that some unicorn has."

W interpretacji *de dicto* problem sprowadza się do reprezentacji istnienia obiektów mitologicznych (interpretacja abstrakcyjna w sensie modelu Hessa), natomiast *de re* wyraża interpretację, w której John szuka jednorożca obiektywnie istniejącego w rzeczywistości. Montague osiągnął efekt poprzez regułę syntaktyczną S14 z PTQ [DoWaPe81], która 'wyciąga' odpowiednią NP (rozpatrując S14 z punktu widzenia analizy) i wprowadza na jej miejsce zmienną syntaktyczną he_k - koindeksowaną z 'wyciągniętą' NP. Reguła semantyczna T14, sprzężona w myśl zasady kompozycyjności z S14, wprowadza w miejsce zmiennej syntaktycznej he_k zmienną logiczną, wiązaną przez kwantyfikator będący częścią reprezentacji znaczenia NP (również ||NP|| narzuca restrykcję na tą zmienną).

W PTQ technika *quantifying-in* została zastosowana również do nieintensjonalnych kontekstów, gdzie przy większej ilości NP wzajemne relacje zasięgu reprezentujących je kwantyfikatorów klasycznych zależą od kolejności zastosowania pary S14-T14. Nie ma w zasadzie żadnego ograniczenia na stosowanie tej pary reguł (poza kategoriami wyrażeń, do których się odnoszą: NP i zdanie), w szczególności nie ma żadnych ograniczeń związanych z miejscem 'wyciąganej' NP w strukturze zdania. Warto tu jednak podkreślić, że nie jest to jedynie niejednoznaczność semantyczna. Poprzez S14 różnica w znaczeniu wiązana jest z różną strukturą składniową. Ilość możliwych znaczeń zdania z wielokrotnymi NP, według Montague, jest równa liczbie możliwych permutacji. Mimo ograniczonego podzbioru języka angielskiego w PTQ, niewątpliwie, znaczeń jest zbyt dużo (mimo, iż rozpatrywane są jedynie dystrybutywne!) [Park95].

Rozwinięciem techniki *quantifying-in* jest metoda stosowana w przetwarzaniu języka naturalnego do generowania wszystkich możliwych znaczeń wielokrotnych NP zwana *pamięcią Coopera* (ang. *Cooper storage*) [PerShi87]. Polegająca na odkładaniu reprezentacji NP napotkanych podczas przetwarzania struktury składniowej do specjalnej struktury w pamięci. W miejsce usuniętych reprezentacji NP są wstawiane, powiązane z nimi, zmienne (wskaźniki). W rezultacie powstaje struktura reprezentująca niejednoznaczne znaczenie zdania, z której, na podstawie pamięci Coopera, można wygenerować wszystkie możliwe interpretacje. Dopuszczalne są niestety wszystkie możliwe permutacje kwantyfikatorów.

Hobbs i Shieber wprowadzili warunek UVC (ang. *Unbound Variable Constraint*) [HobShi87] nałożony na strukturę logiczną reprezentacji semantycznej zdania ograniczający ilość możliwych interpretacji np. w zdaniu [Park95:2]:

150) ***Two representatives*** *of* ***three companies*** *saw* ***most samples****.*

interpretacja, w której *two representatives* obejmuje swoim zasięgiem *most samples* a ta z kolei *three companies* jest wykluczona przez UVC. Jeśli dla kwantyfikatora przyjmiemy następujący zapis schematu jego struktury logicznej (wersja relacyjna):

<kwant>(<zmienna>, <restrykcja>, <zakres>), gdzie *zakres* i *restrykcja* to pewne predykaty,

to według Hobbsa i Shiebera wykluczona interpretacja ma następującą reprezentację:

```
two(r, representative( r ) ∧ of(r, c),
    most(s, sample(s), three(c, company( c ), saw(r, s)) ) )
```

Zmienna *c* w miejscu pierwszego odwołania się do niej nie jest związana a jest sprzeczne z UVC.

Analogiem do *quantifying-in* Montague jest syntaktyczna technika *Quantifier Raising* (w skrócie QR) zaproponowana przez May'a [May77] (za [Park96b:28]). Osadzona jest ona w gramatyce transformacyjnej Chomsky'iego, a ściślej w jej wersji zwanej *Government and Binding* [BolcMy92] (w skrócie *GB*). W *GB* struktura powierzchniowa zdania jest generowana ze struktury głębokiej (opisywanej regułami gramatyki frazowej) poprzez szereg transformacji do warstw pośrednich. May zaproponował interpretację wielokrotnych NP poprzez transformacje z *S-Structure*, reprezentującej strukturę powierzchniową (*S* z ang. *surface*), do LF (*Logical Form*), reprezentującej strukturę znaczeniową (logiczną). Transformacje QR bazują na wykorzystywanej często w *GB* technice przesunięcia ze śladem (ang. *raising*), gdzie przesuwana jest część struktury składniowej, natomiast jako ślad pozostaje koindeksowana zmienna. Technika QR jest bardzo podobna do *quantifying–in*, to, co ją odróżnia to wprowadzenie warunków wykonania transformacji uwzględniających miejsce przesuwanego NP w strukturze. W kolejnych wersjach QR postać tych warunków się zmieniała i bardzo często były one albo zbyt restrykcyjne albo zbyt słabe [Park96b:28-30].

4.5.1. Hipoteza interpretacji kwantyfikacyjnych Parka

Interesującą metodę redukcji nadmiarowych interpretacji zaproponował Park (podstawowa praca to dysertacja [Park96a]). Opiera się ona na tzw. *Hipotezie interpretacji kwantyfikacyjnych* (ang. *Quantificational Readings*). Jej nazwa wywodzi się z przeświadczenia Parka, iż zdania z wielokrotnymi NP, pod względem interpretacji znaczenia, można podzielić na dwie grupy: pierwszą, wykazującą daleko idącą regularność, która jest zgodna z hipotezą oraz drugą grupę, gdzie występują „pozorne" sprzeczności z hipotezą. Interpretacje z grupy pierwszej Park opisuje przy pomocy zasięgu kwantyfikatorów uogólnionych, natomiast 'wyjątki' z grupy drugiej tłumaczy wpływem zjawiska referencji.

Park nie formułuje w sposób jawny definicji referencji. Opiera się na (analizowanym w rozdziale 3.3.2) „referencyjnym rodzajniku nieokreślonym" zidentyfikowanym przez Fodor i Sag oraz na postulowanym przez nich podziale na interpretacje referencyjne i kwantyfikacyjne NP. Aczkolwiek, postrzegamy tu referencję i kwantyfikację jako jedne z kilku aspektów znaczenia NP, nie sposób się nie zgodzić z Parkiem, że referencyjne NP nie wchodzą w relacje zasięgu, przynajmniej pozornie (w rozdziale 6 wykazane zostanie, że można to wytłumaczyć cechami samego mechanizmu referencji niwelującego wpływ zasięgu). W jednym przynajmniej przypadku, 'upchnięcie' wyjątku do dziedziny referencyjnych interpretacji jest co najmniej dyskusyjne. Do interpretacji referencyjnych zaliczona została kwantyfikacja kumulatywna [Park96a:15] (zapewne też, zaliczone zostałyby inne przypadki kwantyfikacji równoległej nie omawiane przez Parka). Jednak np. w zdaniu (podobne rozważa Park):

98) ***Three examiners*** *marked* ***two papers****.*

w interpretacji kumulatywnej wyrażana jest liczebność grup w relacji [Does94,Hess89] – dowolnych a nie określonych grup. Problem braku w tym momencie zasięgu można rozwiązać poprzez formalizację pojęcia zależności liczebnościowej (zdefiniowanego w rozdziale 3.3.9), próba taka zostanie podjęta w rozdziale 6.

Dodatkowo Park ogranicza się jedynie do interpretacji dystrybutywnych oraz do zdań pojedynczych.

Wspomniana wcześniej *Hipoteza interpretacji kwantyfikacyjnych*, stanowiącą główną tezę Parka, wykorzystuje pojęcie *c-składnika* (ang. *c-constituent*) [Park96a:33]:

Def. 4.5.1-1 C-składnik

> Ciąg słów *s* języka naturalnego *L* jest *c-składnikiem* w.t.w., gdy w języku *L* jest akceptowane zdanie, w którym *s* jest złożone współrzędnie z innym ciągiem słów *s'* dzielącym tą samą funkcję składniową, co *s*.

Przykładem c-składników mogą być w języku angielskim *loves* i *will marry*, ponieważ, bez wątpienia, jest akceptowalne zdanie [Park96a:33]:

151) Every man loves and will marry some woman.

oraz funkcja obydwu fraz czasownikowych jest identyczna.

Def. 4.5.1-2 Hipoteza *interpretacji kwantyfikacyjnych*

> Rozważmy następującą strukturę powierzchniową akceptowalnego zdania:
>
> $\dots \overbrace{NP_1 \underbrace{\dots}_{A} NP_2}^{B} \dots$ gdzie fragment *A* zwiera wszystko pomiędzy NP_1 i NP_2 oraz fragment *B* zawiera NP_1, *A*, NP_2 i nic poza nimi.
>
> W kwantyfikacyjnych interpretacjach, kwantyfikatory wewnątrz NP_1 i NP_2 mogą różnicować swój wzajemny zasięg w.t.w., gdy *A* i *B* są fonologicznie zrealizowanymi c-składnikami. W tych interpretacjach, kwantyfikatory wewnątrz *A* są objęte zasięgiem przez wszystkie kwantyfikatory, które są wewnątrz NP_1 i NP_2.

Wymóg fonologicznej realizacji *A* oznacza, że *A* nie może być *pustą realizacją* jakiejś kategorii syntaktycznej (zabieg często spotykany w gramatykach).

Podstawowe idee koncepcji Parka można w przejrzysty sposób przedstawić [Park95:2] wprowadzając abstrakcyjny język reprezentacji semantycznej *L* (którego semantyka jest nieistotna) taki, że semantyczną reprezentacją NP z determinatorem kwantyfikującym jest wyrażenie

<determinator>(<rzeczownik>) np. || *most samples* ||$:=_L$ `three(sample)`

Reprezentacją pozostałych leksemów języka naturalnego w *L* są predykaty biorące jako argumenty ||NP|| i inne predykaty. Pozwala to na przejrzystą reprezentację semantycznej struktury funkcjonalno-argumentowej np. dla zdania 150) mamy:

```
saw( of(two(representatives), three(company)), most(sample) )
```

Warto tu podkreślić, że Park analizuje dostępność konfiguracji relacji zasięgu tylko w odniesieniu do struktury funkcjonalno-argumentowej, nie bierze pod uwagę cech semantyki leksykalnej samych predykatów.

Konstrukcje składniowe analizowane w pracy [Park96] pod względem zgodności z hipotezą (dla innych hipoteza nie była sprawdzana przez Parka) to: czasowniki przechodnie, różne czasowniki biorące jako argument zdanie (*control verbs*, *attitude verbs*), NP modyfikowane frazą przyimkową (włączono tu dzierżawcze *of*), NP zawierające konstrukcje dzierżawczą, NP modyfikowane zdaniem względnym typu *Wh*, czasowniki wymagające więcej niż dwóch argumentów oraz różne konstrukcje współrzędne.

W większości przypadków na podstawie hipotezy trafnie można przewidzieć ilość możliwych interpretacji 'kwantyfikacyjnych' np. w zdaniu 150), którego struktura jest rozpisana powyżej, są trzy NP i dwa wyrażenia odpowiadające sekwencji *A* z hipotezy: *saw* i *of*. Mamy dwie pary ich argumentów, które mogą się wymieniać pozycjami i dostajemy $2 \times 2 = 4$. Z pozostałych dwóch mechanicznie możliwych permutacji, jedna została powyżej wykluczona przez warunek UVC, a druga (*three* > *most* > *two*), po bliższej analizie, jest nieakceptowalna jako znaczenie 150).

Niespodziewanie, dość oczywista konstrukcja czasownika z trzema argumentami sprawia kłopoty z potwierdzeniem hipotezy np. dla zdania:

152) Every dealer shows most customers three cars.

Większość czytelników znajdzie tu zapewne 6 możliwych interpretacji dystrybutywnych (a przynajmniej dla jednoznacznie wieloznacznej jego wersji: *Two dealers show four customers three cars*). Niestety, hipoteza ma charakter binarny i można zidentyfikować tylko dwa ciągi *A*: *shows* oraz *shows most customers* np.

153) Every dealer [***shows most customers***]$_A$*, but* **[*gives most mechanics***]$_A$*, three cars.*

Daje to tylko 4 interpretacje. Tymczasem w uproszczonej reprezentacji języka *L* mamy po prostu:

show(**every**(dealer), **most**(customer), **three**(car))

W swojej dysertacji [Park96a] Park, zauważając tą niedogodność, zapowiada, że implementacja jego teorii w *gramatyce kategorialnej* (np. [DoWaPe81]) dostarczy rozwiązania. W implementacji zostało wygenerowanych dla 152) 5 interpretacji (mimo, że w [Park95] mamy również 6!). Prawdopodobnie szósta jest blokowana z powodów technicznych. Zastosowana gramatyka kategorialna, oparta na zasadach redukcji symboli zgodnie ze strukturą ich kategorii, wymusza przypisywanie poszczególnym wyrażeniom kategorii o strukturze bardziej uwarunkowanej względami semantycznymi niż składniowymi. W przypadku 152) NP z *most* w tzw. reprezentacji *niezdegenerowanej* [Park96a:59], tzn. takiej, w której może kwantyfikator obejmować zasięgiem inne wyrażenia, rozważana NP musi być dołączona jako argument do *show* przed *three cars* [Park96a:106]. Warunkowane jest to zbiorem kategorii przypisanych do *most* (każda konfiguracja zasięgu musi być opisana osobną kategorią powstającą w wyniku zastosowania operatora zmieniającego typ wyrażenia – w tym przypadku kategorię!).

Samo pojęcie „*zdegenerowanej semantyki kwantyfikatora"* [Park96a:59] jest bardzo niejasne ponieważ jest wprowadzone jedynie w ramach składni:

a) `Quantifier(Mode, Var, Restriction, Body)` – reprezentacja dla szerokiego zasięgu (analogiczna jak wprowadzona wcześniej dla warunku UVC, `Mode` oznacza dodatkowy modyfikator kwantyfikatora np. ||*at least*||),
b) `*Quantifier( Restriction )` – reprezentacja „zdegenerowanej semantyki kwantyfikatora".

Semantyka 'normalnej' postaci kwantyfikatora jest określona formalnie w sposób relacyjny (typ kwantyfikatorowy ⟨1,1⟩) [Park96a:67] jako relacja pomiędzy zbiorem obiektów, które podstawione pod `Var` spełniają restrykcję a zbiorem spełniającym zasięg (`Body`). „Semantyka zdegenerowana" nie została zdefiniowana formalnie (*sic!*). Pada jedynie sformułowanie, że można ją traktować jako „introducing a kind of *DRT*-style existential variable" (*DRT* omawiane jest w rozdziale 5.1), sądząc też po implementacji, jest to predykat określający liczebność (*adjectival determiner* w nomenklaturze Doesa [Does94]).

Pełne sześć interpretacji zdania 152) daje uproszczona, wczesna wersja hipotezy z pracy [Park95] wyrażona w języku abstrakcyjnym *L*:

- dla funkcji o *n* argumentach liczba wzajemnych relacji zasięgu jej argumentów jest równa liczbie sposobów na jakie możemy dostarczyć argumenty do funkcji czyli *n*!

Dla zdania 152) mamy 3!=6, oraz dla zdania 150) mamy 2!×2!. W przypadku, w którym w strukturze reprezentacji semantycznej mamy więcej niż jedną funkcję liczba możliwych interpretacji jest równa liczbie możliwych kombinacji. Wersja uproszczona nie definiuje jednak, co jest „funkcją" w strukturze syntaktycznej.

Nie zawsze jednak uproszczona wersja jest skuteczna np. w reprezentacji zdania:

154) Some student studied two dialects of every language.

mamy dwie funkcje: *studied* i *of*, które dają nam 4 możliwe interpretacje. W literaturze postulowane jest jednak również istnienie piątej, gdzie *every* > *some* > *two*. Na gruncie hipotezy można wytłumaczyć je identyfikując c-składni *A* z *studied two dialects of*, np. akceptowalne jest zdanie:

155) Some student studied two dialects of, but collected most cases of co-ordination in, every language.

Wtedy *every* może 'wymienić się' pozycją w relacji zasięgu z *some,* jednocześnie obydwa, zgodnie z hipotezą, mają w zasięgu wszystkie kwantyfikatory z wnętrza *A*, czyli *two*.

Jednakże, te dodatkowe piąte znaczenie można utożsamić z sytuacją kolektywnego badania dwóch dialektów na raz. Znaczenie takie już nie pojawia się w zdaniu z 'czysto' dystrybutywnym czasownikiem np.:

156) Some boy kissed two girls of every group.

157) Two students studied three dialects of four languages.

Również można mieć poważną wątpliwość, czy zdanie powyżej ma pięć interpretacji. W postulowanej przez Parka piątej musiałoby dotyczyć 8 studentów badających 24 dialekty!

Mimo jej skuteczności, poważną słabością hipotezy jest odniesienie jej do ciągu wyrazów w strukturze powierzchniowej a nie do struktur składniowych. Jej rozszerzenie w tym kształcie na konstrukcje trzy argumentowe byłoby bardzo trudne. Konieczne byłoby wprowadzenie zbyt dużej liczby skomplikowanych warunków np. już w obecnym kształcie hipoteza dopuszcza potraktowanie w 154) ciągu *some student studied two dialects* jako c-składnika *B*. Wtedy *A = studied* i otrzymujemy niepoprawną interpretację *two > some > every*. W praktyce jej stosowania Park zawsze podstawia współrzędne złożenie ciągu testowanego jako ciąg *B* do rozszerzonego zdania źródłowego, ale w samej definicji hipotezy nie jest to wyraźnie powiedziane. Dodatkowo hipoteza może być stosowana jedynie do języków ściśle pozycyjnych, ponieważ opiera się na relacjach pomiędzy ciągami wyrazów w strukturze powierzchniowej np. w języku polskim kolejność ta może się zmieniać w szerokim zakresie. Mimo to, polskie wersje podawanych w pracy [Park96a] przykładów wskazują, że zasada analogiczna do hipotezy może być sformułowana dla języka polskiego, tylko powinna być oparta na syntaktycznej strukturze predykatowo-argumentowej

Podejście Parka można określić mianem ściśle logicznego i opartego przede wszystkim na właściwościach składniowych. Park ogranicza się wyłącznie do pola opisywanego przez 'klasyczną' (w pewnym sensie) oraz logiczną kwantyfikację po obiektach indywiduowych. Wszystkie przykłady znaczeń zdań nie przewidzianych przez jego teorię wrzuca, łącznie ze znaczeniami wynikającymi z niedystrybutywnych odmian kwantyfikacji, do pojemnego 'worka' znaczeń referencyjnych [Park95].

4.5.2. Struktury kwantyfikacji Bellert

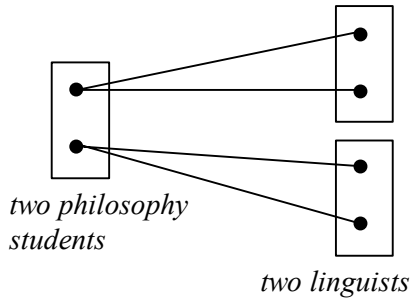
Zupełnie przeciwstawne podejście do pracy Parka reprezentuje ciekawa teoria „struktur kwantyfikacji" (ang. *quantification structures*) zaproponowana przez Bellert [Bellert89]. W pracy tej kluczowym słowem jest „referencja", co wyraźnie określa jej 'semantyczną orientację'. Bellert wprowadza dwie cechy (ang. *features*): *absolutność* (ang. *absoluteness*) i *dystrybutywność* (ang. *distributiveness*), determinujące sposób realizacji kwantyfikacji w zdaniu zawierającym więcej niż jedną NP. Cechy przyjmują binarne wartości oznaczane odpowiednio: *a+/-* i *d+/-*. Absolutność charakteryzuje bezpośrednio znaczenie NP, natomiast dystrybutywność to niesymetryczna relacja określająca związki pomiędzy parami znaczeń NP. Bellert przyjęła naturalne założenia, że znaczenie czasownika jest relacją *n*-argumentową, gdzie n to liczbą fraz (głównie kategorii NP i PP) wymaganych przez czasownik oraz, że znaczeniem NP jest rodzina zbiorów (jawnie powołując się tu na teorię kwantyfikatora uogólnionego). Następnie, Bellert rozwija ideę Fodor [Fodor82], polegającą na opisaniu znaczenia prostego *n*–argumentowego zdania grafem określającym strukturę krotek budowanych z obiektów należących do zbiorów stanowiących reprezentację znaczenie argumentów. Każda dozwolona konfiguracja wartości cech (niektóre konfiguracje są odrzucane przez reguły wyrażające obserwowane fakty językowe) określa pewną klasę grafów a tym samym charakteryzuje możliwe znaczenie zdania (z dokładnością do klasy). Wszystkie krotki zbudowane według 'przepisu' wyrażonego grafem powinny należeć do relacji czasownikowej, aby zdanie było prawdziwe. Nie wszystkie potencjalnie możliwe konfiguracje cech znajdują oparcie w faktach językowych. Stąd też sercem teorii Bellert jest zbiór trzech reguł, warunków koniecznych, które muszą być przestrzegane przez wszystkie akceptowalne konfiguracje cech. Zanim przejdziemy do szczegółowej definicji systemu Bellert i analizy jego własności, warto zapoznać się z prostym przykładem jego zastosowania [Bellert89:7]:

158) Two philosophy students stalked two linguists.

Znaczenie, w którym obydwa kwantyfikatory są interpretowane w odmianie dystrybutywnej oraz ich zasięg zgadza się z linearną kolejnością NP w zdaniu (pierwszy obejmuje zasięgiem drugi), można opisać konfiguracją cech zdefiniowaną następująco:

$two_1^{+} \underset{-}{\overset{+}{\rightleftarrows}} two_2^{-}$, gdzie ponad kwantyfikatorami podana jest wartość absolutności, a oznaczenia strzałek charakteryzują wartości cechy dystrybutywności (rodzaj relacji).

Powyższa konfiguracja wartości wyznacza klasę grafów reprezentowaną przez poniższy diagram (najbardziej charakterystyczny przypadek):



Na powyższym rysunku, każdy prostokąt to jeden ze zbiorów obiektów należący do znaczenia odpowiedniej NP, natomiast punkty to elementy danego zbioru.

Bellert jako podstawę swoich rozważań przyjmuje dość uproszczoną strukturę NP (oznaczenia zostały zmienione):

NP(DP S-NP), gdzie:

- DP to fraza determinatorowa (Bellert używa pojęcia „*specifier*"),
- oraz S-NP to *„small noun phrase"* - czyli ta część frazy rzeczownikowej, która pozostaje po odjęciu frazy determinatorowej.

W zasadzie we wszystkich rozważanych przypadkach DP jest ograniczona do pojedynczych determinatorów (jedynie w parafrazach przykładów, ilustrujących możliwe znaczenia, pojawiają się bardziej rozbudowane konstrukcje).

Wzorując się na fundamentalnej pracy [BarCoo81], Bellert reprezentuje semantykę determinatora (a tym samym całej frazy DP) poprzez proto-kwantyfikator, czyli funktor ze zbioru w rodzinę zbiorów. Semantyka S-NP to jej *denotacja*, czyli zbiór wszystkich obiektów w dziedzinie interpretacji spełniających deskrypcję wyrażoną przez S-NP (możemy utożsamiać ||S-NP|| z predykatem jednomiejscowym).

Znaczenie pełnej NP to zbiór *klas referencji*, gdzie klasa referencji to jeden ze zbiorów generowanych przez determinator na podstawie ||S-NP||. Jednak, u Bellert, znaczenie NP stanowi podzbiór rodziny zbiorów wygenerowanej przez determinator: $||NP|| \subseteq ||DP||(||S\text{-}NP||)$. Podzbiór ten („klasy referencji") jest niezależnie wyznaczany dla każdego konkretnego użycia danej NP, w każdej konkretnej wypowiedzi przez bliżej nie scharakteryzowany „*kontekst*". Mamy tu do czynienia z 'silnie referencyjnym' punktem widzenia na znaczenie NP, gdzie każde użycie NP odnosi się („desygnuje" ang. *designating* [Bellert89:16]) do zbiorów obiektów:

> "Any N-argument (N'' oznaczamy tu przez NP, wyjaśnienie M.P.) must be interpreted as either + or – absolute (which amounts to its designating either one or possibly more than one reference class)."

Bellert nie wyróżnia klasy referencyjnych NP w sensie Def. 3.3.9-1. Jedynym, co odróżnia określoną NP z *this* od nieokreślonej z *two*, to liczba możliwych klas referencji: w pierwszym przypadku wyłącznie jedna, w przypadku drugim może ich być więcej niż jedna[21] (jednak w przypadku użycia determinatora *two* każda z klas liczy dwa obiekty).

[21] Jeżeli *two* obejmuje zasięgiem wszystkie pozostałe z kwantyfikatory zdania to dana NP ma tylko jedną klasę referencji co wcale nie oznacza, że obiekty do których się ona „odnosi" są wyznaczone czy też zidentyfikowane. Bellert zresztą formalnie takich pojęć nie używa: sposób oddziaływania „kontekstu" wykracza poza ramy jej pracy.

Warto jeszcze wyjaśnić specyficzne oznaczenia stosowane w definicjach pojęć i reguł systemu [Bellert89:29]:

- t – „term or set expression" – reprezentuje denotację czyli ||S-NP|| w określonym kontekście i "modelu" (pojęcie niezdefiniowane w systemie Bellert), natomiast //t// to zbiór wszystkich możliwych denotacji (odpowiada intensji);
- q – reprezentuje proto-kwantyfikator (determinator w *CNDM*), czyli ||DP||;
- qt – reprezentuje ||NP|| czyli zbiór klas referencji (przy założeniu użycia w pewnym kontekście), //qt// to efekt zastosowania q do wszystkich denotacji z //t//;
- C – dowolny kontekst (pojęcie nie definiowane w systemie Bellert);
- P – symbol predykatywny, stanowiący reprezentację znaczenia „struktury predykatywno-argumentowej zdania" – czyli, w przypadku rozpatrywanych przez Bellert zdań pojedynczych, P reprezentuje znaczenie czasownika;
- R_C – skrót oznaczający klasę referencji, C symbolizuje ustalony kontekst, każda R_C należy do pewnego qt, gdzie qt to reprezentacja znaczenia pewnej NP użytej w kontekście C;
- $\mathrm{RANGE}_C(qt)$ – suma po wszystkich klasach referencji desygnowanych przez daną NP, w danym kontekście C.

Nazwy obydwu cech można przybliżyć jako [Bellert89:3-4]:

- *absoluteness* – „indicate whether the given quantifier phrase may represent either exactly one or more than one reference class",
- *distributiveness* – „describe the distribution of the relation expressed by the predicate among the members of reference classes".

Aby przeanalizować działanie systemu Bellert, zdefiniowane zostaną teraz interpretacje wartości cech oraz reguły określające dozwolone ich kombinacje.

Def. 4.5.2-1 +absolutny kwantyfikator

> Kwantyfikator q_i, gdzie $i \in \mathbf{Nat}$ jest interpretowany jako *+absolutny* w.t.w., gdy $q_i t_i$ może desygnować tylko jedną klasę R_C w kontekście C. Kwantyfikator +absolutny oznaczamy poprzez: $\overset{+}{q}_i$.

Def. 4.5.2-2 –absolutny kwantyfikator

> Kwantyfikator q_i jest interpretowany jako *–absolutny* w.t.w., gdy może desygnować więcej niż jedną klasę R_C w kontekście C. Oznaczany jest: $\overset{-}{q}_i$.

Dystrybutywność można scharakteryzować jako opis sposobu w jaki elementy należące do różnych klas referencji desygnowanych przez różne NP łączą się ze sobą w krotki, które należą (powinny należeć) do relacji reprezentującej znaczenie czasownika. Bellert poprzedza definicje wartości dystrybutywności, obserwacją z pozoru trywialną ale bardzo istotną: wszystkie elementy desygnowane przez dowolną NP w zdaniu muszą 'brać udział' w relacji czasownikowej. Obserwacja ta została sformułowana w postaci *generalnej zasady dystrybutywności*:

Def. 4.5.2-3 Generalna zasada dystrybutywności

> (i) Każdy $x \in \mathrm{RANGE}_C(q_i t_i)$ jest elementem przynajmniej jednej krotki należącej do $||P||$, gdzie $||P||$ reprezentuje interpretację symbolu P[22].
>
> (ii) W każdej krotce należącej do ||P||, każdy i-ty element należy do $\mathrm{RANGE}_C(q_i t_i)$.

Def. 4.5.2-4 +dystrybutywny kwantyfikator

> Niech $P_{Bi,j}$ będzie binarnym predykatem reprezentującym zależność pomiędzy NP_i i NP_j ($P_{Bi,j}$ może być utworzone jako odpowiednia projekcja P).

[22] Chociaż nie jest to jasno określone, zapewne chodzi o interpretację w określonym modelu a może i nawet kontekście.

Kwantyfikator q_i jest *+dystrybutywny* względem kwantyfikatora q_j w strukturze predykatywno-argumentowej zdania wyrażonej przez *P* i w kontekście *C*, co oznaczamy przez $q_i \xrightarrow{+} q_j$ w.t.w., gdy:

(i) dla każdego $x \in \mathrm{RANGE_C}(q_i t_i)$ istnieje przynajmniej jedna klasa $\mathrm{R_C}$ (desygnowana przez NP_j – przypomnienie M.P.) *Y* należąca[23] do $q_j t_j$ taka, że dla każdego $y \in Y$: *y* i *x* stanowią uporządkowaną parę[24] należącą do $\|P_{Bi,j}\|$;

(ii) dla każdej klasy $\mathrm{R_C}$ *Y* należącej do $q_j t_j$ istnieje $x \in \mathrm{RANGE_C}(q_i t_i)$ takie, że dla każdego $y \in Y$ *y* i *x* stanowią uporządkowaną parę[25] należącą do $\|P_{Bi,j}\|$.

Def. 4.5.2-5 –dystrybutywny kwantyfikator

Kwantyfikator q_i jest *-dystrybutywny* względem kwantyfikatora q_j w strukturze predykatywno-argumentowej zdania wyrażonej przez *P* i w kontekście *C*, co oznaczamy przez $q_i \xrightarrow{-} q_j$ w.t.w., gdy:

Dla każdej klasy $\mathrm{R_C}$ *X* należącej do $q_i t_i$ istnieje dokładnie jedna klasa $\mathrm{R_C}$ *Y* należąca do $q_j t_j$ (gdzie $q_j t_j$ zawiera dokładnie jedną $\mathrm{R_C}$ w przypadku gdy q_j jest +absolutny, oraz więcej niż jedną $\mathrm{R_C}$ w przypadku, gdy q_j jest -absolutny) taka, że:

(i) dla każdego $x \in X$ i pewnych (czyli przynajmniej jednego)[26] $y \in Y$, *x* i *y* stanowią uporządkowaną parę w $P_{Bi,j}$ (odpowiedniej projekcji *P*),

(ii) dla każdego $y \in Y$ i pewnych $x \in X$, *x* i *y* stanowią uporządkowaną parę w $P_{Bi,j}$.

Definicje +/- dystrybutywności sugerują, iż w systemie Bellert rozważa się jedynie odmianę dystrybutywną kwantyfikatorów. Nie jest to do końca prawdą. W szczątkowej postaci jest również obecna odmiana kolektywna. Wykorzystywana jest tu trzecia wartość cechy dystrybutywności, nazwana *zero-dystrybutywnością*. Pojęcie zero dystrybutywności zostało pierwotnie wprowadzone dla kwantyfikatorów, które desygnują dokładnie jedną klasę referencji, zawierającą dokładnie jeden element np. *the* w liczbie pojedynczej, czy też determinatory wskazujące *this* / *that*. W przypadku tych determinatorów nie ma różnicy pomiędzy + i – dystrybutywnością[27], wprowadzenie trzeciej wartości upraszcza formułowanie reguł określających dozwolone konfiguracje cech (prezentowanych poniżej). Bellert enigmatycznie proponuje rozszerzenie narzędzia zero-dystrybutywności na reprezentację odmiany kolektywnej kwantyfikatorów poprzez przyjęcie założenia, że w takiej odmianie cała klasa referencji jest traktowana jak jeden zbiorowy element („the reference class conceived as one whole" [Bellert89:27]). Podejście to nie jest rozwijane w szczegółowych definicjach[28], obecne jest jedynie *ad hoc* w rozważanych przykładach.

Dozwolone kombinacje wartości cech muszą spełniać trzy podstawowe reguły i siedem pochodnych reguł - konsekwencji reguł podstawowych [Bellert89:41-42].

---

[23] Bellert używa tu sformułowania: „reprezentowana przez".

[24] W zależności od położenia NP_i i NP_j w strukturze predykatywno-argumentowej zdania mamy parę ⟨x,y⟩ (gdy 'i<j') lub ⟨y,x⟩. Dystrybutywność jest relacją niesymetryczną i musi być rozpatrywana niezależnie w każdą stronę, pomiędzy wszystkimi parami kwantyfikatorów (znaczeń NP).

[25] W zależności od położenia NP_i i NP_j w strukturze predykatywno-argumentowej zdania mamy parę ⟨x,y⟩ (gdy 'i<j') lub ⟨y,x⟩. Dystrybutywność jest relacją niesymetryczną i musi być rozpatrywana niezależnie w każdą stronę, pomiędzy wszystkimi parami kwantyfikatorów (znaczeń NP).

[26] Treść oryginalnej definicji jest tu bardzo niejednoznaczna: „some *y* belonging to Y". Determinator *some* można interpretować zarówno jako mnogi jak i pojedynczy. Analiza przykładów zastosowania definicji (np. [Bellert89:35]) skłania do przyjęcia definicji mnogiej – może być więcej niż jeden $y \in Y$ związany z danym *x* w parę.

[27] Jeżeli spojrzymy do definicji dystrybutywności to widać również, że nie jest narzucone żadne ograniczenie na minimalną liczbę klas referencji włączanych do relacji z drugiej NP. Oznaczałoby to, że obustronna dystrybutywność + jest szczególnym przypadkiem dystrybutywności + w jedną stronę i – w drugą.

[28] Wartość zero dystrybutywności nawet nie 'doczekała się' oficjalnej definicji. Wyraźnie jest to jedynie rodzaj 'skrótu notacyjnego' stworzonego na potrzeby prostszego zapisu reguł kwantyfikacji.

Def. 4.5.2-6 Podstawowe reguły kwantyfikacji (ang. *quantification rules*)

Niech q_1, q_2, i q_3 to dowolne kwantyfikatory występujące razem w tym samym zdaniu podstawowym.

R1. **Abs1** (Absolutności 1): Jeżeli $\overset{-}{q_1}$ to istnieje q_2 taki, że $\overset{+}{q_2}$ oraz $\overset{-}{q_1} \underset{\overset{+}{\leftarrow}}{\overset{-}{\rightarrow}} \overset{+}{q_2}$.

R2. **Abs2** (Absolutności 2): Jeżeli $q_1 \overset{+}{\rightarrow} \overset{+}{q_2}$ to $q_1 \underset{+}{\leftarrow} \overset{+}{q_2}$.

R3. **Trans.** (Przechodniości): Jeżeli $q_1 \overset{-}{\rightarrow} q_2$ oraz $q_2 \overset{-}{\rightarrow} q_3$ to $q_1 \overset{-}{\rightarrow} q_3$.

Def. 4.5.2-7 Konsekwencje (wybrane) reguł podstawowych.

R4. Jeżeli $\overset{-}{q_1} \underset{\overset{-}{\leftarrow}}{\overset{-}{\rightarrow}} q_2$ to obydwa q_1 i q_2 muszą być + albo – absolutne[29].

R5. Jeżeli q_1 jest *pojedynczy*[30] lub zero-dystrybutywny, to nie istnieje współwystępujący kwantyfikator q_2 taki, że $q_2 \overset{-}{\rightarrow} q_1$

R6. Jeżeli wszystkie współwystępujące kwantyfikatory są wzajemnie + lub zero dystrybutywne, to są +absolutne.

R7. Jeżeli wszystkie współwystępujące kwantyfikatory są wzajemnie – lub zero dystrybutywne, to są +absolutne.

R8. Przynajmniej jeden kwantyfikator jest +absolutny.

R9. Jeżeli $\overset{+}{q_1} \overset{-}{\rightarrow} q_2$, to $q_2 \overset{-}{\rightarrow} q_1$.

R10. Jeżeli $q_1 \underset{\overset{-}{\leftarrow}}{\overset{+}{\rightarrow}} q_2$, to $\overset{-}{q_2}$.

Uzupełnieniem reguł kwantyfikacji jest podział determinatorów w leksykonie na pięć klas [Bellert89:40]. Każda z klas, z wyjątkiem klasy 5, definiuje ograniczenia na możliwe wartości cech przypisanych do znaczenia danego determinatora. Większość determinatorów należy do klasy 5, nie nakładającej ograniczeń np. *many*, *most*, *several*, to liczebniki. Bazując na pojęciach wprowadzonych wcześniej, można zauważyć, że niejawną motywacją dla pozostałych 4 klas są mieszające się własności wynikające z referencyjności determinatorów (w sensie Def. 3.3.9-1) oraz własności wynikające ze sposobu działania proto-kwantyfikatorów:

1. Klasa 1: $\overset{+}{q} \overset{+}{\rightarrow}$, (np. *each*, *every*, *any*) – determinatory te wydzielają z pewnego zbioru równy mu podzbiór; jest niemożliwe uzyskanie więcej niż jednej klasy referencji; do tej samej klasy zaliczone są również liczebniki poprzedzone *each of* (złożona DP) – tutaj jednak sytuacja jest inna: tak skonstruowana fraza ma charakter referencyjny bądź anaforyczny.

[29] W drugim przypadku mamy do czynienia z oczywistym błędem: q_1 i q_2 nie mogą być –absolutne na mocy reguły Abs1.

[30] Pojęcie niezdefiniowane, prawdopodobnie proto-kwantyfikator pojedynczy generuje R_C zawierające dokładnie jeden element np. *a*.

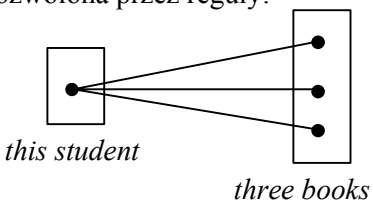
2. Klasa 2: $\overset{+}{\rightarrow} \overset{+}{q} \overset{0}{\rightarrow}$, gdzie 0 oznacza zero-dystrybucyjność, (np. *the*, *this*, *that*) – typowo referencyjne determinatory, dodatkowo liczby pojedynczej - referentem zawsze jest pojedynczy obiekt.
3. Klasa 3: $\overset{+}{\rightarrow} \overset{+}{q} \overset{0}{\rightarrow}$ lub $\overset{+}{\rightarrow} \overset{-}{q}$ (np. *a*, *one*, pojedyncze *some*) - ich specyficzne właściwości wynikają jedynie z faktu generowania klas referencji zawierających dokładnie jeden element (nie ma po czym dystrybuować).
4. Klasa 4: $\overset{+}{q}$ (np. *these*, *those*, mnogie *the, all, all the,* liczebniki poprzedzone przez *the*) – w większości przypadków przyczyną jest referencyjność determinatorów, wyjątkiem jest *all*, w jego przypadku powodem jest brak możliwości użycia w odmianie dystrybutywnej.
5. Klasa 5, jak już było wspomniane, nie nakłada żadnych ograniczeń (warto podkreślić, że należy do niej zdecydowana większość determinatorów).

Działanie systemu można zilustrować kilkoma prostymi przykładami [Bellert89:51-56].

159) This student has read three books.

Po uwzględnieniu własności determinatorów w leksykonie możliwe są 4 konfiguracje, z których tylko jedna jest dozwolona przez reguły:

1) $\overset{+}{q_1} \underset{\leftarrow}{\overset{+}{\rightarrow}} \overset{+}{q_2}$



2) $\overset{+}{q_1} \underset{\leftarrow}{\overset{+}{\rightarrow}} \overset{+}{q_2}$ - wykluczona przez regułę Abs2, 3) $\overset{+}{q_1} \underset{\leftarrow}{\overset{+}{\rightarrow}} \overset{-}{q_2}$ - wykluczona przez Abs1,

4) $\overset{+}{q_1} \underset{\leftarrow}{\overset{+}{\rightarrow}} \overset{-}{q_2}$ - Bellert sugeruje wykluczenie przez Abs1 [Bellert89:52], jednak jest to błąd; konfigurację tą wyklucza dopiero reguła 5, mająca charakter reguły ‘zdroworozsądkowej’: konfiguracja ta dla zero-dystrybutywnych opisywałaby graf identyczny z konfiguracją 1) i stąd jej eliminacja jako nadmiarowej (sama definicja dystrybutywności nie wyklucza takiego opisu grafu: dla każdego obiektu z klasy, po której dystrybuujemy może istnieć ta sama klasa referencji w znaczeniu drugiej NP).

Jeszcze raz warto tu podkreślić, że +absolutna NP może być zarówno referencyjną NP posiadającą zidentyfikowanego referenta jak i także atrybutywną NP (w sensie skorygowanego modelu 3.3.9), o szerokim zasięgu, reprezentującą niezidentyfikowany obiekt o określonych własnościach.

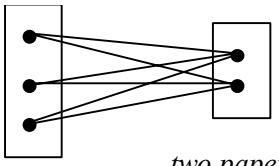
Kolejny przykład to klasyczny przypadek zdania wieloznacznego ze względu na relacje liczebnościowe pomiędzy NP.

98) Three examiners marked two papers.[31]

Możliwych jest 16 różnych konfiguracji wartości cech (brak ograniczeń w leksykonie), z czego jedynie 4 są dopuszczone przez reguły:

[31] Oryginalny przykład podany przez Bellert to: *Two professors checked six exams.*

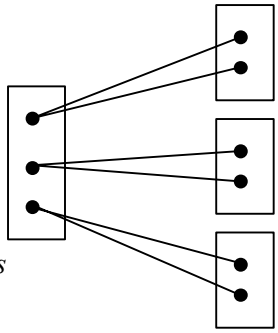
1) $q_1 \overset{+}{\underset{+}{\rightleftarrows}} q_2$



three examiners *two papers*

2) $q_1 \overset{+}{\underset{-}{\rightleftarrows}} q_2$ - wykluczona przez Abs2, 3) $q_1 \overset{+}{\underset{+}{\rightleftarrows}} q_2$ - wykluczona przez Abs1,

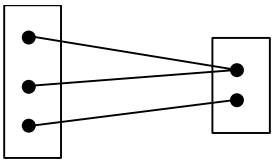
4) $q_1 \overset{+}{\underset{-}{\rightleftarrows}} q_2$



three examiners *two papers*

5) $q_1 \overset{-}{\underset{+}{\rightleftarrows}} q_2$ - wykluczona przez Abs2,

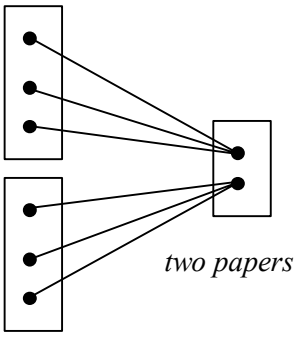
6) $q_1 \overset{-}{\underset{-}{\rightleftarrows}} q_2$



three examiners *two papers*

7) $q_1 \overset{-}{\underset{+}{\rightleftarrows}} q_2$ - wykluczona przez Abs2, 8) $q_1 \overset{-}{\underset{-}{\rightleftarrows}} q_2$ - przez Abs1, 9) $q_1 \overset{+}{\underset{+}{\rightleftarrows}} q_2$ przez Abs1, 10) $q_1 \overset{+}{\underset{+}{\rightleftarrows}} q_2$ - przez Abs2, 11) $q_1 \overset{+}{\underset{+}{\rightleftarrows}} q_2$ - przez Abs1, 12) $q_1 \overset{+}{\underset{-}{\rightleftarrows}} q_2$ - przez Abs1,

13) $q_1 \overset{-}{\underset{-}{\rightleftarrows}} q_2$



two papers

three examiners

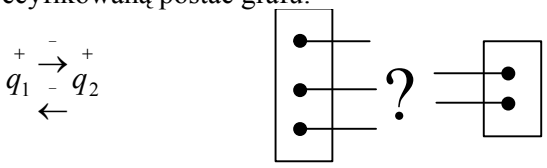
14) $q_1 \overset{-}{\underset{-}{\rightleftarrows}} q_2$ - przez Abs1, 15) $q_1 \overset{-}{\underset{+}{\rightleftarrows}} q_2$ przez Abs2, 16) $q_1 \overset{-}{\underset{-}{\rightleftarrows}} q_2$.

Wszystkie cztery dopuszczone tu znaczenia można zilustrować właściwymi parafrazami 98) (stanowiącymi nieznacznie zmienione wersje oryginalnych [Bellert89:56]), odpowiednio:

a) *Three examiners marked two papers, so that each paper has been fairly rated by the same three evaluators.* (konfiguracja 1)
b) *Three examiners marked two papers, but the fourth examiner marked only one.* (konfiguracja 4)

c) *Three examiners marked two papers, but it is not known who marked which.* (konfiguracja 6)
d) *Three examiners marked two papers, so that each paper has been graded by three different people, but the third paper was marked by one examiner only.* (konfiguracja 13, gdzie trzecia praca pochodzi z 'poza zdania')

Graf prezentowany jako ilustracja konfiguracji 1) (reprezentujący kwantyfikację równoległą) to jedyny możliwy, biorąc pod uwagę definicje wartości cech. Jest to jednocześnie jedyna konfiguracja wyznaczająca *klasę grafów* zawierającą jeden jedyny element. W każdym innym przypadku konfiguracja wartości cech wyznacza wieloelementową klasę grafów. W przypadku konfiguracji typu 6) (obustronna -dystrybutywność), Bellert podaje również w niektórych miejscach pracy jawnie niedospecyfikowaną postać grafu:



Konfiguracja ta wyraźnie odpowiada znaczeniu kumulatywnemu, czyli użyciu obydwu determinatorów w odmianie neutralnej. Jednak w odmianie neutralnej w produkcie kwantyfikatora pojawiają się zarówno kolekcje atomowe, jak i składające się z większej liczby elementów. Niestety w ramach definicji systemu Bellert nie sposób tego wyrazić.

Natomiast ciekawym jest fakt nie zauważania przez Bellert możliwości istnienia dla konfiguracji typu 4) i 13) innych form grafów niż prezentowane powyżej na diagramach. Konfiguracje te odpowiadają klasycznej 'logicznej' kwantyfikacji wykorzystującej mechanizm zasięgu kwantyfikatorów. Definicja wartości dystrybutywności opisuje w każdym z dwóch przypadków całą klasę grafów! Interpretacja wyrażeń logicznych też! Mogą istnieć maksymalnie trzy różne pary, po jednej dla każdego egzaminatora, ale równie dobrze może istnieć też jedna i ta sama dla wszystkich (interpretacja taka wydaje się być dopuszczalna). We wszystkich przykładach analogicznych konfiguracji Bellert ani razu nie użyła symbolu niedospecyfikowania grafu, tak jak to uczyniła na diagramie dla znaczenia kumulatywnego. Zastanowiwszy się głębiej nad zdaniami typu 98) odnosi się wrażenie, że rzeczywiście sytuacja opisana grafami dla konfiguracji 4), 13) jest tą, która przychodzi jako pierwsza na myśl przy założeniu odmiany dystrybutywnej obydwu kwantyfikatorów. Interpretacja, w której by występowały np. cztery prace, wymaga skonstruowania w ramach zdania całej sytuacji. Skrajny przypadek, w którym grafy 4) i 13) stają się identyczne z grafem 1) również nie jest wykluczony przez definicję +dystrybutywności. Wyklucza go dopiero reguła **Abs2**. Wydaje się, też być najmniej akceptowalny z punktu widzenia wiedzy o języku. Jednak dokładne zbadanie zjawiska akceptowalności poszczególnych grafów w ramach klas reprezentowanych przez diagramy 4) i 13) (i odnośne konfiguracje wartości cech) wymagało by przeprowadzenia odpowiednich badań kognitywnych. Konkludując, każda z konfiguracji w systemie Bellert opisuje klasę grafów, która w szczególności zawiera jeden element. Można założyć, że nie wszystkie grafy w ramach jednej klasy są jednakowo akceptowalne.

W analizie znaczenia przykładu 98) wykorzystane zostały tylko dwie reguły: Abs1 i Abs2. Ich działanie w połączeniu z definicjami wartości dystrybutywności można określić mianem mechanizmu *zależności liczebnościowej* jednej NP od drugiej NP. Tylko w dwóch przypadkach liczba obiektów reprezentowanych przez daną NP może przekroczyć 'limit' ustalony poprzez własności proto-kwantyfikatora:

a) w przypadku wystąpienia odpowiedniej zależności liczebnościowej od innej NP,
b) oraz w przypadku modyfikacji frazy czasownikowej poprzez okoliczniki (przysłówki i frazy przyimkowe) wprowadzające kwantyfikację całej sytuacji po czasie i/lub miejscach; problem ten został zasygnalizowany przez Bellert [Bellert89:66-67] ale wykracza poza ramy semantyki NP.

Natomiast, cecha absolutności wydaje się, że wyraża dwie nakładające się płaszczyzny:

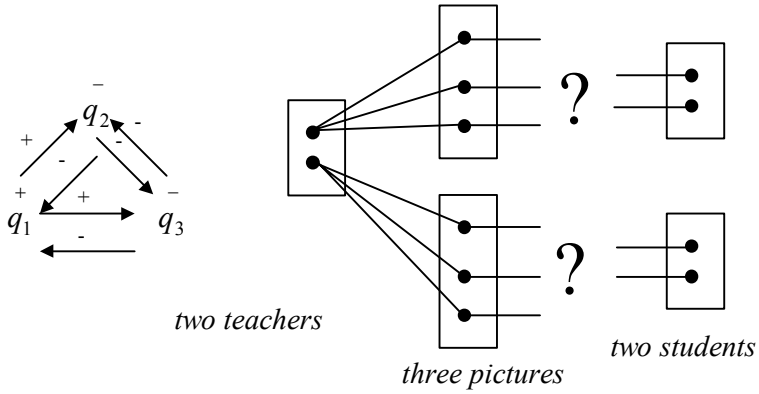
- skierowany mechanizm zależności liczebnościowej – jeżeli ‘dominująca’ NP desygnowałby więcej niż jedną klasę referencji, to łączna liczba obiektów reprezentowanych przez wszystkie NP byłaby niemożliwa do ustalenia nawet w przypadku bardzo prostych zdań,
- działanie mechanizmu referencji wiążącego daną NP w jednoznaczny sposób z określoną grupą referentów.

Formalne rozwinięcie, wstępnie tu sformułowanego, pojęcia zależności liczebnościowej, również na inne odmiany kwantyfikacji, dodatkowo zintegrowanego z formalizacją mechanizmu referencji, zostanie zaproponowane w dalszej części pracy (rozdział 6.1.4).

Reguła przechodniości stanowi podstawę[32] dla reprezentacji konfiguracji kwantyfikatorów liczących więcej niż dwa elementy, wprowadza zasadę ‘propagowania się’ zależności np. dla zdania

160) Two teachers showed three pictures to two students.

Jako jedną z możliwych konfiguracji (a tym samym jedno z możliwych znaczeń) otrzymujemy:



Zobrazowana jest tu jeszcze jedna ciekawa własność systemu Bellert: powiązania pomiędzy kwantyfikatorami są ustalane dla każdej pary z osobna. W efekcie, dla trzy i więcej argumentowych konstrukcji, jeżeli tylko własności kwantyfikatora na to pozwalają (tzn. klasa w leksykonie), możemy uzyskać dowolną kombinację zależności liczebnościowych pomiędzy argumentami tego samego predykatu *P*. Oczywiście rolą interfejsu składniowo-semantycznego jest ustalenie, co jest, a co nie jest bezpośrednim argumentem czasownika.

Jak do tej pory wszystkie rozważane NP miały postać „simple arguments, that is arguments of category NP which do not contain other phrases of category NP” [Bellert89:110]. Powstaje pytanie: jak dodatkowe NP wewnątrz bezpośrednich argumentów predykatu czasownikowego *P* wpływają na konfigurację wartości cech? Czy zwielokrotniają siatkę powiązań?

Bellert nie daje jednoznacznych odpowiedzi na tak sformułowane pytania. Analizując jednak kilka przykładów sugeruje możliwe rozwiązania np.

161) John read one book of each professor.

Denotacja S-NP(*book of each professor*) [Bellert89:117]:

> “[...] dependent on the interpretation of the embedded quantifier phrase. In this configuration of featured quantifiers, it is a class which consists of the books connected by the relation expressed by the preposition ‘of’ with the particular individuals in R_C of ‘each professor’[...]Finally, the denotation of this complex argument ‘one book of each professor’ (with ‘one’ interpreted as -absolute) consists thus of a family of unit classes, each being a subclass selected from the denotation.”

Wyraźnie z przytoczonej analizy wynika, że reguły ustalania konfiguracji wartości cech mają również zastosowanie do złożonych NP. Przyimki są tu traktowane jako eliptyczne formy pew-

[32] Stała się także podstawą próby formalizacji systemu Bellert dokonanej przez Zawadowskiego [Zawado89]. Przyjmującą tam formę *porządku częściowego kwantyfikatorów*. Propozycja Zawadowskiego zostanie poddana dyskusji w dalszej części pracy (Rozdziały 4.5.3 i 6).

nych relacji czasownikowych. Nie jest natomiast jasne jaka jest intencja Bellert, co do relacji pomiędzy NP(*John*) na poziomie zdania, a NP(*each professor*). We wszystkich przykładach w rozdziale 3.4 pracy Bellert złożona NP jest połączona w zdaniu ze ściśle określoną NP (imieniem, zaimkiem osobowym), brakuje też całościowego diagramu. Padają jednak pewne niejasne sugestie, że NP(*John*) należy rozpatrywać w relacji do całej złożonej NP(*one book of each professor*). Brakuje analizy przykładu, w którym zamiast określonej NP byłaby np. NP(*two students*).

Bellert analizuje również w ramach swojego systemu NP nie zawierające determinatora takie jak zaimki osobowe czy też nazwy własne [Bellert89:rozdz. 2]. Określane są one jako wyrażenia kompletne zawierające +absolutny kwantyfikator. Brakuje analizy *bare plurals* (NP w liczbie mnogiej bez determinatora). System cech zastosowany został także do konstrukcji zwrotnych, wprowadzających swoiste 'zapętlenie' relacji oraz konstrukcji wzajemnych, gdzie wprowadzone jest 'poza systemowe' ograniczenie uniemożliwiające łączenie się w relacji obiektu samego ze sobą. Analiza anafory sprowadza się do postulatu kopiowania klas referencji i wartości cech przez zaimek osobowy użyty anaforycznie [Bellert89:rozdz. 2]. Mamy tu istotną różnicę w stosunku do zawsze +absolutnego referencyjnego użycia zaimka osobowego.

Podsumowują podejścia Park i Bellert w pewnym sensie się uzupełniają. Bellert traktuje składnię w bardzo uproszczony sposób (pada jedynie sugestia ograniczenia rozpatrywania zależności do NP stanowiących argumenty tego samego wyrażenia predykatywnego: czasownika lub też przyimka). Jednak wielką zaletą systemu Bellert jest stworzenie idei (mimo jedynie naszkicowanej formalizacji) reprezentacji semantycznej zdań, w której „kwantyfikatory pozostają na swoich miejscach" i która swoją budową nawiązuje do budowy zdania. Park formułuje ciekawą regułę zależności możliwych znaczeń od struktury składniowej zdania. Jego reguła jednak ma niepokojąco 'powierzchniowy' charakter. W obydwu podejściach brak jasnej definicji mechanizmu referencji (w sensie Def. 3.3.9-1), który wydaje się, że w istotny sposób (wraz z presupozycją) wpływa na ilość możliwych znaczeń (u Bellert 'właściwa' referencja została 'ukryta' w wartości +absolutnej). Ponadto w obydwu podejściach interpretacje: kolektywna i kumulatywna, zostały wykluczone z rozważań (interpretacje równoległe są możliwe u Bellert, natomiast wykluczone z przyczyn technicznych u Parka).

4.5.3. Próby formalizacji systemu Bellert

Próba stworzenia formalnego systemu wykorzystującego ideę zależności liczebnościowych determinujących strukturę relacji, obejmującego wszystkie możliwe interpretacje wynikające z odmian oraz opartego na precyzyjnie określonym interfejsie składniowo-semantycznym zostanie podjęta w rozdziałach 6 (konstrukcja języka formalnego) i 7 (wykorzystanie języka do budowy kompozycyjnych struktur reprezentacji semantycznej). Jednakże wcześniej, warto zapoznać się z rozwiązaniami zaproponowanymi już w literaturze, a szczególnie z podejściem Zawadowskiego [Zawado89], niejako 'licencjonowanym' przez Bellert poprzez fakt umieszczenia go w dodatku do jej pracy [Bellert89].

Zawadowski zauważył, że jeżeli rozważymy:

- zbiór kwantyfikatorów $Q = \{q_1, ..., q_n\}$,
- dla którego rozróżnienie, pomiędzy +/- absolutnymi i +/- dystrybutywnymi (względem innego) kwantyfikatorami, wprowadzimy poprzez odpowiednie funkcje $F_{abs}: Q \rightarrow \{+,-\}$, $F_{dis}: Q \times Q \rightarrow \{+,-\}$,

to możemy zdefiniować relację $<_F \subseteq Q \times Q$ taką, że $\forall q_i, q_j \in Q$, co oznaczamy $q_i <_F q_j$, w.t.w., gdy $F_{dis}(q_j, q_i) = -$ co jest równoważne $q_i \xleftarrow{-} q_j$.

Zgodnie z regułami kwantyfikacji (Def. 4.5.2-6), działanie relacji $<_F$ tylko w jedną stronę jest możliwe dla następującej konfiguracji cech: $q_i \overset{+}{\underset{-}{\rightleftarrows}} q_j$. Zgodnie z definicjami cechy dystrybutywności (Def. 4.5.2-4 oraz Def. 4.5.2-5), w takiej konfiguracji dla każdego elementu *x* z klasy reprezentowanej przez q_i istnieje odpowiadająca mu klasa *Y* należąca do q_j, taka, że element *x* jest powiązany ze wszystkimi elementami klasy *Y*. Dlatego też, Zawadowski interpretuje relację $<_F$ jako

relację pewnej *zależności* [Zawado89:170] (ang. *elements depend on*) elementów klas referencji kwantyfikatora q_j od elementów klas referencji kwantyfikatora q_i.

Zgodnie z regułami kwantyfikacji (Def. 4.5.2-6), relacja $<_F$ jest przechodnia oraz anty-symetryczna. Jeżeli dodatkowo byłaby zwrotna, to wyznaczałaby porządek częściowy na zbiorze kwantyfikatorów.

Jako podstawę formalizacji systemu reguł określających dopuszczalne konfiguracje kwantyfikatorów, Zawadowski wprowadził pojęcie *q-poset'u* [Zawado89:156]: systemu relacyjnego określającego wzajemne relacje pomiędzy kwantyfikatorami.

Def. 4.5.3-1 *Q-poset* – częściowy porządek kwantyfikatorów.

Niech A będzie pewnym niepustym zbiorem elementów nazywanych tu kwantyfikatorami. Częściowy porządek kwantyfikatorów (ang. *partial order of quantifiers*), w skrócie *q-poset*, na A jest trójką: $\langle A, \sim, < \rangle$, taką, że:

1. $\sim$ jest relacją równoważności na A.
2. $<$ jest porządkiem częściowym (tzn. jest zwrotna, anty-symetryczna i przechodnia) na $A/\sim$ (zbiorze klas równoważności).
3. (*reguła diagonalna*) Jeżeli $q_1, q_2, q_3, q_4 \in A/\sim$ oraz

$$\begin{array}{ccc} q_1 & \not\rightarrow & q_2 \\ \downarrow & \lrcorner & \downarrow \\ q_3 & \not\rightarrow & q_4 \end{array}$$

to $q_3 < q_2$,

gdzie symbol $\not\rightarrow$ oznacza, że dane kwantyfikatory nie należą do relacji.

Jeżeli przyjmiemy za $A \subseteq Q$, zbiór kwantyfikatorów zdefiniowany powyżej, oraz relację równoważności '~' i relację '<' na zbiorze A zdefiniujemy następująco:

- $\forall q_i, q_j \in A \; q_i \sim q_j$ w.t.w., gdy $q_i <_F q_j$ oraz $q_j <_F q_i$ (tzn. $q_i \overset{\rightarrow}{\underset{\leftarrow}{-}} q_j$),
- $\forall q_i, q_j \in A \; [q_i]_\sim <_F [q_j]_\sim$ w.t.w., gdy $q_i <_F q_j$.

Wtedy, dla ustalonego zbioru kwantyfikatorów, istnieje jednoznaczna, wzajemna odpowiedniość (typu 1:1) q-poset'ów, określonych na tym zbiorze, oraz konfiguracji kwantyfikatorów z tego zbioru, spełniających reguły kwantyfikacji (Def. 4.5.2-6) oraz regułę diagonalną.

Zawadowski podjął również próbę stworzenia języka reprezentacji znaczenia, nazwanego językiem L [Zawado89:158-161], opartego na systemie Bellert i swojej formalizacji reguł kwantyfikacji.

Definicja języka L, w wersji przedstawionej w pracy [Zawado89], zawiera wiele niejasności i nie zawsze precyzyjnie zdefiniowanych oznaczeń w notacji. Szczególnie odnosi się to do definicji semantyki. Mimo to, język L, jako język reprezentacji znaczenia, zawiera propozycje interesujących i oryginalnych rozwiązań, wartych bliższej analizy. Dobrze oddaje podstawowe idee systemu Bellert. Poniżej, przedstawiona zostanie składnia i semantyka języka L, w postaci możliwie bliskiej oryginalnej (w przypadku jednej z reguł semantycznych, konieczna była ingerencja poważniejsza niż tylko 'kosmetyczna'). Następnie, reguły semantyczne zostaną opatrzone komentarzem, dodatkowo wyjaśniającym ich działanie.

Def. 4.5.3-2 Składnia języka *L*

Zbiór symboli:

a) Zbiór sortów $\mathfrak{I}$ z jednym wyróżnionym sortem $E \in \mathfrak{I}$.
b) Nieskończone zbiory zmiennych VS_i: po jednym dla każdego sortu.
c) Zbiór predykatów $Pred = \{P_i\}$, gdzie $i \in$ **Nat**; każdy predykat ma przypisaną skończoną liczbę argumentów o sortach określonych funkcją S: $P \rightarrow \mathfrak{I}^+$.

d) Zbiór kwantyfikatorów *Quant*=$\{q_k\}$, gdzie $k\in$**Nat**; każdy kwantyfikator ma przypisaną dopuszczalną pozycję w dowolnym *łańcuchu kwantyfikatorów* (patrz niżej).

Wyrażeniami języka *L* są:

1. *Fraza kwantyfikatorowa* (ang. *quantifier phrase*) qx, gdzie $q\in$Q oraz $x\in VS_i$ (dowolnego zbioru zmiennych).
2. *Sekwencja kwantyfikatorów* (ang. *pack of quantifiers*) $(q_1x_1,..., q_nx_n)$, gdzie $n\in$**Nat**, $x_1,...,x_n$ są różnymi zmiennymi oraz $q_1x_1,..., q_nx_n$ są frazami kwantyfikatorowymi.
3. Niech $Q=(q_1x_1,..., q_nx_n)$ wtedy **bd**$(Q)=\{x_1,...,x_n\}$ oznacza zbiór zmiennych związanych sekwencji
   Łańcuch kwantyfikatorów, gdzie łańcuchem kwantyfikatorów jest:
   a) Każda sekwencja kwantyfikatorów.
   b) Jeżeli Q_1 i Q_2 są łańcuchami kwantyfikatorów oraz **bd**$(Q_1)\cap$**bd**$(Q_2)=\varnothing$
   to $Q_1 \mid Q_2$ oraz $\frac{Q_1}{Q_2}$ są również łańcuchami kwantyfikatorów;
   Niech **bd**$(Q_1 \mid Q_2)$ = **bd**$(\frac{Q_1}{Q_2})$ = **bd**$(Q_1)\cup$**bd**(Q_2).
   c) Żadne inne wyrażenie nie jest łańcuchem kwantyfikatorów.
4. *Zdaniem* języka *L* jest wyrażenie postaci $Q\,P(x_1,...,x_n)$, gdzie $n\in$**Nat**, Q to łańcuch kwantyfikatorów, P jest *n* pozycyjnym predykatem oraz **bd**$(Q)=\{x_1,...,x_n\}$.

Def. 4.5.3-3 Semantyka języka *L*

Interpretacja *I* języka *L* to funkcja, która:

1. Dla każdego sortu $s\in\Im$ przypisuje pewien niepusty zbiór, co oznaczamy $||s||^I$.
2. Dla każdego predykatu P o krotności *n*, dla którego $S(P)=\langle s_1,...,s_n\rangle$ $||P||^I\subseteq||s_1||^I\times...\times||s_n||^I$.

Denotacje wyrażeń języka *L* określone są następująco:

1. Jeżeli $q\in Quant$ oraz x jest zmienną pewnego sortu s to $||qx||^I\subseteq\wp(||s||^I)$; mówimy, że fraza kwantyfikatorowa qx jest *pełna* gdy $||qx||^I=\{||s||^I\}$.
2. $||(q_1x_1,..., q_nx_n)||^I$ - (definicja oryginalna nie jest do końca zrozumiała) -
   - postać oryginalna [Zawado89:160]: $||(q_1x_1,...,q_nx_n)||^I$
     $= \left\{W\subseteq\chi_{i=1}^{n}\|s_i\|^I : s_i(W)\pi_{s_i}(W)\in\|q_ix_i\|^I, i=1,...,n\right\}$,
   - przyjmując, że symbol $\chi_{i=1}^{n}$ oznacza produkt kartezjański z *n* składowych, mając dane w pracy [Zawado89], że symbol $\pi_{s_i}(W)$ oznacza projekcję produktu po *i*-tej składowej (co jest równoważne oznaczeniu $W|_i$, wprowadzonemu w rozdz. 1.2) oraz to, że zamierzoną interpretacją sekwencji (q_1x_1,q_2x_2) jest interpretacja konfiguracji $q_1 \overset{\rightarrow}{\underset{\leftarrow}{}} q_2$, to możemy zaproponować następującą postać tej reguły:
   - $||(q_1x_1,...,q_nx_n)||^I = \left\{W\subseteq\chi_{i=1}^{n}\|s_i\|^I : W|_i\in\|q_ix_i\|^I, \text{ dla } i=1,...,n\right\}$,

3. $\| Q_1 \mid Q_2 \|^I = \{W \subseteq \|s_1\|^I \times \|s_2\|^I : \{x \in \|s_1\|^I : \{y \in \|s_2\|^I : \langle x,y \rangle \in W\} \in \|Q_2\|^I\} \in \|Q_1\|^I\}$, gdzie Q_1, Q_2 są łańcuchami kwantyfikatorów, s_1, s_2 są sortami wiązanych przez nie zmiennych[33], natomiast $\|s_1\|$ oraz $\|s_2\|$ są „Cartesian products of the interpretations of the sorts in" s_1 i s_2.

4. $\left\| \frac{Q_1}{Q_2} \right\|^I = \{W_1 \times W_2 : W_i \in \|Q_i\|^I, i=1,2\}$

5. Zdanie $Q\ \mathrm{P}(x_1,...,x_n)$ jest prawdziwe w.t.w., gdy $\|\mathrm{P}(x_1,...,x_n)\|^I \in \|Q\|^I$.

Reguła 5 rozwija wprowadzoną przez Barwise'a i Coopera zasadę interpretacji zdań z kwantyfikatorami uogólnionymi (patrz rozdz. 4.3.2) tzn. musi być spełnione $\|\mathrm{NP}\| \ni \|\mathrm{V}\|$, gdzie $\|\mathrm{NP}\|$ to kwantyfikator (wyznaczający rodzinę zbiorów), aby zdanie było prawdziwe. Zawadowski rozszerza tą zasadę na interpretację zdań z więcej niż jednym kwantyfikatorem: tutaj czasownik to podzbiór produktu kartezjańskiego, a konfiguracja kwantyfikatorów wyznacza rodzinę podzbiorów produktów kartezjańskich. Kwantyfikatory określają rodziny zbiorów, natomiast operatory tworzące łańcuchy kwantyfikatorów określają zarówno możliwe sposoby doboru zbiorów z poszczególnych rodzin jak i sposoby łączenia elementów z tych zbiorów w krotki produktu kartezjańskiego. Ponieważ, działanie operatorów tworzących łańcuch charakteryzuje się pewnym niedeterminizmem, otrzymujemy nie tyle podzbiór produktu kartezjańskiego utworzonego z interpretacji odpowiednich sortów, a rodzinę podzbiorów, mieszczących się w ramach niedeterminizmu działania operatorów. Zostaje zachowana przez to istotna cecha systemu Bellert - opisuje on klasy grafów a nie pojedyncze realizacje.

Zawadowski udowadnia [Zawado89:159], że istnieje jednoznaczna wzajemna odpowiedniość q-poset'ów i łańcuchów kwantyfikatorów, a tym samym istnieje jednoznaczna, wzajemna odpowiedniość pomiędzy łańcuchami kwantyfikatorów i konfiguracjami cech systemu Bellert. Zilustrować to można poniższą nieformalną analizą interpretacji działania operatorów łańcucha.

Stosując operatory łańcucha do łączenia pojedynczych kwantyfikatorów otrzymujemy:

- operator sekwencji (reguła 2) odpowiada wspomnianej już konfiguracji $q_1 \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{-}} q_2$ - czyli zwrotnemu zastosowaniu relacji zależności $<_F$.
- operator '|' (reguła 3) to zależność w jedną stronę: $q_1 <_F q_2$, czyli konfiguracja $q_1 \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{+}} q_2$,
- operator '_' (reguła 4) to brak zależności, relacja $<_F$ nie jest określona dla danej pary kwantyfikatorów, konfiguracja $q_1 \overset{+}{\underset{+}{\overset{\rightarrow}{\underset{\leftarrow}{+}}}} q_2$.

Interpretacja operatora '|', operatora 'zależności', jest zgodna z definicjami cechy dystrybutywności (Def. 4.5.2-4 oraz Def. 4.5.2-5) systemu Bellert. Produkty kartezjańskie utworzonej przez dwu elementowy łańcuch są zbudowane w taki sposób, że każdy element *x*, pochodzący z jednego ze zbiorów rodziny generowanej przez pierwszy kwantyfikator, jest łączony w pary z każdym elementem *y* pewnego zbioru z rodziny drugiego kwantyfikatora.

Jeżeli łączymy podłańcuchy operatorami '|' i '_' to definiujemy relację lub jej brak pomiędzy wszystkimi parami kwantyfikatorów, takimi, że kwantyfikatory w parze należą do różnych podłańcuchów. Działanie operatora '|' rozszerza się na odpowiednie łączenie krotek z rodzin zbiorów generowanych przez oba podłańcuchy.

W działaniu operatora '|' kryje się jednak istotna wada rozwiązania Zawadowskiego. Operator '|' może nam określić jednostronną zależność pomiędzy parą kwantyfikatorów w dowolną stronę,

[33] Czyli w tym momencie są chyba sortami sekwencji zmiennych (wg porządku użycia w łańcuchu). Wskazuje na to określenie $\|s_i\|$ w dalszej części reguły.

ale wymaga to ‘zmiany stron’ pomiędzy kwantyfikatorami. Ta z pozoru mało ważna niedogodność ma jednak dość zasadnicze konsekwencje. W wyniku ‘zamiany stron’ zmienia się kolejność elementów w zbiorach krotek dla całego łańcucha! Tymczasem kolejność elementów w krotkach jest niesłychanie istotna dla predykatu reprezentującego czasownik! Interpretacja predykatu czasownikowego zakłada (Def. 4.5.3-3), że jest on podzbiorem produktu kartezjańskiego utworzonego z określonej sekwencji interpretacji sortów. Oznacza to, że bez znacznego skomplikowania interpretacji predykatów ze zbioru *Pred*, tylko część łańcuchów kwantyfikatorów (o odpowiednim porządku) ma sens w języku *L*. Tym samym nie wszystkie q-posety (a tym samym konfiguracje kwantyfikatorów) mogą być sensownie wyrażone w języku *L*.

Widać to również w przykładach zastosowania języka *L* do reprezentacji znaczenia języka angielskiego [Zawado89:161-170]. We wszystkich przykładach, łańcuchy kwantyfikatorów są tworzone zgodnie z linearną kolejnością wyrażeń kwantyfikujących w zdaniu np. dla:

162) Few women have a palace.

jako jedyne dopuszczalne łańcuchy są proponowane: (*few*) | (*a*) oraz $\frac{few}{a}$. Żaden z nich nie opisuje interpretacji, w której (*a*) $<_F$ (*few*), czyli mamy jeden pałac wspólny dla wszystkich kobiet (zakładając tu, że jest możliwe indywidualne posiadanie tego samego pałacu przez kilka kobiet jednocześnie). Musielibyśmy utworzyć łańcuch[34] (*a*) | (*few*) i (zakładając, że czasownik *have* w danej interpretacji dopuszcza jednoczesne posiadanie) ‘przedefiniować’ część relacji czasownikowej na odwrotną kolejność argumentów. Problem oczywiście pojawi się też w przypadku innych czasowników.

W naturalny sposób, rozwiązanie Zawadowskiego dziedziczy po systemie Bellert większość jego ograniczeń: zapewnia reprezentację jedynie odmiany dystrybutywnej kwantyfikacji oraz zaciera różnicę pomiędzy kwantyfikacją a referencją. Mimo wszystko, propozycja Zawadowskiego przynosi ciekawą próbę rozszerzenie propozycji Barwise’a i Coopera na konfiguracje wielu wyrażeń kwantyfikujących. Nie mamy tu do czynienia z klasycznym pojęciem wiązania zmiennej przez kwantyfikator. Rodziny zbiorów tworzone przez kwantyfikatory są łączone w struktury poprzez operatory tworzące łańcuchy kwantyfikatorów. Poza wspomnianymi wcześniej ograniczeniami, pozostaje jeszcze jedno ważne pytanie: jak rozszerzyć podejście Zawadowskiego na wielozdaniowy dyskurs? Jak wiązać ze sobą działanie kwantyfikatorów z fraz NP powiązanych anaforycznie?

Vetulani [Vetula87] w swoim podejściu do formalizacji systemu Bellert pozostał o wiele bliższy pierwotnym ideom. Główną ideą tego podejścia jest określenie, czy analizowane zdanie posiada w danej interpretacji (opisywanej modelem) znaczenie *odpowiadające* (ang. *conform to*) pewnej ‘klasie znaczeń’ (wyznaczającej strukturę relacji). Poszczególne klasy nawiązują jednoznacznie do dozwolonych konfiguracji wartości cech z systemu Bellert i są formalnie opisywane pojęciem *konfiguracji*, definiującej zbiór grafów opisujących potencjalne struktury relacji.

Struktura zdania jest schematycznie opisywana, jako: $Z(Q_1X_1, ..., Q_nX_n)$, gdzie X_i jest ‘zmienną’ (pojęcie niezdefiniowane) reprezentującą denotację aspektu deskryptywnego danego argumentu czasownika (czyli NP) oraz Q_i jest kwantyfikatorem uogólnionym (typu kwantyfikatorowego $\langle 1 \rangle$), reprezentującym aspekt kwantyfikacji we znaczeniu danej NP.

Celem Vetulaniego była przede wszystkim „formalna rekonstrukcja podstawowych intuicji” [Vetula87:314] kryjących się za systemem Bellert. W rezultacie nie został zdefiniowany kompletny język logiczny (nie było to celem autora). Dlatego też, będziemy podejście to dalej określać roboczo mianem *Systemu Grafów Struktur* (od jednego z podstawowych pojęć), w skrócie *SGS*.

Modelem *SGS*, który oznaczymy tu *M*, jest relacyjna struktura zawierająca przynajmniej *n* dziedzin, oznaczonych $||X_1||^M,...,||X_n||^M$, *odpowiadających* (ang. *corresponding to*) zmiennym: X_1,

[34] U Zawadowskiego łańcuch ten jest wykluczony dodatkowo przez brak formalnego odpowiednika pojęcia *zerowej dystrybutywności*, które jest w systemie Bellert. System Zawadowskiego nie wygeneruje jednak wszystkich możliwych interpretacji również wtedy gdy *a* zastąpimy przez np. *two*. Nie otrzymamy interpretacji: *two* $<_F$ *few*.

...,X_n. Poprzez $||QX_i||^M$ oznaczana będzie „denotacje kwantyfikatora Q w i-tej dziedzinie modelu M" tzn. $||QX_i||^M$ jest zbiorem podzbiorów $||X_i||^M$.

Punktem wyjścia do konstrukcji *SGS* jest wprowadzenie pojęcia *grafu struktury* [Vetula87:314] (ang. *Graph Structure*) opisującego strukturę relacji w modelu *M*.

Def. 4.5.3-4 *Graf Struktury* o rozmiarze *n*

Grafem struktury o rozmiarze n jest nazywana[35] para $\boldsymbol{GS}=\langle G, R\rangle$, gdzie:

- G: $\{1,..n\} \rightarrow \wp(\wp(||X_i||))$, taką, że X_i mogą się różnić dla poszczególnych argumentów i,
- $R \subseteq \bigcup G(1)\times...\times\bigcup G(n)$ oraz $Dom(i, R)$ oraz:

  $\forall i.\forall a.[a\in\bigcup G(i) \rightarrow \exists S.(S\in R \wedge a\rho S)]$, gdzie $a\rho S$ należy odczytywać: a jest na ścieżce S, tzn., nieformalnie, a należy do krotki S.

Grafy struktur są w *SGS* klasyfikowane przy pomocy pojęć: *absolutności* i *dystrybutywności*, stanowiących formalne odpowiedniki cech systemu Bellert.

Def. 4.5.3-5 Absolutność i dystrybutywność grafu struktur.

Niech $\boldsymbol{GS}=\langle G, R\rangle$ będzie dowolnym grafem struktur.

a) ***GS*** jest $[i,+]$ *absolutny* w.t.w., gdy $|G(i)|=1$,
b) ***GS*** jest $[i,-]$ *absolutny* w.t.w., gdy nieprawda, że ***GS*** jest $[i,+]$ *absolutny*,
c) ***GS*** jest $[i, j,+]$ *dystrybutywny* w.t.w., gdy
$\forall a.[a\in\bigcup G(i) \rightarrow \exists B.(B\in G(j) \wedge B=\{b: \exists S.(S\in R \wedge a\rho S \wedge b\rho S)\})]$
$\wedge \forall B.[\ a\in G(j) \rightarrow \exists a.(\ a\in\bigcup G(i) \wedge B=\{b: \exists S.(S\in R \wedge a\rho S \wedge b\rho S)\})]$,
d) ***GS*** jest $[i, j,+]$ *dystrybutywny* w.t.w., gdy nieprawda, że ***GS*** jest $[i, j,-]$ *dystrybutywny*.

Wartości absolutności i dystrybutywności dzielą przestrzeń możliwych grafów struktur na zbiór klas (skończony, przy założeniu ograniczonego maksymalnego wymiaru grafów struktur). Poszczególne klasy są charakteryzowane w *SGS* przy użyciu tzw. *konfiguracji* będącej parą funkcji $\boldsymbol{K}=\langle A,D\rangle$, takich, że:

- A: $\{1,...,n\} \rightarrow \{+, -\}$,
- D: $\{1,...,n\}^2 \rightarrow \{+, -\}$.

Mówimy, że konfiguracja $\boldsymbol{K}=\langle A,D\rangle$ *charakteryzuje* graf struktur $\boldsymbol{GS}=\langle G, R\rangle$ w.t.w., gdy:

- dla każdego i ***GS*** jest $[i, A(i)]$ absolutny, oraz
- dla każdego i,j ***GS*** jest $[i, j, D(i)]$ dystrybutywny.

SGS przypisuje w nieformalny sposób (brak jest jawnie określonej procedury translacji) zdaniom języka naturalnego zdania logiczne $Z(Q_1X_1, ..., Q_nX_n)$, interpretowane jako rodzaj predykatu na sekwencji kwantyfikatorów uogólnionych określonych na poszczególnych dziedzinach. Zdaniom logicznym Z przypisywane są wartości prawdy i fałszu.

Def. 4.5.3-6 Zgodność zadania logicznego z konfiguracją i jego interpretacja w modelu.

Zdanie logiczne $Z(Q_1X_1, ..., Q_nX_n)$ posiada w modelu M interpretację RD odpowiadającą konfiguracji $\boldsymbol{K}=\langle A,D\rangle$ w.t.w., gdy istnieje graf struktury $\boldsymbol{GS}=\langle G, R\rangle$ o wymiarze n (nazywany grafem referencyjnym dla RD), taki, że:

1. ***K*** charakteryzuje ***GS***,
2. $\forall i.[i\in\{1,...,n\} \rightarrow G(i) \subseteq ||QX_i||^M$,

[35] Definicje *SGS* zostały tutaj nieznacznie uściślone w porównaniu z oryginalnymi w celu poprawy ich czytelności w skondensowanej formie. Została ponadto zmieniona notacja odpowiednio do notacji stosowanej w niniejszej pracy.

3. $R = ||Z||^M$,

   gdzie, z definicji[36],

   $||Z||^M = \{\langle a_1,...,a_n\rangle: a_1 \in ||X_1||^M \wedge ... \wedge a_n \in ||X_n||^M \wedge M = Z(X_1, ..., X_n)[\ a_1,...,a_n]\}$ ($||Z||^M$ „jest grafem predykatu Z w modelu M" [Vetula87:315]).

W *SGS* reprezentacją semantyczną „predykatowo-argumentowej struktury" (ang. „*a predicate-argument structure (S-structure)*" [Vetula87:315]) zdania w języku naturalnym jest zdanie logiczne $Z(Q_1X_1, ..., Q_nX_n)$, gdzie n jest równe liczbie argumentów głównego predykatu rozpatrywanego zdania. Problem dopuszczalności dla danego zdania w języku naturalnym określonej konfiguracji wartości absolutności i dystrybutywności (w sensie systemu Bellert) został sprowadzony w *SGS* do kwestii istnienia modelu, w którym intepretacja danego zdania logicznego odpowiada danej konfiguracji ***K***.

Def. 4.5.3-7 Dopuszczalność konfiguracji *K* przez zdanie w języku naturalnym

> Mówimy, że zdanie w języku naturalnym, którego reprezentację semantyczną stanowi zdanie logiczne $Z(Q_1X_1, ..., Q_nX_n)$, *dopuszcza* (ang. *allows*) konfigurację ***K*** w.t.w., gdy istnieje model M „wyabstrahowany z jakiejś sytuacji ze świata rzeczywistego" („abstracted from some «real world situation»" [Vetula87:315]) taki, że zdanie $Z(Q_1X_1, ..., Q_nX_n)$ ma w modelu tym interpretację odpowiadającą konfiguracji ***K***.

Poprzez definicję dopuszczalności Vetulani wiąże przypisanie danej konfiguracji wartości cech absolutności i dystrybutywności do pewnego zdania w języku naturalnym z określeniem pewnej klasy struktur relacji w modelu, zawierającej interpretację spełniająca zdanie logiczne $Z(Q_1X_1, ..., Q_nX_n)$.

SGS 'dziedziczy' wszystkie ograniczenia systemu Bellert, w tym możliwość wyrażania jedynie dystrybutywnych interpretacji zdań w języku naturalnym oraz wiązanie +absolutnej interpretacji z referencyjna interpretacją NP tzn. z założeniem unikalności zbioru obiektów. Brakuje również, obecnej w podejściu Zawadowskiego, kompozycyjnej procedury translacji[37] ze zdań języka naturalnego do reprezentacji semantycznej w postaci pary: $\langle Z(Q_1X_1, ..., Q_nX_n), \boldsymbol{K}\rangle$.

Interesującą cechą podejścia Vetulaniego, jest zdolność do wyrażenia wszystkich konfiguracji wartości cech dozwolonych w systemie Bellert, bez konieczności 'ruszania' kwantyfikatorów z miejsca. Relacje między kwantyfikatorami zostały wyrażone w sposób wielowymiarowy poprzez funkcję D. W ten sposób w *SGS* nie pojawia się charakterystyczny błąd podejścia Zawadowskiego polegający na niezgodności krotki wyprodukowanej poprzez ciąg kwantyfikatorów o zmienionej kolejności z denotacją predykatu czasownikowego.

W zastosowaniu idei *SGS* do reprezentacji znaczenia języka naturalnego pojawia się jednak techniczny problem 'monolityczności' funkcji D, która jest zadana dla całego zdania. Podejście Zawadowskiego oparte na sekwencji częściowych opisów możliwych struktur relacji w postaci sekwencji operatorów, wydaje się być łatwiejsze do zastosowania w ramach pewnego języka logicznego.

Naturalnym rozwinięciem obydwu podejść wydaje się połączenie idei operatorów zależnościowych Zawadowskiego z dwuwymiarowym opisem relacji pomiędzy kwantyfikatorami w stylu Vetulaniego. Propozycja takiego mechanizmu zostanie przedstawiona w rozdziale 6 w ramach konstruowanego tam języka logicznego reprezentacji znaczenia.

---

[36] Zapis definicji $||Z||^M$ pokrywa się wiernie z oryginalną definicją z *SGS* [Vet87:315].

[37] Oczywiście wynika to z różnych celów, jakie realizują obydwa systemy: Vetulani koncentruje uwagę na formalnej analizie typów możliwych struktur relacji, Zawadowski na konstrukcji języka reprezentacji znaczenia.

5. Wybrane metody i języki reprezentacji znaczenia

Analiza znaczenia NP dokonana w rozdziale 3 ograniczona była głównie do mechanizmów ujawniających się w ramach wyizolowanego pojedynczego zdania. Aby jednak w pełni opisać znaczenie NP (pomijając analizę semantyki leksykalnej samego rzeczownika), należy rozszerzyć perspektywę na analizę wielozdaniowych wypowiedzi, które będziemy odtąd, za przykładem literatury anglosaskiej (np.[Hess89, Kamp93]), nazywać *dyskursem*[38] (ang. *discourse*). W ramach dyskursu znaczenie NP pełni istotną rolę w konstruowaniu mechanizmu anafory. Anaforyczne użycie NP wpływa również na jej znaczenie. Będzie to widoczne w przykładach w rozdziale 5.1.1.

Encyklopedia językoznawstwa [EncJęz93:40-42] w początkowej części hasła *anafora*, charakteryzuje ją następująco:

> „Jako zjawisko składniowe – relacja, która wiąże ze sobą 2 wyrażenia: anaforyzowane i anaforyczne występujące bądź w tym samym zdaniu, bądź w różnych zdaniach należących do jednego wypowiedzenia wielozdaniowego[...].Wyrażenie anaforyczne, które nie ma własnego sensu, stanowi swoisty odsyłacz do wcześniej użytego wyrażenia anaforyzowanego, zwanego poprzednikiem (antecedensem) relacji anaforycznej, z którego odczytać można komunikowany sens. Tak np. wyrażenie anaforyczne *ją* w drugim zdaniu sekwencji *Hania wróciła już do Warszawy. Widziałem ją wczoraj na ulicy*. jest nieczytelne bez poprzedzającego je w zdaniu pierwszym wyrażenia anaforyzowanego *Hania*."

Podstawowe cechy anafory to: spełnianie funkcji semantycznego odsyłania przez jedno wyrażenie do drugiego (wcześniejszego w dyskursie) oraz składniowe uwarunkowanie kontekstem, w których takie odsyłanie może mieć miejsce. Z dalszego rozwinięcia hasła widać jednak wyraźnie, że brak jest zgodności w precyzyjnej charakterystyce tych ogólnie sformułowanych własności[39]. Sposób opisu zależy od przyjętych założeń teoretycznych. Dlatego też ograniczymy się na wstępie jedynie wskazania kilku przykładów ilustrujących zjawisko anafory a do jej precyzyjnego opisu wrócimy podczas prezentacji kilku wybranych metod reprezentacji znaczenia. Punktem wyjścia wszystkich metod analizowanych w tym rozdziale była niemożność gramatyki Montague do reprezentacji anafory w zadowalający sposób.

Najczęściej poprzednikiem jest NP a wyrażeniem anaforycznym jest zaimek anaforyczny np. przykład zawarty w cytacie powyżej. Zaimek anaforyczny w swoim znaczeniu odwołuje się do obiektu (obiektów w przypadku liczby mnogiej) wprowadzonych do dziedziny dyskursu przez poprzednika. Zamiast zaimka można też użyć, praktycznie nie zmieniając znaczenia, określonej NP np. [Topoli84:327]:

163) ***Hania*** *przenosi się do Krakowa. Zupełnie* ***tej dziewczyny*** *nie rozumiem.*

Czasami jednak wyrażenie anaforyczne nie odwołuje się do obiektu wprowadzanego przez NP będące poprzednikiem, ale do treści deskrypcji zawartej w poprzedniku. Encyklopedia [EncJęz93] określa ten rodzaj anafory mianem *anafory leksykalnej* np. [Topoli84:327]:

164) Jego siostra jest główną księgową. ***Taką*** *to każdy ceni.*

165) Chcę być ***architektem*** *i będę* ***nim****.*

---

[38] Angielski *discourse* oznacza zarówno dłuższą wypowiedź pisemną bądź mówioną, najczęściej o charakterze oficjalnym, jak też dyskusję lub nawet zwykłą rozmowę. Cechą wspólną jest użycie wielu powiązanych ze sobą zdań. Dodatkowym argumentem przemawiającym za wprowadzenie tego terminu jest historyczna obecność słowa *dyskurs* w polszczyźnie.

[39] Historycznie pojawiły się trzy rywalizujące podejścia. Najstarsze, uwidocznione w nazwie zaimek (=używany w zastępstwie imienia) postrzegało anaforę jako mechanizm 'tekstowego skrótu': zaimek zastępował poprzednika. Można jednak znaleźć wiele przykładów, które po zamianie dają ewidentnie błędne wypowiedzi. Kolejne sprowadza anaforę do koreferencji (identyczności referenta). Jednakże w wielu przypadkach poprzednik nie jest referencyjny i nie ma referenta. Trzecie polega na próbie rozszerzenia narzędzi formalnych gramatyki Montague na kwantyfikatory w dyskursie. Zaimki anaforyczne są tu interpretowane jako zmienne związane. Podejście zostanie pokrótce rozważone w rozdziale 5.1.1.

Również w wielu wypowiedziach poprzednikiem nie jest NP. Wyrażenie anaforyczne odwołuje się do całej sytuacji opisanej zdaniem bądź predykatem czasownikowym.

*166) Mój kolega **poprosił o podwyżkę**. Ja również powinienem **to** zrobić.*

*5.1.*Teoria *DRT*

5.1.1. Geneza

Logika predykatów pierwszego rzędu (dalej LP) to najprostsze z narzędzi formalnych, które mogą być zastosowane do reprezentacji znaczenia. Niebagatelną zaletą LP są jej bardzo dobrze poznane własności formalne, istniejące metody automatycznego wnioskowania itd. Możliwe jest też skonstruowanie kompozycyjnego opisu znaczenia pewnego podzbioru języka naturalnego w duchu gramatyki Montague [DoWaPe81], rezygnując z rozszerzeń jakie wprowadza logika intensjonalna. Oczywistymi ograniczeniami takiego podejścia są brak możliwości: opisywania konstrukcji mnogich (stosowana logika przestaje być logiką pierwszego rzędu), czy też znaczenia czasowników intensjonalnych (przyczyna, dla której Montague wprowadził aparat modalny do swojego podejścia). Nieoczekiwanie już jednak znacznie prostsze konstrukcje sprawiają problem. Istnieją proste zdania, pozbawione elementów 'wyższego rzędu', które nie poddają się w sposób zadowalający pod względem formy, opisowi na gruncie logiki predykatów. Ponadto, bardzo często proste zdania pojedyncze, które mogą być z łatwością opisane metodami LP, gdy są analizowane w izolacji, złożone w prosty tekst zaczynają sprawiać poważne problemy.

Klasycznym przykładem problemów na poziomie prostych zdań są tzw. *ośle zdania* (wspomniane w rozdziale 3.2.1.2), np.

167) If Pedro^{1} *owns a donkey*^{2} *he*$_1$ *likes it*$_2$.

33) *Every farmer who owns a donkey*^{1} *beats it*$_1$.

Indeksy określają powiązania anaforyczne (dla pewnej zamierzonej interpretacji): indeks górny wskazuje na poprzednika, indeks dolny identyfikuje wyrażenie anaforyczne.

Przyjmując stałą logiczną jako interpretację imienia oraz wszystkich odwołań do niego, warunki prawdziwości zdania 167), a tym samym znaczenie zdania, można opisać następująco [Kamp93,Fracas94:10]:

(10) $\forall x[(donkey(x) \wedge own(pedro,x)) \rightarrow like(pedro,x)]$

Tymczasem, stosując technikę *quantifying-in* wprowadzoną przez Montague (patrz rozdział 4.5), gdzie rodzajnik *a* jest klasycznie interpretowany jako kwantyfikator egzystencjalny, oraz nadal stosując technikę wprowadzania stałej, otrzymamy nieco inny rezultat:

(11) $\exists x[(donkey(x) \wedge own(pedro,x)) \rightarrow like(pedro,x)]$

W oczywisty sposób (11) (jak i też (12), poniżej) nie wyraża warunków prawdziwości zdania 167). Przyczyną jest interpretacja rodzajnika *a* przy pomocy kwantyfikatora egzystencjalnego. Ponadto, obydwie formuły odbiegają od struktury pierwotnego zdania. Umiejscawiając kwantyfikator w strukturze reprezentacji semantycznej w miejscu paralelnym do jego położeniu w strukturze zdania otrzymamy formułę ze zmienną niezwiązaną:

(12) $\exists x[(donkey(x) \wedge own(pedro,x))] \rightarrow like(pedro,x)$

Warto jednak zauważyć, że podobnego efektu nie ma w przypadku zdania, które mimo powierzchownego podobieństwa nie jest 'ośle':

168) If Pedro^{1} *has a donkey he*$_1$ *is happy.*

Tutaj warunki prawdziwości zarówno pod względem formy, jak i znaczenia przypisanego do rodzajnika *a* odpowiadają intuicji:

(13) $\exists x(donkey(x) \wedge has(pedro,x)) \rightarrow is_happy(pedro)$

Przyczyną różnicy pomiędzy znaczeniami zdań 167) i 168) jest występowanie w konkluzji 167) zaimka anaforycznego (wyrażenie anaforycznego), którego poprzednikiem (podkreślone jest to przez indeks) jest nieokreślona NP(*a donkey*) w przesłance. Brak takiego powiązania anaforycznego w 168) jest przyczyną istotnej różnicy w znaczeniu.

Nie tylko konstrukcje warunkowe zmieniają interpretację rodzajników nieokreślonych. Warunki prawdziwości dla zdania 33) to:

(14) $\forall x \forall y[(farmer(x) \wedge donkey(y) \wedge own(x,y)) \rightarrow like(x,y)]$

Również i tu rodzajnik *a* interpretowany jest przy pomocy kwantyfikatora uniwersalnego, ale również tu przyczyną jest anaforyczne powiązanie przekraczające granice zdań składowych: *it* jest na poziomie zdania głównego, *a donkey* stanowi część zdania względnego.

Technika *quantifying-in* ograniczona jest do zdań pojedynczych. W przypadku wypowiedzi składających się z więcej niż jednego zdania, naturalnym rozwiązaniem wydaje się być interpretowanie kropki jako koniunkcji oraz zastosowanie techniki *quantifying-in* do całej powstałej w ten sposób konstrukcji. Wyprowadzi to kwantyfikatory przed koniunkcję formuł powodując objęciem ich zasięgiem zmiennych wprowadzonych jako znaczenie zaimków anaforycznych. Niestety, w efekcie dla zdania 169):

169) Exactly one boy[1] *walks in the park. He*$_1$ *whistles.*

170) Exactly one boy walks in the park and whistles.

otrzymamy formułę (16), gdy tymczasem (16) jest dobrą reprezentacją semantyczną zdania 170), natomiast znaczenie 169) lepiej oddaje (15).

(15) $\exists x(\forall y[(boy(y)\wedge walk_in_park(y))\leftrightarrow x=y]\wedge whistles(x))$

(16) $\exists x(\forall y[(boy(y)\wedge walk_in_park(y)\wedge whistles(y))\leftrightarrow x=y])$

Wreszcie, ostatni przykład: nieoczekiwane oddziaływanie negacji na możliwość tworzenia się powiązań anaforycznych. Rozważmy dwa zdania:

formułom z (17) odpowiadają następujące zdania, odpowiednio:

171) A man is walking in the park.

172) It is not the case that every man is not walking in the park.

Jeżeli przyjmiemy $\varphi=(man(x)\wedge walk_in_park(x))$, to formuły stanowiące reprezentację semantyczną powyższych zdań na gruncie LP są sobie równoważne:

(17) $\exists x\varphi$ w.t.w., gdy $\neg\forall x\neg\varphi$

Jednakże, mimo to, tylko zdanie 171), 'wariant pozytywny', możemy rozszerzyć do mini dyskursu:

173) A man[1] *is walking in the park. He*$_1$ *is enjoying himself*$_1$.

W przypadku 'wariantu negatywnego 172) zabieg taki jest niemożliwy (pomimo identyczności znaczenia na gruncie LP):

*174) *It is not the case that every man*[1] *is not walking in the park. He*$_1$ *is enjoying himself*$_1$.

Powyższe przykłady pokazują nieadekwatność w wielu przypadkach opisu anafory za pomocą pojęcia zmiennej wiązanej przez kwantyfikator. Z kolei możliwość interpretacji anafory jako koreferencji, czyli współdzielenia tego samego referenta poprzez dwa wyrażenia, nie może mieć zastosowania w przypadkach dyskursów, gdzie poprzednik nie posiada referenta, np. jest wyrażeniem nieokreślonym np. [EijKam97:2]:

175) A man[1] *entered. He*$_1$ *smiled.*

We wszystkich powyższych przykładach poprzednie zdanie lub też fragment zdania stwarza kontekst, w którym mogą być lub nie (przypadek 174)) interpretowane poprawnie dalsze elementy dyskursu. Brak możliwości opisu tego mechanizm za pomocą klasycznych warunków prawdziwości zapisanych w LP stał się punktem wyjścia do stworzenia *Discourse Representation Theory* (*DRT*) [Kamp81].

5.1.2. Podstawowe idee

DRT (*Discourse Representation Theory*) to nazwa teorii zaproponowanej przez Kampa [Kamp81] ale bardzo zbliżone rozwiązanie zostało zaproponowane niezależnie przez Heim [Heim82]. Obydwa podejścia różnią się głównie terminologicznie. Pod względem definicji formalnych są sobie równoważne. Ponieważ *DRT* stało się pewnego rodzaju standardem i zapoczątkowało intensywny rozwój całej klasy podejść, ograniczymy się jedynie do prezentacji rozwiązania Kampa. Zamieszczony tu opis *DRT*, z konieczności bardzo skrótowy, przygotowany został głównie w oparciu o dwa 'oficjalne' źródła[40]: bardzo obszerną pracę mającą charakter podręcznika [Kamp93] oraz pracę [EijKam97] prezentującą w skondensowanej postaci główne idee ale też podejmujące próbę zdefiniowania *DRT* w sposób kompozycyjny.

[40] Współautorem obydwu jest twórca DRT - Hans Kamp.

Punktem wyjścia *DRT* jest spostrzeżenie, iż każde kolejne zdanie dyskursu jest interpretowane w kontekście stwarzanym przez interpretację zdań go poprzedzających [EijKam97]. Każde zdanie uaktualnia stan kontekstu. Często istotną częścią tego procesu jest utworzenie się powiązań anaforycznych. Reprezentacja kontekstu musi spełniać jednocześnie dwie role: musi wyrażać informację wniesioną przez kolejne zdania w dyskursie oraz musi określać możliwości tworzenia się powiązań anaforycznych, które łączą poszczególne elementy reprezentacji we spójną całość. Struktury reprezentacji semantycznej dyskursu, formalnie zdefiniowane w *DRT*, noszą nazwę *Discourse Representation Structures* (DRS) [41].

W celu opisania deskryptywnej części znaczenia dyskursu, *DRT* definiuje pojęcie prawdziwości DRS'a w pewnym modelu i utożsamia znaczenie deskryptywne z warunkami prawdziwości. Jednakże odmiennie niż w tradycji Montague, warunki prawdziwości nie wyczerpują pojęcia znaczenia zdania w *DRT*. Przyjęto tutaj *dynamiczną koncepcję znaczenia*: znaczenie zdania jest utożsamiane ze zmianą jaką ono[42] wprowadza do kontekstu interpretacja czyli, technicznie, z relacją pomiędzy strukturami DRS: wejściową i wyjściową. Dynamiczna koncepcja znaczenia, realizowana różnie jako relacja: na strukturach, wartościowaniach itd., jest wyznacznikiem całej klasy teorii semantyki języka naturalnego określanych wspólnym mianem *semantyki dynamicznej* [EijKam97:2] (np. w rozdziale 5.2.1 przedstawione zostaną podstawowe założenia tzw. logiki dynamicznej, gdzie znaczenie to relacja na wartościowaniach).

Opis możliwości tworzenia się powiązań anaforycznych bazuje na wyróżnionych elementach DRS nazywanych *znacznikami dyskursu* (ang. *discourse markers*)[43]. Brak ich definicji w podstawowych pracach: [Kamp93], [EijKam97]. Znacznik dyskursu niejawnie spełnia rolę pojęcia pierwotnego *DRT*. Pierwsze użycie tego pojęcia jest opatrywane jedynie charakterystyką funkcjonalną np.:

> "individual indicated by NP [...] a formal representative (a so-called *discourse referent*) for the indicated individual [...]" [Kamp93:61]
>
> "discourse referents [...] which stand [...] for individual objects" [Kamp93:308]
>
> "discourse referents – that can serve as antecedents to anaphoric expressions" [EijKam97:2]

Na płaszczyźnie formalnej, znaczniki spełniają rolę zbliżoną do zmiennych reprezentując obiekty z dziedziny interpretacji. Powiązania anaforyczne są reprezentowane przez warunek identyczności obiektów przypisanych do określonej pary znaczników. Podsumowując, DRS zawiera zbiór znaczników i zbiór warunków nałożonych na znaczniki określających własności spełniane przez obiekty przypisane do znaczników.

DRT w swojej pierwotnej postaci definiuje procedurę tworzenia DRS'ów na podstawie struktury składniowej zdań dyskursu. DRS dla całego dyskursu jest tworzony sekwencyjnie na podstawie kolejnych zdań. Proces ten ma charakter przyrostowy. Każde kolejne zdanie rozbudowuje zastany kontekst o nowe elementy. Reguły *DRT* identyfikują wkład poszczególnych konstrukcji zdania do zmieniającego się kontekstu. W dyskursie mamy przebieg przetwarzania: 'od lewej do prawej', a w ramach zdania: 'od góry do dołu' po drzewie derywacji. Zanim przejdziemy do formalnych definicji całej teorii, warto prześledzić jej działanie na prostych przykładach. *DRT* zostanie zaprezentowana w swojej 'podręcznikowej' postaci. Jej wybrane, nowsze kompozycyjne postacie zostaną przedstawione w dwóch ostatnich podrozdziałach (5.2.1 i 5.2). Wersja 'podręcznikowa' *DRT* jest najobszerniejsza pod względem ilości różnych, opisywanych konstrukcji językowych. Wersje kompozycyjne koncentrują się głównie na możliwości kompozycyjnego sformu-

[41] Inna żargonowa nazwa na wyrażanie języka DRS to *pudełko* (ang. *box*), wywodząca się kształtu graficznej reprezentacji wyrażenia.

[42] W pierwotnej postaci DRT znaczenie może być określone dopiero dla całego zdania. Podczas analizy poszczególnych części zdania nie dysponujemy poprawnie zbudowanym DRS. Stało się to przyczyną zarzucania DRT, że nie jest teorią kompozycyjną. Powstało kilka kompozycyjnych wersji DRT. Wybrane z nich będą zaprezentowane w dalszej części tego rozdziału.

[43] Inna nazwa to *znaczniki referencji* (ang. *reference markers*), ponieważ wprowadza ona mylące skojarzenia z pojęciem referencji pozostaniemy przy pierwszej z nazw.

łowania *DRT* i np. interesujące bardzo zagadnienia reprezentacji liczby mnogiej, są tam traktowane marginalnie.

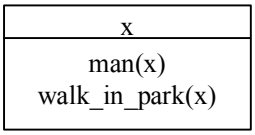
Pojedynczy DRS jest parą składającą się z: zbioru znaczników *U*, nazywanym *uniwersum DRS'a* oraz zbioru warunków *Con*. Warunki mogą być *proste*, będące wyrażeniami predykatowymi na znacznikach oraz *złożone*, które są konstruowane z innych DRS'ów oraz wyróżnionych operatorów.

(18) $DRS = \langle U, Con \rangle$

Dla zdania 171) reguły *DRT* utworzą DRS oznaczony poniżej jako K_1 (dla uproszczenia, często frazy czasownikowe wraz z modyfikującymi je frazami okolicznikowymi będą interpretowane przy pomocy jednego predykatu):

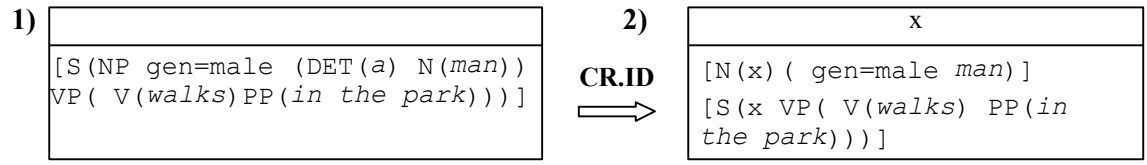
(19) $K_1 = \langle \{x\}, \{man(x), walk_in_park(x)\} \rangle$

Od samego początku jednak, cechą charakterystyczną *DRT* było zastosowanie notacji graficznej[44] ułatwiającej analizę reguł *DRT* i otrzymywanych struktur. DRS w notacji graficznej jest rysowany jako prostokąt ('*pudełko*' ang. *box*) podzielony na dwa przedziały: znaczników (górny) i warunków, np. reprezentacją K_1 jest:



Rys. 5.1.2-1 Graficzna postać struktury DRS opisanej wyrażeniem (19).

K_1 powstaje w wyniku zastosowania kolejno dwóch reguł. W pierwszym kroku (Rys. 5.1.2-2) tworzony jest DRS wypełniony zdaniem 171) przedstawionym w postaci drzewa derywacji. Aby było możliwe precyzyjne sformułowanie reguł konstrukcji, *DRT* wprowadza prostą gramatykę frazową. Ponieważ *DRT* jest teorią semantyki, kształt tej gramatyki jest sprawą drugorzędną, aczkolwiek musi być ustalony ze względu na konieczność precyzyjnego określenia interfejsu syntaktyczno-semantycznego (część warunkowa reguł).



Rys. 5.1.2-2 Konstrukcja prostego DRS – reguła CR.ID dla rodzajnika nieokreślonego.

Każda reguła składa się dwóch części [Kamp93:86]:

- specyfikacji konfiguracji syntaktycznej (fragmentu drzewa) *aktywującej* (ang. *trigger*) zastosowanie reguły,
- procedury opisującej zmiany wprowadzane przez regułę w odniesieniu do drzewa derywacji (działalność uboczna, rejestrowanie wykonanych działań) oraz, przede wszystkim, do kontekstu interpretacji czyli DRS'a.

Nie ma ustalonej kolejności stosowania reguł. W przypadku gdy jest aktywna więcej niż jedna proces konstrukcji DRS staje się niedeterministyczny. Niedeterminizm ten jest wykorzystywany w *DRT* do analizy zdań niejednoznacznych semantycznie (np. klasyczny problem zasięgu kwantyfikatorów). Należy tu jednak podkreślić, że dla różnych interpretacji niejednoznaczności są generowane różne DRS'y.

Pierwsza zostaje zastosowana reguła CR.ID aktywowana nieokreśloną NP.

[44] Notacja graficzna jest pierwotna w stosunku do notacji tekstowej np. w podręczniku [Kamp93] notacja tekstowa w ogóle nie funkcjonuje! W notacji graficznej wiele reguł DRT ma bardzo intuicyjną interpretację.

Def. 5.1.2-1 Reguła CR.ID (*context rule indefinite NP*)

Dla pewnego DRS *K*, gdzie U_K to uniwersum *K* oraz Con_K to zbiór warunków *K*:

- aktywująca konfiguracja $\gamma \subseteq \eta \in Con_K$: S(NP(gen=β DET(*a(n)*) N) VP') lub VP(V NP(gen=β DET(*a(n)*) N)),
- dodaj do U_K: nowy znacznik *u*
- dodaj do Con_K: nowy warunek: [N](u), gen(u)=β
- zastąp w η: poddrzewo `NP(gen=β DET(a(n)) N)` przez *u*.

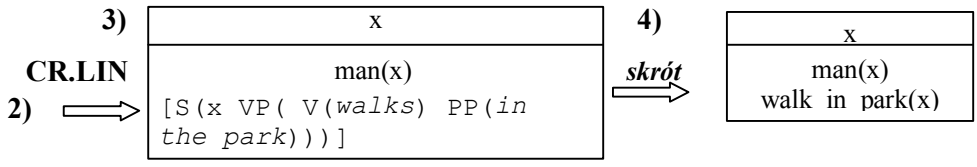
W regule CR.ID zapis $\gamma \subseteq \eta \in Con_K$ oznacza, że γ jest poddrzewem drzewa η należącego do warunków *K*; *gen* to atrybut morfologiczny; zapis [N](u) oznacza, że kopiowane jest odpowiednie poddrzewo, 'parametryzowane' (etykietowane) następnie znacznikiem *u* (sens tej parametryzacji stanie się widoczny w regule CR.LIN).

Zadaniem reguły CR.ID jest 'wykrycie' nieokreślonej NP i utworzenie dla niej nowego znacznika reprezentującego obiekt wprowadzany do dziedziny dyskursu. Warunek dodany przez CR.ID aktywuje regułę CR.LIN (poniżej) dopełniającą proces interpretacji nieokreślonej NP.

Def. 5.1.2-2 Reguła CR.LIN (*lexical insertion noun*)

- aktywująca konfiguracja $\gamma \in Con_K$: `N(x)( α )`
- zastąp γ przez α^*`(x)`

Reguła CR.LIN przekształca poddrzewo wydzielone przez CR.ID do predykatu nałożonego na znacznik wprowadzony przez daną NP. Symbol * w nazwie predykatu wiąże się z interpretacją liczby mnogiej w *DRT* (rozdział 5.1.4) i oznacza rozszerzenie predykatu na podzbiory klasy opisywanej przez rzeczownik (lub część deskryptywną NP). W efekcie zastosowania otrzymujemy DRS 3) na Rys. 5.1.2-3.



Rys. 5.1.2-3 Zastosowanie reguły CR.LIN i skrótu notacyjnego dla czasownika.

Po zastosowaniu CR.LIN pozostaje w DRS'ie warunek `[S(x VP( V(walks) PP(in the park)))]`. W ramach rozważanej tu wersji *DRT* jest on dalej nieredukowalny[45] (brak odpowiedniej reguły). Warunek ten jest interpretowany jako predykat jednomiejscowy (np. [Kamp93:64]) i może być zapisany w skrótowej postaci – punkt 4).

Wynikowy DRS może być interpretowany nieformalnie jako 'model' pewnej sytuacji. Opisywana sytuacja angażuje jakiś obiekt *a*, odpowiadający znacznikowi *x* i spełniający własności nałożone na znacznik *x*. DRS jest prawdziwy wtedy, gdy istnieje możliwość przypisania do znacznika *x* przynajmniej jednego obiektu spełniającego warunki nałożone na znacznik. W ogólnym przypadku, wszystkie znaczniki z uniwersum danego DRS otrzymują egzystencjalną interpretację. Taka niejawna interpretacja egzystencjalna określana jest często mianem *importu egzystencjalnego*.

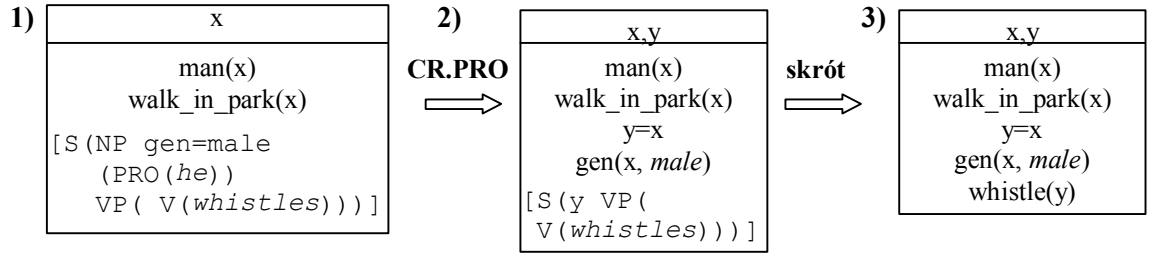
Jeżeli rozszerzymy zdanie 171) do mini dyskursu poniżej, to drugie zdanie będzie interpretowane w kontekście stworzonym przez interpretację zdania pierwszego (Rys. 5.1.2-4, punkt 1)):
176) A man[1] *is walking in the park. He*$_1$ *whistles.*

[45] W przypadku gdyby jednak pozostały warunek zawierał frazę wymaganą czasownika (wymagany argument) kategorii NP byłoby możliwe (i konieczne) ponowne zastosowanie pary reguł CR.ID i CR.LIN aktywowanych konfiguracją drzewa derywacji. W efekcie czasownik tranzytywny byłby interpretowany jako predykat dwumiejscowy.

Jedyna reguła jaka może być uaktywniona, to reguła obsługująca zaimek osobowy (przedstawiona poniżej w wersji uproszczonej np. nie uwzględniającej zaimków zwrotnych) produkująca DRS'a na Rys. 5.1.2-4, punkt 2).

Def. 5.1.2-3 Reguła CR.PRON (*pronoun*)

- aktywująca konfiguracja $\gamma \subseteq \eta \in Con_K$: S(NP(gen=β PRON(α)) VP') lub VP(V NP(gen=β PRON(α))),
- wybierz odpowiedniego poprzednika *v*: *v* musi być *dostępny* oraz gen(*v*)=β
- dodaj do U_K: nowy znacznik *u*
- dodaj do Con_K: nowy warunek: *u*=*v*, gen(u)=β
- zastąp w η: poddrzewo `NP(gen=β PRON(α))` przez *u*.



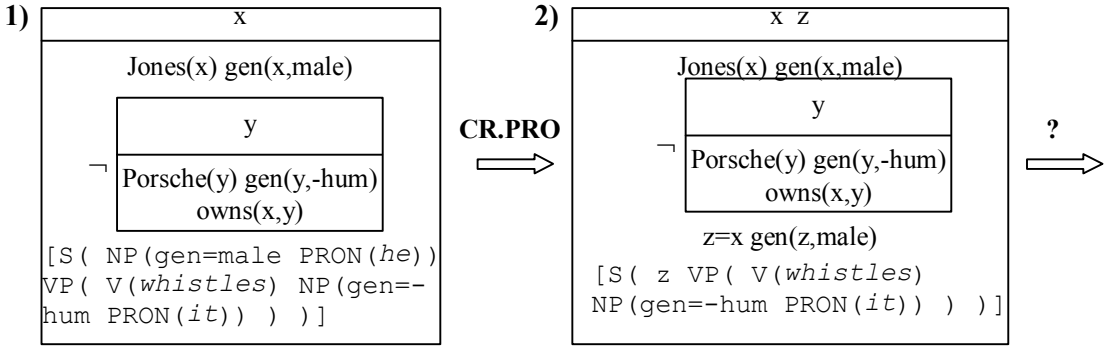
Rys. 5.1.2-4 Zastosowanie reguły CR.PRON (interpretacja zaimka osobowego).

Reguła CR.PRON najpierw dodaje nowy znacznik (każda NP wprowadza nowy znacznik do uniwersum DRS), ale później następuj ważna operacja odnalezienia odpowiedniego poprzednika. *DRT* nie opisuje szczegółowo procesu identyfikacji poprzednika. Wymagałoby to uwzględnienia wiedzy o znaczeniu leksykalnym, ogólnej wiedzy o świecie, o konkretnej sytuacji itd. [Kamp93:67]. *DRT* formułuje jedynie warunki konieczne jakie muszą być spełnione podczas identyfikacji poprzednika, aby dyskurs był poprawny. W zasadzie, podstawowym celem *DRT* jest określenie które znaczniki nie mogą być brane od uwagę w danym stanie kontekstu (DRS) jako ewentualne poprzedniki. W tym celu rozważane są uwarunkowania składniowe (rodzaj oraz konfiguracja drzewa w wersji pełnej reguły obejmującej zaimki zwrotne [Kamp93:238-239]) oraz syntaktyczno-semantyczne wyrażające się pojęciem *dostępności*. Aby w pełni scharakteryzować dostępność znaczników, musimy wprowadzić strukturę zagnieżdżonych DRS'ów. Zawsze jednak znaczniki z uniwersum danego DRS są dostępne dla innych znaczników z tego samego uniwersum.

Zagnieżdżone DRS'y powstają w wyniku interpretacji negacji zdaniowej i konstrukcji warunkowych. Negacja jest interpretowana przy pomocy unarnego operatora biorącego DSR'a jako argument i tworzącego złożony warunek, który staje się częścią aktualnie konstruowanego DRS'a dla całego dyskursu np. dla dyskursu [Kamp93:105]:

*177) *Jones[1] does not own a Porsche[2]. He$_1$ likes it$_2$.*

otrzymujemy DRS na Rys. 5.1.2-5.



Rys. 5.1.2-5 Interpretacja negacji przy pomocy złożonego warunku.

DRS w punkcie 1) (Rys. 5.1.2-5) powstaje w wyniku zadziałania dwóch reguł: kolejno CR.NEG i CR.PN [Kasmp93:121-123]. Nie przytaczając ich szczegółowo, przeanalizujmy jedynie ich skutki. Jako pierwsza uaktywnia się CR.NEG ('reagująca' na przysłówek *not* w VP). Tworzy złożony warunek składający się z zagnieżdżonego DRS'a *K'* poprzedzonego operatorem ¬. Następnie usuwa *does not* i przenosi do *K'* resztę struktury zdania jako warunek do dalszej redukcji. Dalsza redukcja pierwszego zdania z 177) odbywa się już w kontekście zagnieżdżonego *K'*. Jednakże reguła CR.PN dotycząca nazwy własnej (ang. *proper name* = PN) tworzy nowy znacznik (PN to specyficzne NP), ale umieszcza nowy znacznik w uniwersum *głównego DRS* (zawierający pośrednio *K'* i nie będący częścią, żadnego warunku złożonego). Warunek dodawany przez CR.PN dla nowego znacznika jest również umieszczany w głównym DRS'ie. Takie nietypowe działanie CR.PN (jedyna reguła dodająca znacznik poza bieżącym DRS'em) spowodowane jest faktem niewchodzenia przez PN w żadne relacje zasięgu – zawsze ma najszerszy zasięg. Rozwiązanie to ma charakter techniczny. Pewną podbudowę metodologiczną zapewnia dopiero teoria akomodacji presupozycji van der Sandta (rozdział 5.3.2). Jednakże w pełni to nietypowe zachowanie się znaczników PN można by było wyjaśnić analizują referencyjne NP (PN to zdecydowanie referencyjna NP) w sensie definicji stosowanej w niniejszej pracy. Niestety kwestia referencji w NP jest jedynie wzmiankowana w *DRT* (patrz rozdział 5.1.5).

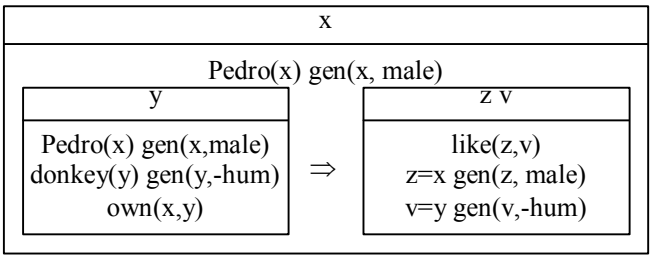
Kolejnym elementem wartym komentarza jest interpretacja PN przy pomocy predykatu. Kamp, akceptując poglądy Kripke'go [Kripke80] głoszącego, że imiona własne opierają swoje działanie na powiązaniu z referentem, które nie wypływa z deskryptywnej zawartości imienia, wprowadził rozwiązanie z predykatem jako tymczasowe. Podobnie, jak w analizie referencji (191)) postuluje wprowadzenie do *DRT* mechanizmu *zewnętrznego zakotwiczenia* (ang. *external anchor*) pomiędzy znacznikiem a obiektem z dziedziny interpretacji modelu. Jednakże działanie tego mechanizmu zostało jedynie zasygnalizowane. W niektórych wersjach *DRT* (np. [EijKam97, Muskens96]) imiona własne interpretowane są przy pomocy stałych.

Drugie zdanie dyskursu 177) analizowane jest w kontekście 'pozostawionym' przez pierwsze. Reguła CR.PRO zastosowana dla *he* odnajduje znacznik *x* jako możliwego poprzednika (zgadza się rodzaj *male* oraz *z* i *x* są w tym samym uniwersum). Powstaje jednak problem z ponowną aplikacją CR.PRO, tym razem do *it*. Pod względem rodzaju kandydatem jest *y*. Znacznik *y* jest jednak niedostępny. Nieformalnie, dostępne są znaczniki z bieżącego DRS oraz ze wszystkich zawierających bieżący DRS. W przypadku złożonego warunku w postaci implikacji na DRS'ach, dla znaczników z konkluzji, dodatkowo, są dostępne również znaczniki z DRS'a przesłanki[46].

Warunek złożony zbudowany przez zastosowanie operatora ¬ jest spełniony w.t.w., gdy nie istnieje podstawienie obiektów do znaczników w warunku, które spełniało by wszystkie warunki składowe *K'* (zagnieżdżonego DRS'a).

Uniwersalna interpretacja nieokreślonych NP w oślich zdaniach została zapewniona *DRT* za pomocą odpowiedniej definicji operatora implikacji działającego na DRS'ach np. dla zadania 167) otrzymujemy DRS na Rys. 5.1.2-6.

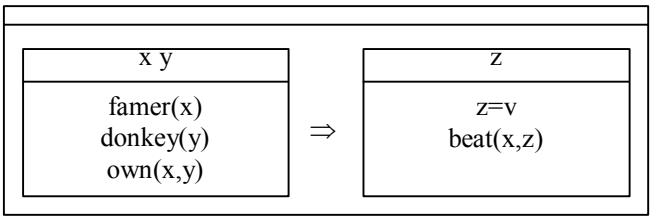
[46] Mechanicznie operację poszukiwania poprzednika można opisać: 'w lewo i do góry'.



Rys. 5.1.2-6 Interpretacja klasycznego warunkowego zdania oślego.

Reguła CR.COND [Kamp93:156] obsługująca konstrukcję warunkową tworzy warunek złożony, składający się z dwóch DRS'ów połączonych operatorem implikacji i umieszcza drzewa zdań składowych konstrukcji warunkowej odpowiednio: w DRS'ach stanowiących przesłankę i konkluzję implikacji. Jak już to było wspomniane, znaczniki z DRS'a przesłanki są dostępne dla znaczników z konkluzji (na dowolnym poziomie zagłębienia). U podstaw znaczenia warunku złożonego implikacji legła obserwacja, iż zdanie typu 167) oznacza, że dla dowolnych obiektów spełniających przesłankę musi być również spełniona konkluzja. Warunek złożony implikacji jest spełniony w.t.w., gdy dla każdego podstawienia, które spełnia warunki przesłanki (określonego na uniwersum przesłanki) istnieje rozszerzające je podstawienie (tzn. zachowujące wszystkie wartości już przypisane), które spełnia konkluzję. Konkluzja jest interpretowana w kontekście stwarzanym przez przesłankę.

Również za pomocą operatora ⇒ można[47] interpretować zdania typu 33) zawierające 'jawną' kwantyfikację uniwersalną (determinator *every*), np. dla zdania 33) otrzymujemy DRS na Rys. 5.1.2-7 (warunki rodzaju zostały pominięte – zgodnie z praktyką stosowaną w [Kamp93]).



Rys. 5.1.2-7 Interpretacja konstrukcji z determinatorem *every*.

DRS na Rys. 5.1.2-7 został stworzony z 33) przy pomocy reguł CR.EVERY (poniżej), CR.NR, CR.ID oraz CR.LIN.

Def. 5.1.2-4 Reguła CR.EVERY

- aktywująca konfiguracja $\gamma \subseteq \eta \in Con_K$: S(NP(gen=β DET(*every*) N) VP') lub VP(V NP(gen=β DET(*every*) N)),
- wybierz odpowiedniego poprzednika *v*: *v* musi być *dostępny* oraz gen(*v*)=β
- dodaj do Con_K: nowy warunek $K_1 \Rightarrow K_2$, gdzie $K_1=K_2=\langle\{\},\{\}\rangle$
- dodaj do U_{K1}: nowy znacznik *u*
- dodaj do Con_{K1}: nowy warunek: [N](u), gen(u)=β
- dodaj do Con_{K2}: nowy warunek γ' gdzie
- γ' powstaje z η poprzez zastąpienie `NP(gen=β DET(every) N)` przez *u*
- usuń η z Con_K

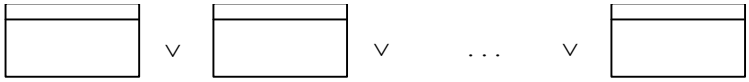
[47] W jednym z następnych podrozdziałów przedstawione zostanie alternatywne podejście wynikające ze sposobu opisu typowych kwantyfikatorów uogólnionych.

CR.EVERY tworzy warunek złożony implikacji i dzieli zdanie na *restrykcję* kwantyfikatora (reprezentacja NP, w której znajduje się *every*) oraz na *ciało* (reszta zdania). Uniwersalna interpretacja znaczników w implikacji daje oczekiwane znaczenie. Warto zwrócić uwagę, że tworzony nowy znacznik jest umieszczany w przesłance, co ogranicza jego dostępność i wyjaśnia niepoprawność następującego dyskursu:

*178) *Every farmer*[1] *who owns a donkey*[2] *beats it*$_2$*. He*$_1$ *smiles.*

Następnie (po CR.EVERY, Rys. 5.1.2-7) stosowana jest reguła CR.NRC, obsługująca NP modyfikowaną zdaniem względnym (*relative clause*=RC) i aktywowana konfiguracją o schemacie `N(u)( N1 RC )`. CR.NRC podstawia *u* we wszystkie miejsca w RC, gdzie występuje odwołanie do modyfikowanej NP (ang. *gaps*) oraz dodaje warunek `[N1](u)`. Wszystkie warunki są dodawane przez CR.NRC do bieżącego DRS'a (czyli w rozważanym przykładzie do restrykcji kwantyfikatora).

Również spójnik zdaniowy *or* jest interpretowany poprzez zagnieżdżanie DRS'ów (niektóre 'niezdaniowe' użycia *or* są także sprowadzane do semantycznej alternatywy zdaniowej). *DRT* wprowadza operator $\vee$ łączący DRS'y i tworzący złożony warunek:



Warunek utworzony przez $\vee$ jest spełniony w.t.w., gdy podstawienie określone dla znaczników głównego DRS'a może być rozszerzone tak, aby był spełniony dowolny z DRS'ów połączonych operatorem. Mimo istniejących kilku problematycznych kontrprzykładów [Kamp93:185-190], przyjęta została ogólna zasada braku wzajemnej dostępności znaczników należących uniwersów połączonych DRS'ów.

5.1.3. Formalna definicja

Formalna definicja podstawowej wersji *DRT* (tzn. takiej, dla której jest zdefiniowana procedura translacji na język LP [Kamp93:126]) obejmuje definicję języka DRS, pojęcia dostępności i algorytmu konstrukcji DRS'ów (definicje tu prezentowane opierają się głównie na [Kamp93] z pewnymi uproszczeniami notacyjnymi z [Fracas94]).

Def. 5.1.3-1 Składnia języka DRS

Słownik języka DRS składa się z:

- zbioru *Ref* znaczników dyskursu,
- zbioru *Pred* stałych predykatywnych (symboli predykatywnych),
- zbioru *Sym* symboli logicznych $\{=,\neg, \Rightarrow, \vee, ...\}$.

Struktury DRS i warunki DRS są zdefiniowane rekursywnie następująco:

i) Jeżeli $U \in Ref$, U może być pusty, oraz *CON* jest zbiorem *warunków*, *CON* może być pusty, to $\langle U, CON \rangle$ jest DRS'em, gdzie U będzie nazywany uniwersum DRS.

ii) Jeżeli $x_i, x_j \in Ref$, to $x_i = x_j$ jest warunkiem.

iii) Jeżeli P jest n-argumentowym symbolem predykatywnym takim, że $P \in Pred$ oraz $x_1,...,x_n \in Ref$, to $P(x_1,...,x_n)$ jest warunkiem.

iv) Jeżeli K jest DRS'em, to $\neg K$ jest warunkiem.

v) Jeżeli K_1 i K_2 są DRS'ami, to $K_1 \Rightarrow K_2$ jest warunkiem.

vi) Jeżeli $K_1,...,K_n$ są DRS'ami, to $K_1 \vee ... \vee K_n$ jest warunkiem.

Powyższa definicja struktur DRS nie gwarantuje jeszcze odpowiedniego powiązania pomiędzy znacznikami należącymi do uniwersum danego DRS a jego warunkami. Aby powiązanie takie zdefiniować, konieczne jest wprowadzenie dwóch dalszych pojęć.

Def. 5.1.3-2 Wolny znacznik

i) Znacznik z jest wolny w DRS K w.t.w., gdy jest wolny w dowolnym z warunków należących do Con_K (zbiorze warunków K) oraz $z \notin U_K$ (uniwersum K).

ii) Jeżeli γ jest warunkiem oraz *z* jest znacznikiem dyskursu, to *z* jest wolny w γ w.t.w., gdy *z* występuje w warunku γ (jest identyczny z jednym z termów).

Def. 5.1.3-3 Właściwy DRS

DRS *K* jest *właściwy* w.t.w., gdy żaden znacznik w U_K nie jest wolny.

Pojedynczy DRS *K* może być postrzegany jako swoisty model 'częściowy' informacji komunikowanej w pewnym dyskursie [Fracas94:18]. *K* jest prawdziwy wtedy gdy *K* może być *osadzony* (ang. *embedded*) w modelu 'całkowitym' (całej rzeczywistości) w taki sposób, że znaczniki U_K są odwzorowywane na obiekty z dziedziny interpretacji modelu i w efekcie tego odwzorowania warunki z Con_K są spełnione. Pojęcie *osadzania*, technicznie tożsame z częściowym wartościowanie, podkreśla autonomiczność rolę struktur DRS jako opisu znaczenia dyskursu. Znaczenie każdego ze zdań danego dyskursu w *DRT* nie sprowadza się jedynie do warunków prawdziwości DRS'a otrzymywanego w wyniku interpretacji tego zdania. Istotną częścią znaczenia są możliwości otwierane przez dany DRS (kontekst) dla interpretacji kolejnych zdań dyskursu. Warunki określające dopuszczalne powiązania pomiędzy znacznikami (modelujące własności anafory) są zdefiniowane w *DRT* w oparciu o strukturę DRS'ów. Podejście to jest zasadniczo odmienne od gramatyki Montague, gdzie pośrednia reprezentacja znaczenia w postaci wyrażeń logiki intensjonalnej była tylko narzędziem prezentacji i mogła być pominięta.[48]

Modelem *DRT* jest para $\langle Uv, I \rangle$, gdzie *Uv* to dziedzina interpretacji (nieskończony zbiór obiektów) oraz *I* funkcja interpretująca (w skrócie interpretacja), która każdemu symbolowi predykatywnemu z *Pred* przypisuje element $\wp(Uv^n)$, odpowiednio do ilości argumentów symbolu.

Def. 5.1.3-4 Semantyka języka DRS

Niech *M* będzie dowolnym modelem *DRT*, *K* właściwym DRS, γ dowolnym warunkiem i *f funkcją osadzającą K* w modelu, gdzie przez funkcję osadzającą rozumiemy:

- funkcję częściową z *Ref* w *Uv* taką, że dla każdego $x \in U_K$ *f* jest określona.

Niech zapis $f[U_K]g$, gdzie *g* to również pewna funkcja osadzająca, oznacza (poprzez analogię do konwencji wprowadzonej w rozdziale 1.2), że *g* rozszerza *f* odnośnie wszystkich znaczników z U_K.

(i) *f* spełnia DRS *K* w modelu *M*, co zapisujemy $\models_{M,f} K$, w.t.w., gdy dla każdego $con_i \in Con_K$ mamy $\models_{M,f} con_i$.

Spełnianie warunków przez *f* w modelu *M* zostało zdefiniowane następująco:
(ii) $\models_{M,f} x_i = x_j$ w.t.w., gdy $f(x_i)=f(x_j)$.
(iii) $\models_{M,f} P(x_1,...,x_n)$ w.t.w., gdy $\langle f(x_1),...,f(x_n)\rangle \in I(P)$.
(iv) $\models_{M,f} \neg K_1$ w.t.w., gdy nie istnieje *g* takie, że $f[U_{K1}]g$ i $\models_{M,g} K_1$
(v) $\models_{M,f} K_1 \Rightarrow K_2$ w.t.w., gdy dla każdego *g* takiego, że $f[U_{K1}]g$ oraz $\models_{M,g} K_1$, istnieje *h* takie, że $g[U_{K2}]h$ oraz $\models_{M,h} K_2$.
(vi) $\models_{M,f} K_1 \vee K_2$ w.t.w., gdy istnieje *g* takie, że $f[U_{K1}]g$ oraz $\models_{M,g} K_1$ lub istnieje *h* takie, że $f[U_{K2}]h$.

Def. 5.1.3-5 Prawdziwość DRS

Niech *K* będzie właściwym DRS. *K* jest prawdziwy w modelu *M* w.t.w., gdy istnieje funkcja osadzająca *f* taka, że $\models_{M,f} K$.

[48] Składnia i semantyka opisane są za pomocą dwóch homomorficznych algebr. Wyrażenia języka naturalnego mogą być w gramatyce Montague tłumaczone bezpośrednio do struktur w modelu [Dowty79].

Definicja prawdziwości przybiera kształt analogiczny jak w LP. Sformułowane na jej bazie definicje tautologii i logicznej konsekwencji są identyczne jak w LP[49] [Kamp93:115]. W tym drugim przypadku jest to pewnym uproszczeniem. Definicja 'klasyczna' jest *statyczna* – dotyczy zbioru DRS'ów. Nie uwzględnia możliwości interpretacji kolejnego DRS'a w kontekście ustalonym przez sekwencję DRS'y go poprzedzających. Nie uwzględnia tym samym tej części znaczenie w *DRT*, która wyraża dynamiczne zmiany w kontekście interpretacji. Problemem jednak jest nie treść definicji konsekwencji a brak możliwości analizy ciągu powiązanych DRS'ów w podstawowym *DRT*. Oznacza to, że brak jest kompozycyjności również na poziomie analizy całego dyskursu. Dla całego dyskursu tworzony jest bowiem inkrementacyjnie jeden wspólny DRS. Pojęcie dynamicznej logicznej konsekwencji jest możliwe do sformułowania dopiero w kompozycyjnych wersjach *DRT* (rozdział 5.2). Umożliwia ono analizę spójności ciągu poszczególnych fragmentów dyskursu.

W regule CR.PRON pojawia się pojęcie *dostępności* znacznika, z którym jest wiązany (poprzez warunek identyczności wartościowania) nowo wprowadzony znacznik. Dostępność jest formalizowana jako relacja pomiędzy warunkiem DSR a znacznikiem x (inaczej znacznik x jest dostępny z K) w oparciu o strukturę DRS'a (a nie w oparciu o interpretację DRS'a w modelu!):

Def. 5.1.3-6 Zależność DRS'ów [Kamp93:154]

(i) K_1 jest *bezpośrednio zależny* (ang. *immediately subordinate*) od K_2 w.t.w., gdy
- Con_{K2} zawiera warunek $\neg K_1$; albo
- Con_{K2} zawiera warunek postaci $K_1 \Rightarrow K_3$ lub postaci $K_3 \Rightarrow K_1$ dla pewnego DRS K_3; albo
- Con_{K2} zawiera warunek postaci $K'_1 \vee ... \vee K'_n$ oraz dla pewnego $i \leq n$ $K_1 = K'_n$.

(ii) K_1 jest *zależny* od K_2 w.t.w., gdy
- K_1 jest bezpośrednio zależny od K_2; albo
- istnieje K_3 taki, że K_3 jest zależny od K_2 i K_1 jest bezpośrednio zależny od K_3.

(iii) K_1 jest *słabo zależny* od K_2 w.t.w., gdy albo $K_1 = K_2$ albo K_1 jest *zależny* od K_2. Słaba zależność jest oznaczana przez $K_1 \leq K_2$.

Def. 5.1.3-7 Dostępność [Kamp93:155,193]

Niech K jest DRS'em, x znacznikiem dyskursu i γ jest warunkiem. Mówimy, że *x jest dostępny z γ w K* jeżeli $x \in U_{K1}$, gdzie:
(i) $K_1 \leq K$ oraz
(ii) dla pewnego K_2, γ pojawia się w Con_{K2} i albo:
- $K_2 \leq K_1$; albo
- istnieją DRS'y K_3 i $K_4 \leq K$ takie, że warunek $K_1 \Rightarrow K_3$ należy do Con_{K4} i $K_2 \leq K_3$.

Warto tu zauważyć, że CR.PRON tworzy powiązanie zawsze w oparciu o dostępny znacznik (z pozycji konstruowanego warunku) i odpowiedni dostępny znacznik musi istnieć, aby CR.PRON stworzyła wyjściowy DRS. Mamy tu do czynienia z ukrytą presupozycją istnienia odpowiedniego znacznika. W przypadku jego braku nie powstaje żaden DRS! Znaczenie dyskursu jest nieokreślone!

Szkielet algorytmu konstrukcji DRS może być opisany następująco [Kamp93:86]:

Def. 5.1.3-8 Schemat algorytmu konstrukcji DRS

Wejście: dyskurs będący sekwencja zdań: $S_1,...S_n$.
Utwórz pusty DRS początkowy K_0.
Dla kolejnych zdań (drzew) $S_1,...S_n$ powtarzaj:

[49] Czyli K_{n+1} jest logiczną konsekwencją innych n DRS'ów jeżeli jest prawdziwy w tych samych modelach.

(i) dodaj warunek [S_i] zawierający analizę syntaktyczną S_i (zapisaną w postaci drzewa derywacji zgodnego z przyjętą w *DRT* prostą gramatyką frazową) do warunków K_{i-1}; nazwij otrzymany DRS K^*_i,

(ii) powtarzaj stosowanie reguł *DRT* do każdego *redukowalnego* warunku K^*_i dopóki istnieje redukowalny warunek w K^*_i; nazwij DRS powstały z K^*_i i zawierający jedynie nieredukowalne warunki K_i.

Znacznik DRS jest *redukowalny* w.t.w., gdy zawiera przynajmniej jedną konfigurację aktywującą dowolnej z reguł *DRT*.

Jeżeli konfiguracje reguł 'pokrywają' struktury generowane przez gramatykę, to algorytm wytworzy DRS dla dowolnego dyskursu. Wyjątkiem jest reguła CR.PRON, której działanie w wypadku braku poprzedników jest nieokreślone. Możliwość ta jest pominięta zarówno w samej regule jak i algorytmie. Nie jest to kwestia braku spójności w informacji komunikowanej w dyskursie – wtedy nie istnieje funkcja osadzająca spełniająca DRS i jest on fałszywy.

Kolejną interesującą cechą algorytmu jest podwójny niedeterminizm. Pierwszą trywialną przyczyną są niejednoznaczności syntaktyczne zdań dyskursu. Drugą jest brak rozstrzygnięcia w kwestii kolejności stosowania reguł w przypadku gdy konfiguracje aktywujące kilku są spełnione w tym samym momencie (niekoniecznie dla tego samego warunku). Zabieg ten został wprowadzony celowo [Kamp93:88]– umożliwia modelowanie zjawiska niejednoznaczności semantycznej (np. zasięg w zdaniach z wieloma NP). Dodatkowo w *DRT* rozszerzonym o konstrukcje z mnogimi NP, tzw. DRT_{Plur}, pojawią się *opcjonalne reguły*, których zastosowanie jest warunkowane dodatkowymi regułami wnioskowania.

Natomiast, jednoznacznie *DRT* rozstrzyga kwestię, do której z konfiguracji aktywujących należy zastosować w danym momencie daną regułę, jeżeli występuje w warunku więcej niż jedna. Wybierana jest tzw. *highest triggering configuration* czyli ta, której najwyższy węzeł (najbliżej korzenia drzewa w warunku) dominuje nad najwyższymi węzłami pozostałych konfiguracji [Kamp93:87]. Teoretycznie prawdopodobna sytuacja występowania dwóch aktywnych konfiguracji aktywujących na tym samym poziomie drzewa w warunku jest możliwa do uniknięcia przy odpowiedniej konstrukcji reguł *DRT*.

Dla podstawowego *DRT* istnieje jednoznaczna, formalnie zdefiniowana, procedura translacji do LP (np. [Kamp93:126]): znaczniki poza warunkiem złożonym $\Rightarrow$ są konwertowane do zmiennych indywiduowych kwantyfikowanych egzystencjalnie, znaczniki z uniwersum przesłanki warunku $\Rightarrow$ stają się zmiennymi kwantyfikowanymi uniwersalnie, warunki proste stają się predykatami, warunki łączone są koniunkcją oraz dostępność jest modelowana poprzez mechanizm zasięgu kwantyfikatora.

Łatwo w tym momencie zauważyć, że operatory *DRT*: '$\Rightarrow$' i '$\vee$', mogą być wyrażone poprzez zastosowanie odpowiedniej kombinacji złożonych warunków z $\neg$ (łącznie z regułami dostępności i uniwersalnej interpretacji $\Rightarrow$) [EijKam97:13].

5.1.4. Kwantyfikacja i liczba mnoga

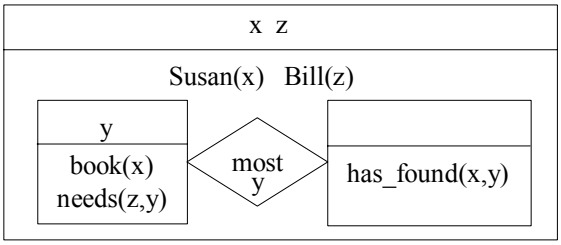
Podstawowe *DRT* (czyli zapewniające translację do LP) nie obejmuje wielu istotnych aspektów znaczenia NP. Ich interpretacja wymaga wprowadzenia wielu rozszerzeń podstawowego *DRT*. W niniejszym podrozdziale rozważymy rozszerzenia składające się na DRT_{Plur} (wprowadzone w [Kamp93]), które wiążą się głównie z kwestią reprezentacji uwarunkowań liczebnościowych. Zagadnieniom, interpretacji referencyjnego, generycznego czy też 'predykatywnego' użycia NP, jest poświęcony następny podrozdział.

Rozszerzenia związane z mnogimi NP wymusiły zmianę modelu interpretacji DRS'ów. Zanim przejdziemy do szczegółów jego konstrukcji warto przeanalizować w intuicyjnej notacji graficznej kilka przykładów obrazujących idee leżące u podstaw modelu w DRT_{Plur}.

Podstawowe *DRT* bazuje na pojęciach – analogach do klasycznej kwantyfikacji w LP. Naturalnym rozszerzeniem jest wprowadzenie dodatkowej konstrukcji warunku złożonego wyrażającego kwantyfikator uogólniony. Rozważmy proste zdanie [Kamp93:310]:

179) Susan has found most books which Bill needs.

Interpretacją dyskursu 179) jest DRS na Rys. 5.1.4-1.



Rys. 5.1.4-1 Warunek złożony wyrażający kwantyfikator uogólniony.

Reprezentacją kwantyfikatora uogólnionego *most* jest na Rys. 5.1.4-1 pierwszy od góry warunek złożony. Jego znaczenie to relacja na zbiorach obiektów (formalna definicja dalej), które mogą być przypisane do znacznika wskazanego w warunku: zbioru wyznaczonego przez restrykcję (lewa cześć warunku) i zbioru wyznaczonego przez restrykcję i zasięg (obie części).

Warunek dwuczęściowy generowany jest wyniku reguły CR.NP[Quant=+]. Jej konfiguracja aktywująca sprawdza obecność w NP determinatora oznaczonego w gramatyce atrybutem *Quant*=+. Do determinatorów tego typu zostały zaliczone [Kamp93]: *most*, *many*, *few*, *no*, *all*, *at least/at most* NUM, *every*. Należy tu podkreślić, że w myśl pojęć wprowadzonych wcześniej w pracy interpretacja ta ma charakter wyłącznie dystrybutywny. Wprowadzane są znaczniki, którym funkcja osadzająca przypisuje pojedyncze obiekty.

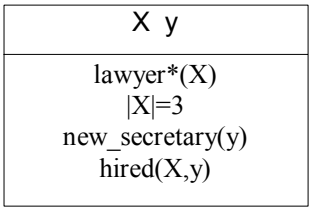
Kolektywnie natomiast są traktowane determinatory oznaczone jako:

- *Quant=ind* np. *a*, *some*, *several*, NUM, pusty determinator (w *bare plurals*) oznaczany przez ∅,
- *Quant=def* z jedynym reprezentantem *the*.

NP z determinatorami tych dwóch ostatnich typów wprowadzają znacznik zbiorowy oznaczany dużą literą (reguły CR.NP[Quant=ind,Num=plur] i CR.NP[Quant=def,Num=plur], różniące się tylko miejscem wprowadzania znacznika, określona zawsze do głównego DRS) [Kamp93:337]. Rozważmy przykład poniższego zdania [Kamp93:327]:

180) Three lawyers hired a new secretary.

180) otrzymuje reprezentację przedstawioną na Rys. 5.1.4-2:



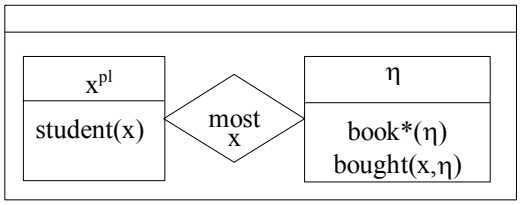
Rys. 5.1.4-2 Znaczniki reprezentujące zbiory obiektów.

Jak już to było wspomniane, znacznik oznaczony dużą literą reprezentuje zbiór, natomiast działanie determinatora sprowadza się do warunku określającego liczebność zbioru przypisanego do znacznika. Symbol * w nazwie predykatu oznacza, że jego działanie zostało ‘poszerzone’ o relację na zbiorach obiektów (takich, że każdy element tego zbioru spełnia pierwotną relację). Determinator, używając tu określania van der Doesa [Does96], otrzymuje interpretację *przymiotnikową*, nie jest kwantyfikatorem uogólnionym. Wymaga to dodatkowych zabiegów, aby uzyskać ewidentnie obecną w 180) niejednoznaczność pomiędzy kolektywną a dystrybutywną interpretacją *three lawyers*.

W DRT_{Plur} został wprowadzony jeszcze trzeci typ znaczników nazwanych *znacznikami neutralnymi* (*neutral discourse referents* [Kamp93:331]). Są one oznaczane greckimi literami, i wykorzystywane w interpretacji NP o odmianie neutralnej. Zakres jednak konstrukcji, w których odmiana neutralna jest identyfikowana w DRT_{Plur} jest znacznie ograniczony w stosunku do systemu *CNDM* van der Doesa np. interpretacja neutralna jest konsekwentnie pomijana dla wszystkich determinatorów z wyjątkiem pustego (*bare plurals*). Rozważmy przykład zdania 181):

181) Most students bought books.

W jedynej identyfikowanej przez DRT_{Plur} interpretacji zdania 181) każdy z wyróżnionej większości studentów mógł kupić kilka książek, ale równie dobrze tylko jedną. Znaczenie to opisuje DRS na Rys. 5.1.4-3:



Rys. 5.1.4-3 Znaczniki neutralne ze względu na rozróżnienie indywidualny / zbiorowy.

W DRS'ie na Rys. 5.1.4-3, znacznik η reprezentuje, w zależności od obiektu przypisanego do znacznika *x*, albo pojedynczy obiekt (sytuacja, w której pewien student kupuje tylko jedną książkę) lub zbiór obiektów (w przypadku zakupu większej ilości książek). Funkcja osadzająca przypisuje znacznikom neutralnym albo wartości *atomowe* (pojedyncze obiekty) albo nieatomowe (zbiory obiektów). Symbol *pl* w indeksie górnym znacznika *x* określa jego dodatkową własność możliwości tworzenia powiązań anaforycznych z mnogimi zaimkami tzw. *łańcuchy zależności*. Do analizy tego mechanizmu wrócimy w dalszej części tego podrozdziału.

W momencie wprowadzenia zbiorów jako wartości znaczników oraz predykatów określających relacje na zbiorach, model 'pierwszego rzędu' przestał być adekwatnym narzędziem do definicji interpretacji języka DRS. Kształt jednak potrzebnego modelu 'wyższego rzędu' nie jest jednoznaczny. Pojawia się wiele wątpliwości natury technicznej bądź ontologicznej. Pozostając na gruncie klasycznej teorii zbiorów (opartej na teorii Zermello-Fraenkela) najprostszym wyjściem byłoby podzielenie znaczników na dwa typy: atomowych, którym przypisujemy obiekty i zbiorowych, którym przypisujemy zbiory obiektów. Niestety klasyczna teoria zbiorów wprowadza ścisłe rozróżnienie pomiędzy elementem zbioru a zbiorem. Nie byłoby by praktycznie żadnej możliwości umieszczenia w takim modelu interpretacji chociażby znaczników neutralnych.

Kolejne możliwe rozwiązanie to, w stylu van der Doesa, zrezygnować w ogóle z przypisywania znacznikom pojedynczych obiektów i interpretować znaczniki atomowe jako reprezentujące zbiory jednoelementowe. Tu jednak pojawiają się problemy natury ontologicznej. Nic nie przemawia za tym, aby w semantyce języka naturalnego było rozróżnienie pomiędzy obiektem, a zbiorem jednoelementowym [Kamp93:399-401]. Naturalnym wydaje się, że reprezentacją pojedynczych NP jest obiekt a nie zbiór jednoelementowy. Również pomiędzy wartościami przypisywanymi do znaczników neutralnych oczekujemy raczej pojedynczych obiektów a nie zbiorów jednoelementowych.

Model w DRT_{Plur} został oparty na trzecim możliwym rozwiązaniu, zaproponowanym przez Linka [Link83] - oparciu go nie na klasycznej teorii zbiorów a na *teorii kolekcji*, będącej kratą określonego rodzaju. Teoria kolekcji tak sformułowana ma kilka bardzo interesujących cech. Nie wprowadza rozróżnienia pomiędzy obiektem a zbiorem jednoelementowym (zamiast nich jest jeden byt posiadający cechy obojga), jest izormoficzna do systemu relacyjnego $\langle \wp(Uv), \subseteq \rangle$ (gdzie Uv to dziedzina interpretacji a $\subseteq$ to relacja zawierania się zbiorów) oraz może być dobrym punktem wyjścia do konstrukcji opisu NP reprezentujących masy i substancje (denotacji, których nie można rozdzielić na atomowe elementy) [Bosvel98].

Kolekcja w modelu DRT_{Plur} to element kraty, której własności określają poniższe definicje:

Def. 5.1.4-1 ***Upper semilattice***

Upper semilattice to $A = \langle A, \subset \rangle$, gdzie A – zbiór elementów, $\subset$ porządek częściowy na A, taki, że dla dowolnych $a,b,c \in A$:

(A1) $a \subset a$

(A2) $a \subset b \ \& \ b \subset c \rightarrow a \subset c$

(A3) $a \subset b \ \& \ b \subset a \rightarrow a = b$

(A4) $(\exists c \in A)\ (a \subset c \ \& \ b \subset c \ \& \ (\forall d \in A)\ ((a \subset d \ \& \ b \subset d) \rightarrow c \subset d)$

Def. 5.1.4-2 Suma elementów

Niech $A = \langle A,\subset\rangle$ to *upper semilattice*. Dla każdego $a,b \in A$ element c reprezentowany przez $a \oplus b$ jest unikalny i spełnia następujące warunki:

i) $a \subset c$

ii) $b \subset c$

iii) $(\forall d)\ (a \subset d \ \&\ b \subset d \rightarrow c \subset d)$

Def. 5.1.4-3 Supremum *upper semilattice*

Niech $A = \langle A,\subset\rangle$ to *upper semilattice* i B to podzbiór A. Element b nazywamy *supremum* B (oznaczany $\oplus B$) w.t.w., gdy:

$(\forall x \in B)\ (x \subset b)$ oraz $(\forall d \in A)\ (((\forall x \in B)\ x \subset d) \rightarrow b \subset d)$

Def. 5.1.4-4 Podstawowe własności *upper semilattice*

i) *Upper semilattice* $\langle A,\subset\rangle$ jest *kompletna* w.t.w., gdy dla wszystkich $X \subseteq A$ istnieje supremum $\oplus X$.

ii) Jeżeli a jest 'największym' elementem A (tzn. dla każdego $x \in A$, $x \subset a$), to jest nazywany *jedynką* A i jest oznaczony przez 1_A.

iii) Jeżeli a jest najmniejszym elementem A (tzn. dla każdego $x \in A$, $a \subset x$) wtedy a jest nazywane *zerem* A i jest oznaczane przez 0_A.

iv) *Atom* A to każdy element $a \neq 0_A$ taki, że $(\forall x \in A)\ (x \subset a \rightarrow (x = a \vee x = 0_A))$:
- niech predykat *at*(a) określony dla $a \in A$ jest spełniony w.t.w., gdy *a* jest atomem,
- niech predykat *non-at*(a) określony dla $a \in A$ jest spełniony w.t.w., gdy *a* nie jest atomem.

v) *A* nazywamy *atomową* jeżeli dla dowolnych a i $b \in A$ takich, że $a \not\subset b$ istnieje atom c taki, że $c \subset a$ i $c \not\subset b$.

vi) *A* nazywamy *wolną* jeżeli dla wszystkich $a \in A$, $X \subseteq A$

$$at(a)\ \&\ a \subset \oplus X \rightarrow (\exists b \in X)\ a \subset b.$$

Struktura *upper semilattice*, zdefiniowana jak wyżej, została przyjęta jako jądro modelu DRT_{Plur}, gdzie dziedzina interpretacji kraty jest również dziedziną interpretacji modelu DRT_{Plur} a relacja $\subset$, interpretowana jako relacja „bycia częścią", zostaje włączona do modelu. Elementy dziedziny interpretacji, a tym samym kraty, są utożsamiane z kolekcjami obiektów (w szczególności mogą to być atomy kraty czyli pojedyncze obiekty). Operacja $\oplus$ jest utożsamiana z łączeniem dwóch kolekcji w jedną. Formalna definicja modelu jest podana poniżej.

Składnia DRT_{Plur}, rozszerzona w stosunku do podstawowego *DRT* (Def. 5.1.3-1), została zdefiniowana następująco:

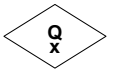
Def. 5.1.4-5 Składnia języka DRS w DRT_{Plur}

Słownik języka DRS_{Plur} składa się z:
- zbioru *Ref* znaczników dyskursu,
- zbioru *Pred* stałych predykatywnych (symboli predykatywnych),
- zbioru *Sym* symboli logicznych $\{=,\neg, \Rightarrow, \vee, ...\}$ oraz z
- zbioru *Quant* symboli kwantyfikatorów[50].

Struktury DRS i warunki DRS są zdefiniowane rekursywnie następująco:

i) Punkty i)-vi) z Def. 5.1.3-1 (składnia podstawowego *DRT*) pozostają niezmienione.

[50] W DRT_{Plur} do słownika należy również zbiór nazw własnych [Kamp93:425], wyodrębniony, ze względu na pogłębioną analizę, ze zbioru *Pred*. Ponieważ do zagadnienia tego przejdziemy w następnym podrozdziale w związku z referencją, tutaj zostało to wyodrębnienie pominięte.

(vii) Jeżeli $x \in Ref$, to $at(x)$ jest warunkiem.
(viii) Jeżeli $x \in Ref$, to $non\text{-}at(x)$ jest warunkiem.
(ix) Jeżeli $x, y_1,...,y_n \in Ref$, gdzie $n \geq 2$, to $x = y_1 \oplus ... \oplus y_n$ jest warunkiem.
(x) Jeżeli $x,z \in Ref$ oraz K jest DRS'em, to $x = \sum z\ K$ jest warunkiem.
(xi) Jeżeli $x \in Ref$ oraz $v \in \mathbf{Nat}$, to $|x| = v$ jest warunkiem.
(xii) Jeżeli $x,z \in Ref$, to $x \in y$ jest warunkiem.
(xiii) Jeżeli K_1 i K_2 są DRS'ami, to 

jest warunkiem.

Powyższa definicja nie wprowadza rozróżnienia na trzy typy znaczników, które występowało w analizowanych dotychczas przykładach. Rozróżnienie to, poprzez trzy różne sposoby oznaczania znaczników, zostało wprowadzone jako skrót notacyjny:

Def. 5.1.4-6 Skróty notacyjne stosowane w DRT_{Plur}

Niech K to pewien DRS.
(i) Nazwa znacznika pisana w K małą literą, np. x, jest skrótem oznaczającym, że $x \in U_K$ oraz $at(x) \in Con_K$.
(ii) Nazwa znacznika pisana w K dużą literą, np. X, jest skrótem oznaczającym, że $X \in U_K$ oraz $non\text{-}at(X) \in Con_K$.
(iii) Nazwa znacznika zapisywana grecką literą, np. η, jest skrótem oznaczającym, że $\eta \in U_K$ oraz, że ani $at(x) \notin Con_K$, ani $non\text{-}at(x) \notin Con_K$.

Zgodnie z wprowadzonymi powyżej skrótami notacyjnymi, znaczniki pisane małymi literami będziemy nazywać *znacznikami atomowymi*, znaczniki pisane dużymi literami *znacznikami zbiorowymi*, natomiast znaczniki 'typu' trzeciego (bez szczegółowej charakterystyki) *znacznikami neutralnymi*.

W Def. 5.1.4-5 punkty (vii) i (viii) przenoszą bezpośrednio do języka DRS własności kraty (są jednak one później ukrywane poprzez skróty). Punkty (ix) i (x) wprowadzają operację konstrukcji nowego znacznika na podstawie znacznika już istniejącego: (ix) to operacja sumy (ang. *summation*) (interpretowana jako operacja sumy w kracie), natomiast (x) to operacja abstrahowania kolekcji (ang. *abstraction*) na podstawie własności opisanych DRS'em. Punkty (xi) i (xiii) ujawniają występującą w DRT_{Plur} dwoistość w sposobie wyrażania uwarunkowań liczebnościowych. Konstrukcja w (xiii) wyraża kwantyfikatora uogólniony typu kwantyfikatorowego $\langle 1,1 \rangle$, dyskutowany wcześniej w pracy (rozdział 4.3.1). Również konstrukcja (xi) określa liczebność kolekcji obiektów, ale, tym razem, bez odwoływania się do pojęcia kwantyfikatora uogólnionego. Punkt (xiii) nie jest do końca precyzyjny, jak to wynika z przyjętej interpretacji, konstrukcja (xiii) jest poprawna tylko wtedy gdy znacznik jest znacznikiem atomowym (tzn. pisany jest w DRS małą literą, co oznacza nałożenie obowiązkowego warunku bycia atomem). Używanie w konstrukcjach typu (xiii) zawsze atomowego znacznika jest zagwarantowane odpowiednią regułą konstrukcyjną (CR.NP[Quant=+]). Operator liczebności, punkt (xi), z kolei, jest stosowany w DRS'ach wyłącznie do znaczników zbiorowych wprowadzonych przez reguły CR.NP[Quant=ind,Num=plur] i CR.NP[Quant=def,Num=plur]. Tym samym rozróżnienia notacyjne przestają być tylko skrótem notacyjnym a zaczynają nabierać charakteru rozróżnienia typu znacznika. Komplikuje to znacznie język DRS w DRT_{Plur}, wymuszając wprowadzenie swoistych 'procedur konwersji typu' pomiędzy znacznikami (np. wprowadzany jest nowy znacznik zbiorowy na podstawie istniejącego znacznika atomowego – konstrukcja (x)). Ze zjawiskiem tym mamy do czynienia także np. w przypadku odwołania się poprzez mnogi zaimek (reprezentowany jako znacznik zbiorowy) do znacznika wprowadzonego w konstrukcji (xiii), czy też w przypadku użycia NP z liczebnikiem w odmianie dystrybutywnej (wprowadzony początkowo znacznika zbiorowy trzeba następnie 'dystrybuować' poprzez znacznik atomowy i odpowiedni warunek typu (xiii)).

Def. 5.1.4-7 Model DRT_{Plur}

Modelem dla DRT_{Plur} jest $\langle U, I_P, I_Q \rangle$, gdzie:

i) $U = \langle Uv, \subset \rangle$ - to kompletna, wolna, atomowa *upper semilattice* określona na nieskończonym zbiorze Uv.

ii) I_P – to interpretacja symboli predykatywnych z *Pred*: $Pred \rightarrow \wp(Uv^n)$, odpowiednio do ilości argumentów symbolu,

iii) I_Q – to interpretacja symboli kwantyfikatorów: I_Q przypisuje każdemu elementowi z *Quant* kwantyfikator typu kwantyfikatorowego ⟨1,1⟩, którego dziedziną jest zbiór wszystkich atomów[51] w Uv.

Def. 5.1.4-8 Semantyka języka DRS w DRT_{Plur}

Niech M będzie dowolnym modelem DRT_{Plur}, K właściwym DRS, γ dowolnym warunkiem i f będzie *funkcją osadzającą K* w modelu, gdzie przez funkcję osadzającą rozumiemy:

- funkcję częściową z *Ref* w Uv taką, że dla każdego $x \in U_K$ f jest określona.

i) punkty (i)-(vi) są identyczne jak podstawowym *DRT* (Def. 5.1.3-4) z dokładnością do zmienionego modelu i funkcji osadzającej.

vii) $\models_{M,f} at(x)$ w.t.w., gdy $at_U(f(x))$, gdzie U w indeksie dolnym oznacza operację zdefiniowaną w kracie U.

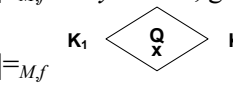
viii) $\models_{M,f} non\text{-}at(x)$ w.t.w., gdy $non\text{-}at_U(f(x))$.

ix) $\models_{M,f} x = y_1 \oplus ... \oplus y_n$ w.t.w., gdy $f(x) = f(y_1) \oplus_U ... \oplus_U f(y_n)$.

x) $\models_{M,f} x = \sum z\ K$ w.t.w., gdy $f(x) = \oplus_U \{ b : b \in Uv \ \&\ \exists g.(f[z/b]g \ \&\ \models_{M,g} K) \}$, gdzie zapis ten oznacza sumę kraty U po wszystkich b spełniających K.

xi) $\models_{M,f} |x| = v$ w.t.w., gdy $|\{ b : b \in Uv \ \&\ at_U(b) \ \&\ b \subset_U f(x)\}| = v$.

xii) $\models_{M,f} x \in y$ w.t.w., gdy $f(x)$ jest atomem w U i $f(x) \subset_U f(y)$

xiii) $\models_{M,f}$ 

w.t.w., gdy $\langle A,B \rangle \in I_Q(Q)$, gdzie

- $A = \{ b: b \in Uv \ \&\ \exists g.(f[U_{K1}, x/b]g \ \&\ \models_{M,g} K_1) \}$
- $B = \{ b : b \in Uv \ \&\ \exists g(f[U_{K1}, x/b]g \ \&\ \models_{M,g} K_1) \ \&\ \forall g.((f[U_{K1}, x/b]g \ \&\ \models_{M,g} K_1) \rightarrow \exists h.(g[U_{K2}]h \ \&\ \models_{M,h} K_2)) \}$

W punkcie (xiii), przytoczonym tutaj w oryginalnej postaci [Kamp93:427], brakuje wymogu przypisywania do x tylko b będących atomami. Zapewnia to dopiero wspomniana już reguła konstrukcyjna CR.NP[Quant+], wprowadzająca zawsze znacznik atomowy. Działanie reguł konstrukcyjnych w tym momencie wykracza, inaczej niż w podstawowym *DRT*, poza funkcję translacji z tekstu do DRS. Poszerza się ich wkład w definicję języka DRS (w podstawowym *DRT* ograniczony jedynie do opisu anafory). Dlatego też pełna ocena rozwiązań proponowanych ramach DRT_{Plur} jest możliwa dopiero po przeanalizowaniu działania wprowadzonych dodatkowych reguł konstrukcyjnych.

Wspomniana wcześniej konieczność ‘konwersji’ pomiędzy znacznikami atomowymi a zbiorowymi objawia się w momencie, gdy znacznik atomowy, wprowadzony przez warunek kwantyfikatorowy, powinien stać się poprzednikiem znacznika zbiorowego wprowadzanego przez regułę obsługującą zaimek mnogi. Rozważmy dyskurs 182) powstający jako kontynuacja zdania 179):

182) Susan[1] has found most books[2] which Bill[3] needs. They$_2$ are on his$_3$ desk.

Zdanie drugie jest interpretowane w kontekście opisanym przez DRS na Rys. 5.1.4-1. Zaimek *they* wprowadza znacznik zbiorowy np. V. Powinien on zostać powiązany ze znacznikiem wpro-

[51] Funkcja interpretująca I_Q została w DRT_{Plur} wymieniona w definicji modelu [Kamp93:421] (pod nazwą $Quant_M$) ale nie została tam w ogóle określona. Z wcześniejszych rozważań można wnioskować, że przypisuje symbolom kwantyfikatorów relację na podzbiorach Uv, zawierającym obok atomów również nieatomowe kolekcje! Wszystko jednak wskazuje, że takie rozszerzenie pojęcia kwantyfikatora uogólnionego jest jedynie efektem nieścisłości zapisu stąd tu (Def. 5.1.4-7) korygujemy dziedzinę kwantyfikatorów na zbiór wszystkich atomów Uv.

wadzonym przez *most books* czyli *y*. Niestety *y* jest znacznikiem atomowym, pozostającym w obrębie warunku kwantyfikatorowego. Każda funkcja osadzająca przypisuje znacznikowi *y* atom z dziedziny interpretacji. Warunek typu *V=y* nigdy by nie był spełniony (pomijając tu kwestię samego zasięgu, jako zagadnienie w tym przypadku czysto techniczne – anafora jest niewątpliwie poprawna).

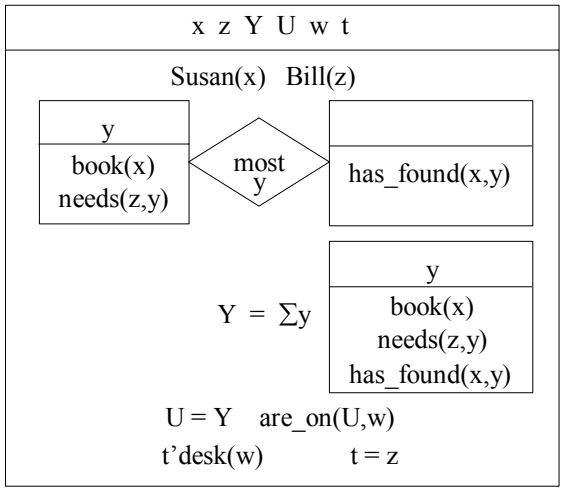
Rozwiązaniem wprowadzonym w DRT_{Plur} jest reguła abstrakcji [Kamp93:344] tworząca wymagany znacznik zbiorowy:

Def. 5.1.4-9 Reguła abstrakcji (*abstraction*)

- aktywująca konfiguracja $\gamma \subseteq \eta \in Con_K$:

- operacje:
  - utwórz unię (tekstowo) $K_0=K_1 \cup K_2$,z warunków składowych obydwu części warunku kwantyfikatorowego,
  - wybierz znacznik *w* z U_{K0},
  - dodaj do U_K nowy znacznik *Y*,
  - dodaj do Con_K nowy warunek $Y=\sum w\ K_0$.

Reguła abstrakcji ‘koryguje’ DRS'a tworząc znacznik zbiorowy (determinatory pojedyncze np. *one*, $some_{sg}$ nie tworzą warunku kwantyfikatorowego w DRT_{Plur}) reprezentujący sumę atomów spełniających zarówno restrykcję jak i ciało warunku kwantyfikatorowego. Otrzymujemy w efekcie dla dyskursu 182) poniższy DRS (Rys. 5.1.4-4):



Rys. 5.1.4-4 Zastosowanie reguła abstrakcji wymuszone przez mnogą anaforę.

Reguła abstrakcji należy do nowej klasy reguł wprowadzonych w DRT_{Plur}, których cechą charakterystyczną jest brak odwołań do struktury składniowej zdania dyskursu w konfiguracji aktywującej [Kamp93:344]

> “[...] the stages in which these principles are to be applied are not determined by the syntactic form of the processed conditions. Accordingly the principles have no triggering conditions in the usual sense. Their application conditions relate to the DR-theoretical structure of the DRS, not to the syntactic form of particular reducible DRS-conditions. Indeed, it is tempting, to see Summation (reguła sumowania, omawiana dalej M.P.) and Abstraction as kinds of inference principles.”

DRT_{Plur} nie formułuje jednoznacznych warunków określających stosowanie reguł tego typu, który będziemy dalej nazywać *typem opcjonalnym*. W rezultacie ich status jest zbliżony do reguł

niedeterministycznych (może być więcej niż jeden warunek, do którego możemy zastosować regułę abstrakcji). W przypadku reguły abstrakcji wątpliwości budzi fakt, iż już istnieje znacznik, który logicznie powinien być poprzednikiem znacznika zaimkowego. Dodatkowe przekształcenia wykonywane na DRS'ie są potrzebne z racji niewłaściwego 'typu' znacznika (i położenia w strukturze). Dodatkowo nowowprowadzany znacznik *Y* nie ma odzwierciedlenia w dyskursie! Łamana jest zasada reprezentacji NP przez znacznik!

Bardziej jednoznacznie niezbędne jest zastosowanie *reguły sumowania* [Kamp93:341]:

Def. 5.1.4-10 Reguła sumowania (*summation*)

- aktywująca konfiguracja: K_1 jest zagnieżdżonym DRS'em w ramach K (K_1 może być tożsamy z K) oraz $v_1,...,v_k$ (k≥2) są znacznikami dyskursu pojawiającymi się w K i dostępnymi z K_1.
- operacje:
  - wprowadź nowy znacznik zbiorowy Z do U_{K1},
  - jednocześnie wprowadź do Con_{K1} warunek: $Z=v_1\oplus...\oplus v_k$.

Działanie reguły sumowania można prześledzić na przykładzie następującego dyskursu:

183) Fred admires Susan. They are writing a paper.

Podczas interpretacji pierwszego zdania powstaje DRS, w którym Fredowi i Susan odpowiadają dwa znaczniki atomowe – trzy pierwsze od góry warunki DRS'a poniżej (Rys. 5.1.4-5):

x y Z U t
Fred(x) Susan(y) admires(x,y) Z = x⊕y U=Z paper(t) are_writing(U,t)

Rys. 5.1.4-5 Zastosowanie reguły sumowania do stworzenia znacznika zbiorowego.

Dla zaimka mnogiego w 183) wprowadzany jest znacznik zbiorowy *U* (Rys. 5.1.4-5). Jego poprzednikiem nie może być ani *x* ani *y*. Dlatego też wprowadzenie *U* poprzedzone jest utworzeniem poprzez regułę sumowania znacznika *Z*, łączącego obiekty reprezentowane przez *x* i *y* w jedną kolekcję.

Warunek kwantyfikatorowy nadaje determinatorowi Det[*Quant*+] interpretację wyłącznie dystrybutywną. Aczkolwiek w przypadku przykładów cytowanych w [Kamp93] można dyskutować, czy znaczenie dystrybutywne nie jest tam tylko najczęstszym lub też, czy inne odmiany są wykluczone na podstawie czynników leżących poza NP (np. *most* w *CNDM* jest niejednoznaczne pomiędzy wszystkimi trzema odmianami; również w *CNDM*, pomimo dążenia do opisania wszystkich teoretycznie istniejących możliwości, w wielu przypadkach znaczenie dystrybutywne jest wykluczone). Jedną z przyczyn może być kolektywny czasownik np.

184) Most students gathered in the square.

Dla zdań z czasownikiem typu *gather* rozwiązanie proponowane w [Kamp93:471-482] polega na:

- rozszerzeniu języka DRS o elementy związane z reprezentacją zdarzeń i czasu,
- leksykalnej dekompozycji czasownika *gather* na warunki DRS'a opisującego całe zdarzenie,
- na utworzeniu przy pomocy reguły abstrakcji (zastosowanej względem DRS'a opisującego *gather*) znacznika zbiorowego reprezentującego obiekty zaangażowane w zdarzenie,
- i w końcu na wprowadzeniu warunku kwantyfikatorowego dotyczącego obiektów należących do utworzonego wcześniej znacznika zbiorowego.

Kosztem dość skomplikowanych operacji można tutaj jeszcze osiągnąć cel. Należy jednak uczciwie podkreślić, że w pracy [Kamp93] wiele razy podkreślony jest wstępny i niekompletny charakter proponowanych rozwiązań w dziedzinie mnogich NP.

Jeszcze większy problem sprawia zdanie:

185) Most lawyers hired a secretary together.

Zdanie 185) pozbawione finalnego przysłówka jest interpretowane w DRT_{Plur} wyłącznie jako dystrybutywne, tymczasem modyfikowane przez przysłówek staje się kolektywne podczas, gdy NP *most lawyers* wprowadza znacznik atomowy. Skłania to Kampa i Reyle'go do rozważenia w końcówce rozdziału zasady 'typowej' (*default*) interpretacji [Kamp93:481]:

> "When the argument is of the form **most** α, interpret the predicate distributively if you can; if you really can't, then, as a last resort, interpret the argument phrase as a set introducer."

W dalszej części niniejszej pracy zaproponowana zostanie możliwość jednolitej reprezentacji obydwu klas determinatorów wydzielonych w [Kamp93]. Warto tu jeszcze jedynie dodać, że Kamp i Reyle dostrzegają zbieżność odmiennego zachowania determinatorów obydwu klas ze znanym podziałem na mocne i słabe kwantyfikatory, sformalizowanym przez Barwise'a i Coopera (rozdział 4.3.2). Jednak podobnie jak Hess (rozdział 3.3.6) dostrzegają niepełną adekwatność formalnego warunku Barwise'a i Coopera i odwołują się do pojęcia (wspominanego również przez Hessa) podziału na *proportional* i *cardinality quantifiers* [Kamp93:461], co więcej podziału ortogonalnego względem podziału na *definite* i *indefinite quantifiers*.

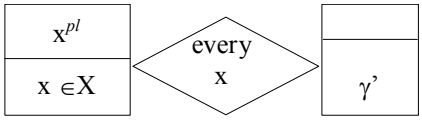
W przypadku pozostałych klas determinatorów (dla których *Quant=ind/def*) niejednoznaczność, pomiędzy odmianą dystrybutywną a kolektywną, jest obecna w DRT_{Plur} i analogicznie jak kolektywna interpretacja Det[*Quant*=+] wymaga 'interwencji' dodatkowej reguły opcjonalnej (determinatory te wprowadzają znacznik zbiorowy – np. Rys. 5.1.4-2). Kamp i Reyle rozważają rozwiązanie alternatywne polegające na wymiennym stosowaniu dla Det[*Quant=ind/def*] dwóch różnych reguł konstrukcyjnych: jednej wprowadzającej znacznik zbiorowy i drugiej tworzącej warunek kwantyfikatorowy [Kamp93:327-328]. Ostatecznie decydują się poprzestać na kombinacji z regułą opcjonalną powołując się na następujący przykład:

186) The lawyers^1 hired a secretary^2 they$_1$ liked.

Argumentują, że jedną z możliwych interpretacji 186) jest interpretacja, w której NP *the lawyers* jest ma odmianę dystrybutywną natomiast *they* kolektywną. Dlatego też, gdyby wprowadzić dla *the lawyers* warunek kwantyfikatorowy, to powstałby problem z poprzednikiem znacznika zbiorowego wprowadzonego przez *they* (analogiczna sytuacja jak w przypadku Det[*Quant*+]). Ewentualne wprowadzenie jednolitej, w pewnym zakresie, reprezentacji dla mnogich NP rozwiązałoby problem. Rozwiązanie podążające w tym kierunku zostanie zaproponowane w rozdziale 6.

Ostatecznie, w DRT_{Plur} odmiana dystrybutywna dla Det[*Quant=ind/def*] jest uzyskiwana poprzez zastosowanie reguły *opcjonalnej dystrybucji* (ang. *optional distribution*) [Kamp93:348].

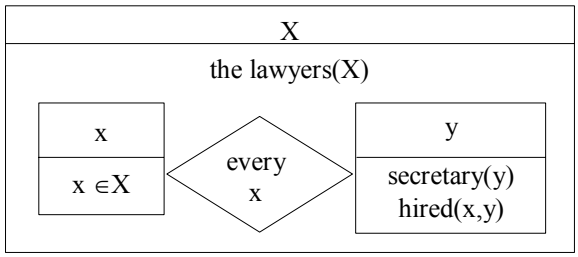
Def. 5.1.4-11 Reguła opcjonalnej dystrybucji

- aktywująca konfiguracja $\gamma \subseteq \eta \in Con_K$: `S(X VP')` lub `VP(V X)`, gdzie *X* to znacznik zbiorowy
- operacje: Con_K: η może być zastąpiony warunkiem:
- 

, gdzie *x* jest nowym znacznikiem oraz γ' powstaje z η poprzez zastąpienie *X* przez *x*.

Przykładem zastosowania reguły opcjonalnej dystrybucji może być dystrybutywna analiza poniższego przykładu:

187) The lawyers hired a secretary.



Rys. 5.1.4-6 Opcjonalna dystrybucja (*optional distribution*) po zbiorze obiektów.

Analogicznie, jak w przypadku reguły abstrakcji, reguła opcjonalnej dystrybucji wprowadza nowy znacznik (kolejny dla tej samej NP). Tym razem jednak nowy znacznik służy do wyodrębnienia pojedynczych znaczników ze znacznika zbiorowego. Ponieważ jednak typy znaczników to tylko skrót notacyjny, to w pewnym sensie NP *the lawyers* jest reprezentowana w tym samym DRS'ie poprzez dwa różne znaczniki, powiązane jedynie ze sobą odpowiednim warunkiem. Istnieje jednak kilka typów użyć NP, w których zawodzą dotychczas przedstawione proste zasady tworzenia atomowych i zbiorowych znaczników lub też nawet te dwa typy znaczników są niewystarczające.

Ten pierwszy przypadek ma miejsce gdy używamy mnogiego zaimka osobowego (np. *they*) jako anaforycznego do pojedynczej NP np. [Kamp93:346]

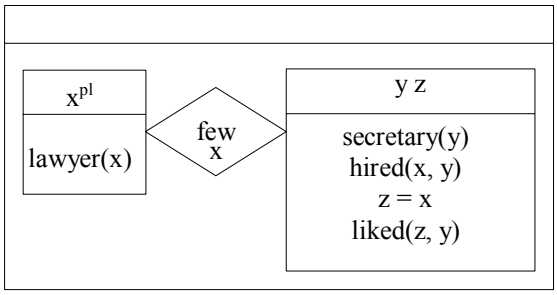
188) Few lawyers^{1} *hired a secretary*^{2} *who*$_2$ *they*$_1$ *liked.*

*189) *Few lawyers*^{1} *hired a secretary*^{2} *who*$_2$ *he*$_1$ *liked.*

Zgodnie z dotychczas przyjętym rozwiązaniem, dla *they* powinien zostać utworzony znacznik zbiorowy. Jednak, bez wątpienia, jego poprzednikiem powinien być atomowy znacznik, np. *x*, wprowadzony w warunku kwantyfikatorowym reprezentującym *few lawyers* (NP tu jest w liczbie mnogiej). Dodatkowo Kamp i Reyle sugerują, że dla dystrybutywnej interpretacji zdania *they liked*, znacznik dla zaimka *they*, np. *z*, powinien być atomowy, reprezentując kolejnych prawników w ramach DRS'a. Jako rozwiązanie proponują:

- oznaczenie znacznika atomowego reprezentującego *few lawyers* poprzez dodatkową własność *pl*, kodowaną x^{pl}, sygnalizujący, że dany znacznik atomowy został utworzony z mnogiej NP,
- oraz 'przeniesienie atomowości' znacznika *x* na znacznik *z* (utworzony dla *they*) tzn. znacznik dla *they* jest tworzony od samego początku jako atomowy.

W efekcie otrzymujemy DRS przedstawiony na Rys. 5.1.4-7



Rys. 5.1.4-7 Reprezentacja syntaktycznych ograniczeń na dostępność i znacznik atomowy reprezentujący mnogi zaimek.

Pierwsza część rozwiązania (dodatkowa własność *pl*) prowadzi do wzbogacenia informacji syntaktycznej przetrzymywanej w DRS'ie. Jest to zabieg konieczny jeżeli chcemy reguły dostępności rozszerzać zgodnie z rozbudowaną składniową teorią wiązania[52].

[52] Oprócz własności *pl*, Kamp i Reyle wprowadzają w ramach 'standardowego DRT', czyli [Kamp93], dalsze rozszerzenia podobnej natury np. mechanizm *łańcuchów zależności* ograniczający możliwość wiązania anaforycznego tzw. *dependent plural pronouns* tylko do NP w określonej pozycji w strukturze syntaktycznej [Kamp93:375-391].

Zastanawiająca natomiast jest druga część rozwiązania, niewątpliwie jednak dająca poprawne warunki prawdziwości. Naturalnym rozwiązaniem wydawałoby się tu wprowadzenie znacznika zbiorowego dla *they*, np. *Z*, a następnie zastosowanie dla niego reguły opcjonalnej dystrybucji (Def. 5.1.4-11). Niestety powstaje wtedy problem z czym powiązać znacznik *Z*? Własność *pl* dla znacznika *x* sygnalizuje możliwość powiązania ze znacznikiem dla mnogiego zaimka, ale mimo to, znacznik *x* pozostaje znacznikiem atomowym. Nie jest możliwe zastosowanie reguły abstrakcji dla warunku kwantyfikatorowego, którego częścią jest znacznik *Z*, ponieważ powstała by swoista nieskończona rekurencja. Gdy jednak zdanie 188) sprowadzimy do dwuzdaniowego dyskursu:

190) Few lawyers[1] *hired a secretary*[2]*. They*$_1$ *liked them.*

to naszkicowane powyżej rozwiązanie 'alternatywne' (czyli abstrakcja znacznika zbiorowego i następnie opcjonalna dystrybucja) staje się jedynym możliwym i jest rozważane przez Kampa i Reyle'ya dla analogicznych przykładów [Kamp93:385].

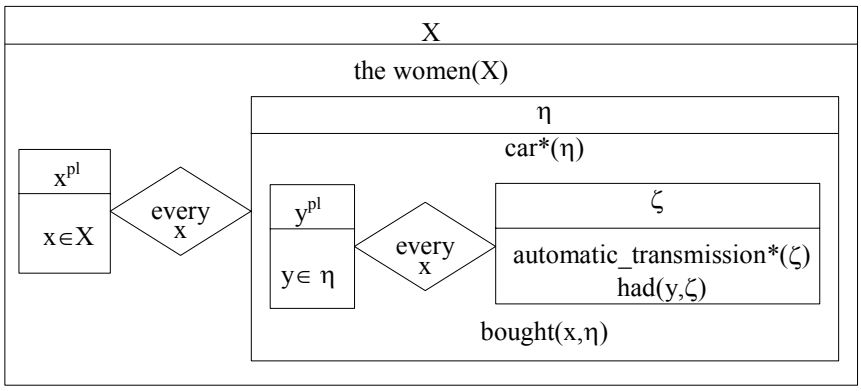
Podsumowując, również w przypadku analizy zdania 188) mechanizm typów znaczników jako skrótów notacyjnych komplikuje opis i prowadzi do niespójnych rozwiązań (np. analiza 190)).

Dotychczas stosowane dwa typy znaczników okazują się być niewystarczające w przypadku tzw. *dependent plurals* [Kamp93:330], czyli mnogich NP, bez rodzajnika (*bare plurals*), użytych w dopełnieniu czasownika o mnogiej NP na pozycji podmiotu, które nie zawsze reprezentują zbiory obiektów, np. w [Kamp93:357]:

191) The women bought cars which had automatic transmission.

NP *cars*, w zależności od konkretnej nabywczyni, może reprezentować zarówno pojedynczy samochód jak i też zbiór. Interpretacja ta wymaga wprowadzenia nowego typu znacznika (nazywanego dalej *znacznikiem zależnym*), zapisywanego grecką literą (Rys. 5.1.4-8), który, zależnie od wartościowania, może reprezentować pojedyncze obiekty, jak i też zbiory. Gwoli ścisłości, jest to po prostu znacznik bez nałożonych dodatkowych ograniczeń (w modelu DRT_{Plur} znacznikom są przypisywane kolekcje).

Analizując DRS dla zdania 191) (Rys. 5.1.4-8) widać, że interpretacja znaczników zależnych przypomina odmianę neutralną NP u van der Doesa (patrz rozdział 4.4.2): mamy zbiór samochodów, które podzbiory są w relacji z poszczególnymi kobietami. Jednakże zakres stosowania znaczników zależnych jest znacznie węższy. Mogą być one wprowadzone tylko dla *bare plurals* występujących na pozycji dopełnienia i to pod warunkiem dystrybutywnej interpretacji podmiotu.



Rys. 5.1.4-8 Znaczniki reprezentujące tzw. zależne mnogie NP (*dependent plurals*).

Ponieważ, znaczniki zależne mogą reprezentować zbiór, jest możliwe zastosowanie względem nich reguły opcjonalnej dystrybucji, otrzymując w ten sposób ich dystrybutywną interpretację w konstrukcjach, w których odpowiadające im NP pełnią rolę podmiotu (np. użycie znacznika ηw DRS'ie dla zdania względnego na Rys. 5.1.4-8).

W wyniku ograniczenia interpretacji, 'w stylu' odmiany neutralnej NP, tylko do przypadków zależnych NP (z dystrybutywnym podmiotem), kumulatywna interpretacja zdań z dwoma NP jest postrzegana jako osobne zjawisko. W zasadzie jest jedynie wzmiankowana [Kamp93:414-416] (z racji braku w 'podstawowym' *DRT* mechanizmów umożliwiających jej poprawną reprezentację)

jest dodatkowo postrzegana jako zjawisko wymykające się kompozycyjnej analizie [Kamp93:415]:

> "The intriguing fact about the cumulative reading is that it appears to involve an irreducible relation between the sets represented by the discourse referents for subject and object (the relation is irreducible inasmuch as it is impossible to find separate interpretations for subject and object which yield the cumulative reading when combined)"

Kamp i Reyle, rozważając interpretację kumulatywną na przykładzie zdań typu:

192) Three lawyers hired five cleaners.

które możemy opisać schematem: *n P*s γ *m G*s,
proponują następujący szkic jej formalnej analizy:

Def. 5.1.4-12 Analiza kumulatywnej interpretacji w standardowym *DRT*

Przyjmując wprowadzony powyżej schemat zdania interpretowanego kumulatywnie, zdanie takie w tej interpretacji jest prawdziwe w.t.w., gdy:

istnieje zbiór *A* składający się z *n* obiektów spełniających własność *P* oraz istnieje zbiór *B* składający się z *m* obiektów spełniających własność *G* takie, że:

1. $(\forall a \in A)\ (\exists b \in B)\ (a\ \gamma\ b)$ oraz
2. $(\forall b \in B)\ (\exists a \in A)\ (a\ \gamma\ b)$.

W myśl powyższej definicji interpretacja kumulatywna ograniczona jest do relacji pomiędzy atomami, która angażuje wszystkie atomy z obydwu zbiorów. Jednocześnie, Kamp i Reyle zdają sobie sprawę [Kamp93:415] z konieczności sformułowania uogólnionej postaci tej definicji, odwołującej się do relacji pomiędzy podkolekcjami kolekcji *A* i *B* (gdzie kolekcja jest rozumiana w myśl modelu DRT_{Plur}).

Kompozycyjna analiza interpretacji kumulatywnej zdania została przedstawiona wcześniej, podczas prezentacji systemu CNDM van der Doesa. W rozdziałach 6 i 7 przedstawiona zostanie próba kompozycyjnej analizy interpretacji kumulatywnej, bazująca na wspomnianej już wcześniej koncepcji jednolitej reprezentacji dla pojedynczych i mnogich NP.

Ostatnim zagadnieniem, które należałoby tu omówić jest kwestia, dyskutowana wcześniej w rozdziale 4.5, reprezentacji wszystkich możliwych znaczeń zdań z wieloma NP. W DRT_{Plur}, jak to było już wspomniane, determinatory są podzielone atrybutem *Quant* na dwie klasy: tworzących warunek kwantyfikujący *Quant*=+ oraz kolektywnych *Quant=ind/def*. W przypadku obecności w zdaniu wielu NP[*Quant*=+], wprowadzone do tej pory reguły konstrukcyjne wygenerują zawsze DRS, w którym zasięg kwantyfikatorów będzie odpowiadał kolejności linearnej NP w zdaniu: kwantyfikator z pierwszej NP będzie miał w zasięgu wszystkie pozostałe itd. Kamp i Reyle rozważając różne możliwości rozwiązania tego problemu [Kamp93:rozdz. 3.7.2], proponują złagodzenie warunków dotyczących kolejności stosowania reguł konstrukcyjnych, tak aby dopełnienia czasownika mogły być przetwarzane przed jego podmiotem. Poprzestają jednak tylko na szkicu rozwiązania z racji wielu kłopotów jakie ono rodzi w obsłudze anafory. Jeżeli bowiem pozostaniemy przy dotychczasowej definicji zasady dostępności (uwzględniającej położenie znacznika w DRS'ie oraz rodzaj i atrybut *pl*), to otrzymamy możliwość tworzenia się niepoprawnych powiązań pomiędzy zaimkami w podmiocie a NP w dopełnieniu. Zarówno w tym przypadku, jak i też w przypadku obsługi konstrukcji zwrotnych i wzajemnych, konieczne jest wzbogacenie DRS'ów o informacje o strukturach syntaktycznych, z których zostały utworzone poszczególne znaczniki (a nawet warunki) oraz wbudowanie w regułę dostępności szczegółowych zasad zidentyfikowanych w gramatyce danego języka naturalnego (np. zasad sformułowanych dla języka polskiego w [Marcin99, Marcin01]).

W przypadku występowania NP[*Quant=ind/def*] w zdaniu, naszkicowana powyżej technika opcjonalnej kolejności stosowania reguł musi być skojarzona z odpowiednim zastosowaniem reguły opcjonalnej dystrybucji np. dla zdania 192), aby uzyskać znaczenie, w którym każdy z pięciu sprzątaczy został zatrudniony przez innych trzech prawników, należy najpierw utworzyć znacznik dla dopełniania (*five cleaners*), zastosować do powstałego znacznika regułę opcjonalnej

dystrybucji a dopiero potem utworzyć reprezentację dla podmiotu (wraz z opcjonalną dystrybucją).

Podsumowując, kwestia możliwych znaczeń zdania z wieloma kwantyfikującymi NP jest potraktowana wstępnie zarówno w podstawowym *DRT*, jak i też w DRT_{Plur}. Ponadto rozważania ograniczają się jedynie do konstrukcji z NP znajdującymi się na analogicznym poziomie struktury składniowej (np. podmiot i argumenty czasownika).

5.1.5. Pozostałe aspekty znaczenia NP

Pomimo, iż jedną z przyczyn powstania *DRT* była nieadekwatność opisu użyć NP bazującego tylko i wyłącznie na kwantyfikacji oraz pomimo dużej uwagi poświęcanej przez *DRT* anaforze (zjawisku bliskiemu referencji), problem referencji rzadko pojawia się w podstawowym *DRT* [Kamp93]. Przyczyną jest brak możliwości poprawnego opisu powiązania referencyjnego w obrębie *DRT*:

- Hess postrzega referencyjność jako 'żądanie' identyfikacji referenta przez odbiorcę na podstawie jego wiedzy o kontekście wypowiedzi (a więc nie tylko na podstawie informacji komunikowanych przez dyskurs),
- filozof Kripke, w swojej wpływowej teorii nazw własnych, chyba 'najczystszego' sposobu wyrażenia referencji [Kripke80] (za [Kamp93:247]), stwierdza, że nazwy własne nie odnoszą się do obiektów noszących daną nazwę poprzez ich opisywanie (zawartość deskryptywną nazwy) a jedynie poprzez pewnego rodzaju powiązania pomiędzy nazwą a obiektem, niezależne od zawartości opisowej nazwy własnej.

Możliwość poszerzenie kontekstu reprezentowanego przez DRS'y poza dziedzinę dyskursu leży w jego stanie początkowym. Kamp i Reyle wspominają o tym [Kamp93:85], ale później nie podejmują tego wątku.

Nazwy własne, typowy środek wyrażania referencyjności, zostały potraktowane w podstawowym *DRT* w sposób identyczny jak rzeczowniki pospolite: są reprezentowane poprzez predykaty np. w analizie dyskursu 177), zaprezentowanej na Rys. 5.1.2-5, nazwa *Porsche* jest reprezentowana poprzez warunek `Porsche(y)`. Z jednej strony dzieje się to w sprzeczności z koncepcją Kripkego, nazwa wyznacza tu obiekty poprzez ich opis, z drugiej strony rozwiązanie to uwzględnia fakt, iż ta sama nazwa może odnosić się do innych obiektów w różnych kontekstach. Tym co wyróżnia znaczniki reprezentujące nazwy własne, jest to, że zawsze umieszczane są one w DRS'ie najwyższego poziomu. Ten techniczny zabieg umożliwia poprawną reprezentację podstawowych (zidentyfikowanych wcześniej w niniejszej pracy) własności referencyjnych NP:

- referencyjne NP nie wchodzą w relacje zasięgu z innymi NP w zdaniu,
- referencyjne NP są dostępne dla anafory, niezależnie od położenia anaforycznej NP w strukturze składniowej dyskursu (referent jest obiektem z poza dziedziny dyskursu),

Kamp i Reyle, próbując skorygować tą rozbieżność, analizują inny sposób interpretacji nazw własnych. Proponują wprowadzenie tzw. *zewnętrznego zakotwiczenia* znacznika (ang. *external anchor*) [Kamp93:248] czyli funkcji, która przypisywałaby znacznikowi obiekt z dziedziny interpretacji. Konkretna postać tej funkcji zapisywana byłaby w postaci warunków włączanych do DRS'ów np. warunek $\{\langle \mathtt{x},\mathtt{a}\rangle\}$ oznacza 'zakotwiczenie' *x* do obiektu *a* (należącego do dziedziny interpretacji). Zakotwiczenie miałoby być następnie interpretowane jako ograniczenie na wartości przypisywane do *x* przez funkcję osadzającą:

> "Thus, if *M* is any model, [...] (*DRS zawierający warunek zakotwiczenia – M.P.*) is true in *M* iff there is a function *f* from [...] (*znaczników danego DRS'a – M.P.*) into U_M such that *f* agrees with the anchor (formally $\{\langle x,a\rangle\}\subset f$) and *f* verifies all the DRS-conditions of [...] (*danego DRS'a – M.P.*) in *M*."

Niejawnym założeniem powyższej definicji jest to, że obiekt 'przywiązywany' w zakotwiczeniu do *x* należy do dziedziny interpretacji. Zakotwiczony znacznik przypomina stałą. Jednakże, jak zauważa Fernando [Fernan97:3], zewnętrzne zakotwiczenie odnosi się do wszystkich możliwych modeli ograniczając wartość przypisywaną do znacznika. Ograniczenie to nie zmienia się wraz z interpretacją. Tym samym zakotwiczenie realizuje Kripkowską koncepcję jednoznacznego

odnoszenia się nazwy obiektu do obiektu nazywanego bez pośrednictwa części opisowej znaczenia, zmieniającej się wraz z interpretacją w modelu.

Ponieważ operowanie bezpośrednio na obiektach dziedziny interpretacji w wyrażeniach języka DRS nie jest zbyt wygodne, w definicji DRT_{Plur} wprowadzono dodatkową funkcję interpretującą [Kamp93:425] (zaprezentowaną poniżej), co sugeruje, że *a* w zakotwiczeniu będzie odtąd interpretowane jak stała:

W definicji DRT_{Plur} zostaje utrzymana w zasadzie interpretacja nazw własnych z podstawowego *DRT*. Nazwy własne nadal są interpretowane jako predykaty. Tym razem, jednak, *nazwy* (jako symbole DRT_{Plur}) zostają wyodrębnione w słowniku do osobnego zbioru *Names* oraz model zostaje rozszerzony o dodatkową funkcję interpretującą I_N, która w przypisuje nazwom obiekt lub zbiór obiektów (dla nazw zbiorowości):

iv) I_N – to funkcja interpretująca nazwy ($Names \rightarrow Uv$), taka że:
- $I_N(a) \in \mathrm{At}(U_M)$, zbioru wszystkich atomów kraty, gdy *a* nazywa byt,
- $I_N(a) \in Uv \setminus (\mathrm{At}(U_M) \cup \{0_M\})$ gdy *a* nazywa grupę

W definicji semantyki DRT_{Plur} warunek reprezentujący użycie nazwy własnej (znacznik nadal jest wprowadzany do najbardziej zewnętrznego DRS'a) otrzymuje następującą interpretację (gdzie *M* to model, *f* funkcja osadzająca):

a) $M \models_f \pi(x)$ w.t.w., gdy $\langle \pi, f(x) \rangle \in I_N$.

Powyższe elementy DRT_{Plur} zostały pominięte w definicjach Def. 5.1.4-5÷Def. 5.1.4-8, aby uzyskać większą przejrzystość, ale również nie zostały wykorzystane w żadnym z przykładów prezentowanych w [Kamp93] (*sic!*).

Warto tu zauważyć, że nazwy są w rzeczywistości stałymi DRT_{Plur}. Warunek interpretujący nazwę, mimo graficznego kształtu predykatu, to warunek identyczności wartościowania znacznika z interpretacją stałej, co można by było zapisać również jako:

x **is** *Tom*, gdzie *x* to znacznik, $Tom \in Names$ oraz **is** to operator identyczności.

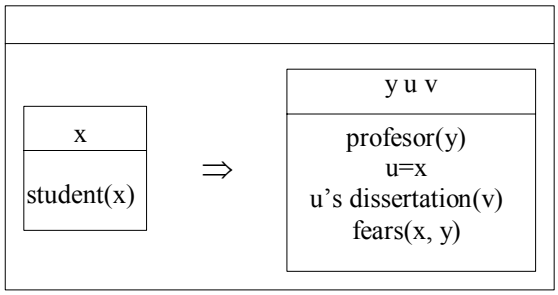
Identyczne rozwiązanie (ograniczone tylko do pojedynczych NP) pojawiło się już w wcześniejszej pracy Kampa [Kamp81].

W przypadku nazw własnych, ignorowana jest kwestia presupozycji. Staje się jednak ona bardzo istotna dla określonych NP. Tutaj pojawia się problem dokonania identyfikacji referenta na podstawie deskrypcji dostarczonej przez daną NP oraz problem warunku skuteczności realizacji takiej identyfikacji. Kamp i Reyle, nie chcąc rozwijać zagadnienia presupozycji, obsługują określone NP za pomocą mechanizmu, jak sami piszą, 'zapchaj dziury' (ang. *stopgap*): nieredukowalnego warunku `the_noun_pred(x)`, gdzie *x* to znacznik generowany przez określoną NP. Ta tymczasowa postać warunku skrywa również rozróżnienie pomiędzy anaforycznymi i referencyjnymi użyciami *the*. Pozostaje jednak problem, gdzie umieszczać znacznik tworzony przez określoną NP. W przypadku referencyjnych użyć należy go dodać do DRS'a na najwyższym poziomie, natomiast w przypadku anaforycznych użyć rozwiązanie takie bardzo często nie daje dobrego rezultatu. Dodatkowo można spotkać 'formy pośrednie' np. w ciekawym przykładzie zdania [Kamp93:297]:

193) Every student fears the professor who supervises his dissertation.

the professor reprezentuje dla każdego ze studentów innego profesora, ale kontekstowo określonego jako jego promotor.

Warunki prawdziwości tego zdania opisuje poprawnie następujący DRS:



Rys. 5.1.5-1 Przykład problemów z reprezentacją określonych NP (znacznik *y*).

Niestety w rozwiązaniu na Rys. 5.1.5-1, pomimo poprawnych warunków prawdziwości, określona NP (*the professor*) jest reprezentowana przez znacznik *y* w zagnieżdżonym DRS'ie – czyli w sposób identyczny jak nieokreślone NP.

Pytanie, czy mamy tu do czynienia z anaforycznym użyciem, które sankcjonowało by pozostawienie znacznika *y* w zagnieżdżonym DRS'ie? Z pewnością nie. Brak jest w 193) poprzednika dla takiej anafory. NP(*the professor*) odwołuje się do referenta, którego istnienie jest zagwarantowane poprzez wiedzę o rzeczywistości: jeżeli student pisze dysertację, to jest przypisany w jednoznaczny sposób do określonego promotora (nawet jeżeli 193) mówi o hipotetycznych studentach!). Techniczny zabieg odpowiedniego przemieszczania znaczników zastosowany w podstawowym *DRT* do obsługi referencji nie jest w stanie wyrazić tak subtelnych rozróżnień[53].

Omawiając kwestie reprezentacji referencji w podstawowym *DRT*, warto jeszcze wspomnieć o opisie jeszcze jednego zjawiska: *referential indefinites* (w [Kamp93:289] nazywane *specific indefinites*). Kamp i Reyle ich użycie postrzegają w sposób analogiczny do Hessa:

> "[...] that indefinite descriptions (*referential indefinite – M.P.*) admit of a use in which the speaker employs them to refer to some particular object he has in mind and which he could, if he wanted to, describe in uniquely identifying terms."

Tutaj również podstawowym narzędziem modelowania jest położenie znacznika. Użycia referencyjne rodzajnika *a*(*n*) są modelowane poprzez przesunięcie znacznika do najwyższego DRS'a. Kwestia presupozycji lub innej ewentualnej różnicy, pomiędzy tym użyciem, a 'typowymi' użyciami *a*(*n*), nie jest rozważana w podstawowym *DRT*. Nie jest w ogóle możliwe rozróżnienie pomiędzy niereferencyjnym *a*(*n*) a *a*(*n*) mającym szeroki zasięg (ang. *wide scope*) – w obydwu przypadkach znaczniki zostaną umieszczone w najbardziej zewnętrznym DRS'ie. W przypadku analizy języka polskiego stwarza to problem. W języku polskim istnieje jawnym znacznik użycia krypto-nieokreślonego – zaimek przymiotny *pewien*. Jego znaczenie różni się w sposób znaczący od użycia NP bez tego zaimka, bądź też z zaimkiem *jakiś*. Propozycja rozwiązania tego problemu zostanie przedstawiona w rozdziałach 6 i 7.

Kończąc prezentację *DRT* w jej standardowym kształcie, warto wspomnieć, że była ona przystosowywana i stosowana w odniesieniu do języka polskiego. Niestety wszystkie jej aplikacje, znane autorowi niniejszej pracy, to opracowania powstałe na potrzeby konstrukcji eksperymentalnych systemów przetwarzania języka polskiego [Bartosz94, Łabuze99, Miśkow02, Rusak02].

5.2.Kompozycyjne wersje *DRT*

Teoria *DRT* Kampa ustanowiła rodzaj standardu dla analizy semantycznej zjawiska anafory w języku naturalnym. Stała się wręcz klasycznym, niekwestionowanym rozwiązaniem. W swojej pierwotnej wersji jest jednak niekompozycyjna w tym sensie, że konstrukcja struktur reprezentacji znaczenia (SRZ) nie dokonuje się poprzez przypisanie DRS'ów do poszczególnych leksemów i fraz języka naturalnego, a jedynie poprzez niedeterministyczny proces stosowania kolejnych reguł działających na poziomie kompletnego zdania (a w zasadzie na poziomie całego dyskursu).

[53] Inna sprawa, że w tym przypadku należało by się zagłębić w semantykę leksykalną poszczególnych słów, a w szczególności w semantyce czasownika *supervise*, który opisuje określoną sytuację. Referent NP *the professor* 'kryje się' wśród elementów składowych tej sytuacji. Jednak w ten sposób wykraczamy poza ramy semantyki NP przyjęte dla niniejszej rozprawy.

Tymczasem kompozycyjne rozwiązanie, poza elegancją formalną, prowadzi do większej prostoty (i ułatwia późniejsze praktyczne zastosowania) oraz pozwala na zdefiniowanie semantyki nawet najmniejszych wyrażeń języka naturalnego (znowu własność cenna z punktu widzenia przetwarzania języka naturalnego).

Istnieje wiele wersji wariantów 'kompozycyjnego *DRT*'. Jako punkt wyjścia rozważań przyjmiemy wariant zaproponowany przez Kampa i Eijcka w zbiorczej monografii [EijKam97], który, ze względu na dydaktyczny charakter i obecność wśród autorów twórcy *DRT*, można określić mianem wzorcowego. Dwie propozycje: rozwiązanie Vermeulena wprowadzające pojęcie *systemu referencyjnego*, jako narzędzia formalnego opisującego proces łączenia się częściowych SRZ (niekoniecznie DRS'ów – chociaż one są 'celem głównym' Vermeulena), oraz Muskensa oparte na konsekwentnie stosowanej logice typów połączonej z rachunkiem lambda zostaną omówione w dalszej kolejności jako szczególnie inspirujące dla rozwiązań zaproponowanych w rozdziałach 6 i 7 niniejszej pracy.

5.2.1. Logika dynamiczna

Teoria *DRT*, jak już to było wspominane, postrzega znaczenie języka naturalnego w sposób „dynamiczny". Znaczenie zdania, dyskursu jest utożsamiane ze zmianą wprowadzaną w kontekście interpretacji. Kontekstem tym jest pierwotny stan DRS'a (wejściowy), który jest następnie przekształcany poprzez zastosowanie kolejnych reguł konstrukcyjnych do stanu wynikowego (wyjściowego). W odróżnieniu od języka naturalnego, klasyczny język logiki predykatów jest zdefiniowany w sposób 'statyczny': przy ustalonym modelu znaczenie jego wyrażeń można sprowadzić do zbioru wartościowań, które je spełniają. Groenendijk i Stokhof, szukając możliwości eliminacji pośrednich SRZ w postaci DRS'ów (przy zachowaniu wszystkich pozytywnych własności *DRT*, przynajmniej w odniesieniu do anafory) zaproponowali logikę, będącą modyfikacją logiki predykatów pierwszego rzędu, w której jednak znaczenie zostało określone w sposób „dynamiczny" jako relacja na wartościowaniach [GroSto91]. Logikę swoją nazwali *Dynamic Predicate Logic* (*DPL*). Dała ona początek (przynajmniej nazwie) całemu nurtowi badań w obszarze logiki i semantyki formalnej języka naturalnego, określanego mianem semantyki dynamicznej. Charakterystycznymi elementami *DPL* są: definicja kwantyfikatora egzystencjalnego, jako operatora zmieniającego wartość przypisaną do określonej zmiennej, oraz definicja koniunkcji, jako operatora sekwencji, łączącego dwie formuły [GroSto91]:

- niech $M = \langle U,I \rangle$ to model, g,h,k to wartościowania zmiennych – całkowite, określone dla wszystkich zmiennych), wtedy:
  - $||\exists x\phi||^M := \{ \langle g,h \rangle : \exists k.g[x]k \ \& \ \langle k,h \rangle \in ||\phi||^M \}$,
  - $||\varphi \wedge \phi||^M := \{ \langle g,h \rangle : \exists k. \langle g,k \rangle \in ||\varphi||^M \ \& \ \langle k,h \rangle \in ||\phi||^M \}$.

W myśl powyższych dwóch definicji, zmienna pod kwantyfikatorem zachowuje się jak znacznik w DRS'ie. Jej wartość ustalona przez kwantyfikator 'propaguje się' na inne formuły dołączane poprzez operator koniunkcji. Klasyczne pojęcie wiązania zmiennej staje się tu nieadekwatne: zmienna zachowuje swoją wartość, nadaną jej przez kwantyfikator, aż do momentu wystąpienia w formule kolejnego kwantyfikatora działającego na tej samej zmiennej.

Ponieważ rozwiązanie zaproponowane przez Eijcka i Kampa otwarcie odwołuje się do *DPL*, poprzestając na powyższych kilku obserwacjach dotyczących *DPL*, przejdziemy do omówienia ich 'dynamicznej', kompozycyjnej wersji języka DRS.

W podstawowym *DRT* znaczenie języka naturalnego jest definiowane w sposób dynamiczny, ale znaczenie DRS'ów definiowane jest już w sposób statyczny - może być sprowadzone do zbiorów wartościowań. Przyjęcie kompozycyjnej metody konstrukcji DRS'ów, odzwierciedlającej strukturę dyskursu, powoduje, że w naturalny sposób za dynamiczną koncepcją znaczenia języka naturalnego podąża dynamiczna koncepcja znaczenia DRS'ów.

W *DPL* stan kontekstu interpretacji kolejnej formuły jest determinowany poprzez wartości przypisane do poszczególnych zmiennych. Operatorem zmieniającym stan kontekstu jest kwantyfikator egzystencjalny. Na zasadzie analogii, w wersji kompozycyjnego *DRT*, autorstwa Eijcka i Kampa [EijKam97] (nazywanego tu dalej *dynamicznym DRT*, w skrócie *D-DRT*), stan determinu-

ją wartości przypisane do znaczników, a zmiana stanu następuje wraz z wprowadzeniem nowego znacznika do DRS'a.

D-DRT bazuje na podstawowym *DRT*, zmieniając notację języka DRS (nazywanego dalej D-DRS) i sposób konstrukcji wyrażeń DRS na kompozycyjny. Zachowana zostaje zasada dostępności znaczników, ale praktycznie nie ma mechanizmu odpowiadającego tej części reguły konstrukcyjnej dla zaimków, która wybierała poprzednika z pośród znaczników dostępnych. Do tego problemu wrócimy później.

U podstaw *D-DRT* leży dążenie do zdefiniowania budowy złożonych DRS'ów jako kompozycji prostszych. Przyjmując, że złożony DRS to para zbiorów: znaczników i warunków, atomowe DRS'y to pary z jednym jednoelementowym i jednym zbiorem pustym np. para: zbiór zawierający jeden znacznik i zbiór pusty. Jednakże, proces budowy złożonego DRS'a w *D-DRT* zatrzymuje się jakby 'w pół kroku'. Doprowadzony zostaje do etapu wyrażenia, w którym występują wyłącznie atomowe DRS'y połączone nowowprowadzonym operatorem ';' sekwencyjnego składania dwóch prostszych DRS'ów w wynikowy DRS bardziej złożony (operator jest nieprzemienny).

Def. 5.2.1-1 Składnia liniowej notacji języka D-DRS [EijKam97:17]

Słownik – rozszerzony słownik podstawowego *DRT* (Def. 5.1.3-1): zbiory *Ref*, *Pred*, $Sym \cup \{;\}$, operator sekwencji DRS'ów, *Const*, zbiór stałych, wykorzystywanych w interpretacji nazw.

Reguły składniowe:

1. Jeżeli v jest znacznikiem dyskursu, to $(\{v\}, \varnothing)$, gdzie $v \in Ref$ jest DRS'em.
2. $(\varnothing, \{T\})$ jest DRS'em, gdzie T to warunek zawsze spełniony.
3. Jeżeli P jest n-argumentowym predykatem i $t_1,...,t_n$ są termami, to $(\varnothing, \{P(t_1,...,t_n)\})$ jest DRS'em
4. Jeżeli v jest znacznikiem dyskursu oraz t jest termem, to $(\varnothing, \{v=t\})$, gdzie $t \in Ref \cup Const$, jest DRS'em.
5. Jeżeli v jest znacznikiem dyskursu oraz t jest termem, to $(\varnothing, \{v \neq t\})$ jest DRS'em.
6. Jeżeli D jest DRS'em, to $(\varnothing, \{\neg D\})$ jest DRS'em.
7. Jeżeli D_1, D_2 są DRS'ami oraz $(fix(D_1) \cup intro(D_1)) \cap intro(D_2) = \varnothing$, gdzie *fix*, *intro* są funkcjami na DRS'ie zdefiniowanymi dalej, to $D_1;D_2$ jest DRS'em
8. Nic poza tym nie jest DRS'em.

Jeżeli konsekwentnie będziemy budować DRS'y przy użyciu operatora ';', to notację języka DRS możemy uprościć do języka proto-DRS'ów (pełniącego rolę swoistego skrótu notacyjnego):

- proto-DRS'y $D ::= v \mid T \mid P(t_1,...,t_n) \mid v=t \mid v \neq t \mid \neg D \mid (D_1 ; D_2)$

Odtąd w tym podrozdziale, wszędzie tam, gdzie nie powinno to wprowadzać w błąd, będziemy używali skróconej notacji proto-DRS'ów, omawiając *D-DRT* i własności języka D-DRS.

W punkcie 7 Def. 5.2.1-1 ujawnia się jeden z głównych problemów *D-DRT* (a także innych kompozycyjnych wersji *DRT*). Jeżeli pominęlibyśmy zamieszczone tam warunki, to ten sam znacznik mógłby być wprowadzony wielokrotnie. Dynamiczna definicja znaczenia operatora ';' (Def. 5.2.1-3, punkt 7) 'rozróżnia' kolejne 'użycia' tego samego znacznika: może on otrzymać różne wartości tzw. *destrukcyjne podstawienie* [EijKam97:23] (ang. *destructive assignment*). Stoi to w sprzeczności ze 'statyczną' interpretacją DRS'ów, gdzie ten sam znacznik, w obrębie tego samego DRS'a otrzymuje tą samą wartość w każdym z warunków. W podstawowym *DRT* reguły konstrukcyjne nie dopuszczają do sytuacji, aby ten sam znacznik został dwa razy dodany do uniwersum (ponadto, w definicji języka DRS uniwersum DRS'a to zbiór). Analogiczne rozwiązanie zostało zastosowane w *D-DRT*. Pierwszą jego częścią jest ograniczenie działania operatora ';' tylko do tych sytuacji, gdzie problem destrukcyjnego podstawienia nie występuje. Druga część rozwiązania to zapewnienie mechanizmu umożliwiającego kompozycyjną i jednocześnie 'wygodną' (bez konieczności uprzedniego określania poprawnej sekwencji nazw znaczników) konstrukcję DRS'ów dla dyskursu tzw. *strategia łączenia struktur reprezentacji* (ang. *strategy for merging representation structures*). Pierwsza część jest realizowana poprzez warunek w punkcie 7 (Def. 5.2.1-1). Do części drugiej wrócimy za chwilę.

Zanim przedstawiona zostanie formalna definicja funkcji logicznych *fix* i *intro* warto poznać intuicje kryjące się za ich nazwami. Wystąpienia znaczników w *D-DRT* można podzielić na trzy klasy [EijKam97:23]:

- wystąpienia, w których wartość znacznika jest *ustalona* (ang. *fixed*) poprzez szerszy kontekst jego użycia (np. został wprowadzony we wcześniejszym elemencie sekwencji),
- w których znacznik zostaje *wprowadzony* (ang. *introduced*) w bieżącym kontekście,
- oraz, w których znacznik zostaje wprowadzony w kontekście zagnieżdżonym (czyli DRS'ie zagnieżdżonym poprzez operator $\neg$) i jest on *klasycznie związany* (ang. *classically bound*) w tym kontekście (jego wartość jest 'ustalana' lokalnie i nie ma wpływu na pozostałe elementy sekwencji).

Def. 5.2.1-2 *Ustalone* (ang. *fixed*), *wprowadzone* (ang. *introduced*) i *związane* (ang. *bound*) znaczniki.

Pomocnicza funkcja *var*:

$var(\ v\ ):=\{v\}$
$var(\ P(t_1,...,t_n)\ ):=\{t_i : 1\le i\le n,\ t_i\in Ref\}$
$var(\ v=t\ ):=var(\ v\neq t\ ):=$ jeżeli $t\in Ref$, to $\{v,t\}$,
w przeciwnym wypadku $\{v\}$
$var(\ \neg D\ ):=var(D)$, $var(D_1;D_2):=var(D_1)\cup var(D_2)$.

Zbiory znaczników poszczególnych typów wyznaczane są dla danego DRS'a poprzez, odpowiednio, funkcje: *fix*, *intro*, *cbnd* o jednakowej sygnaturze:
zbiór wszystkich DRS'ów $\rightarrow \wp(Ref)$, takie, że:

- $fix(\ v\ ):=\varnothing$, $intro(\ v\ ):=\{v\}$, $cbnd(\ v\ ):=\varnothing$,
- $fix(\ T\ ):=\varnothing$, $intro(\ T\ ):=\varnothing$, $cbnd(\ T\ ):=\varnothing$,
- $fix(\ P(t_1,...,t_n)\ ):=var(\ P(t_1,...,t_n)\ )$, $intro(\ P(t_1,...,t_n)\ ):=\varnothing$, $cbnd(\ P(t_1,...,t_n)\ ):=\varnothing$,
- $fix(\ v=t\ ):=var(\ v=t\ )$, $intro(\ v=t\ ):=\varnothing$, $cbnd(\ v=t\ ):=\varnothing$,
- $fix(\ v\neq t\ ):=var(\ v\neq t\ )$, $intro(\ v\neq t\ ):=\varnothing$, $cbnd(\ v\neq t\ ):=\varnothing$,
- $fix(\ \neg D\ ):=fix(D)$, $intro(\ \neg D\ ):=\varnothing$, $cbnd(\ \neg D\ ):=intro(D)\cup cbnd(D)$,
- $fix(D_1;D_2):=fix(D_1)\cup(fix(D_2)-intro(D_1))$, $intro(D_1;D_2):=intro(D_1)\cup intro(D_2)$, $cbnd(D_1;D_2):=cbnd(D_1)\cup cbnd(D_2)$,

Jak już to było wspomniane, znaczenie DRS'ów w *D-DRT* to relacja na wartościowaniach. W większości przypadków (Def. 5.2.1-3) DRS'y spełniają rolę filtru pozostawiającego wartościowanie niezmienione jeżeli spełnia określony test. Jedynym typem DRS'a, który może zmienić wartościowanie (stan kontekstu) to atomowy DRS wprowadzający nowy znacznik (punkt 1). Jedynym operatorem, który może zmienić stan, to operator sekwencji (punkt 7), gdzie jego zdolność do zmiany wartościowania wynika z potencjalnej zdolności do zmiany tego wartościowania poprzez łączone prostsze DRS'y.

Def. 5.2.1-3 Semantyka dynamiczna języka D-DRS

Model $M = \langle\ Uv,\ I_P,I_N\ \rangle$, gdzie Uv dziedzina interpretacji, I_P to funkcja interpretująca symbole predykatywne, I_N to funkcja interpretująca nazwy (stałe).

Niech $V_{M,s}$ będzie pomocniczą funkcją określoną dla ustalonego modelu i wartościowania s: $Ref\cup Const\rightarrow Uv$, taką, że $V_{M,s}(u)$:=

- $I_N(u)$ gdy $u\in Const$,
- $s(u)$ gdy $u\in Ref$.

Niech s,s',s'' to wartościowania: $Var \rightarrow Uv$.

1. $||v||^M:=\{\langle\ s,s'\ \rangle : s[v]s'\}$
2. $||T||^M:=\{\langle\ s,s'\rangle: s=s'\}$
3. $||P(t_1,...,t_n)||:=\{\langle\ s,s'\rangle: s=s' \wedge \langle V_{M,s}(t_1),...,\ V_{M,s}(t_n)\rangle\in I_P(P)\}$
4. $||v=t||^M:=\{\langle\ s,s'\rangle: s=s' \wedge s(v)=V_{M,s}(t)\}$

5. $||v \neq t||^M := \{\langle s,s' \rangle : s=s' \wedge s(v) \neq V_{M,s}(t)\}$
6. $||\neg D||^M := \{\langle s,s' \rangle : s=s' \wedge \neg \exists s''.\ \langle s,s'' \rangle \in ||D||\}$
7. $||D_1;D_2||^M := \{\langle s,s' \rangle : \exists s''.(\langle s,s'' \rangle \in ||D_1|| \wedge \langle s'',s' \rangle \in ||D_2||)\}$

Pomiędzy powyższymi definicjami nie ma definicji znaczenia znanych z podstawowego *DRT* operatorów $\Rightarrow$ i $\vee$. Na podstawie podobieństwa funkcji operatora ';' do klasycznej koniunkcji, analogicznie jak w logice predykatów, wspomniane operatory można zdefiniować przy pomocy operatorów ';' oraz $\neg$:

$$||D_1 \Rightarrow D_2|| := ||\neg(D_1; \neg D_2)||,\ ||D_1 \vee D_2|| := ||\neg(\neg D_1; \neg D_2)||.$$

W rezultacie własności semantyczne tych operatorów: znana z podstawowego *DRT* identyczność kwantyfikacji uniwersalnej i $\Rightarrow$ oraz zasady dostępności znaczników w zagnieżdżonych DRS'ach wprowadzanych przez te operatory, pozostają niezmienione.

W klasycznej logice predykatów prawdziwość formuły jest określana w ustalonym kontekście interpretacji czyli ustalonym modelu (obejmującym interpretację stałych). W dynamicznym podejściu do znaczenia stan kontekstu interpretacji zmienia się. W *D-DRT* na stan kontekstu interpretacji składają się (Def. 5.2.1-3): stały element - przyjęty model, oraz zmienny element - wartościowanie wejściowe. Stąd też, prawdziwość formuły jest ustalana w odniesieniu do ustalonego stanu wejściowego: modelu i wartościowania wejściowego. Wyraża to poniższa definicja (Def. 5.2.1-4):

Def. 5.2.1-4 Prawdziwość D-DRS'a przy zadanym wartościowaniu

> D-DRS *D* jest prawdziwy w modelu *M* przy ustalonym wartościowaniu wejściowym *s*, co oznaczamy przez $M,s \models D$, w.t.w., gdy istnieje wartościowanie *s'* takie, że $\langle s,s' \rangle \in ||D||^M$.

W kompozycyjnym *DRT* konstruujemy najpierw struktury reprezentacji dla poszczególnych zdań a następnie łączymy je operatorem sekwencji w strukturę reprezentacji całego dyskursu. Z racji własności operatora sekwencji, mamy do wyboru dwie drogi:

- dobór takich znaczników dla poszczególnych zdań, które pozwalają uniknąć destrukcyjnego podstawienia,
- swobodny dobór wprowadzanych znaczników (z wyjątkiem anaforycznych, takich samych dla kolejnych wiązanych wyrażeń) a następnie zastosowanie jednej z możliwych strategii łączenia [EijKam97:26], implementowanej poprzez wprowadzenie dodatkowego operatora łączenia (ang. *merge*), który albo występuje w reprezentacji pośredniej (metajęzyku - takie rozwiązanie zastosowali Eijck i Kamp [EijKam97:rozdz. 7÷8]) albo staje się częścią zmodyfikowanego języka DRS otrzymując pełną semantykę (takie rozwiązanie jest możliwe na bazie propozycji Vermeulena [Vermeu93]– rozdział 5.2.2).

Pierwsza droga gubi cechy kompozycyjności, konstruując reprezentację dla fragmentu dyskursu musimy uwzględniać szeroki kontekst całego dyskursu. Nie mniej jednak, należy tu podkreślić, że większość podejść (w tym wszystkie omawiane w [EijKam97]) stosują to rozwiązanie w modelowaniu anafory. Powiązania anaforyczne są budowane poprzez dobór identycznych znaczników. Znacznik dla zaimka nie jest wprowadzany, tylko używany jeden z już dostępnych (brak warunku '='). Wszystkie te podejścia zakładają, że poszczególne NP w dyskursie zostały opatrzone indeksami (tak jak to było czynione w niniejszej pracy w przykładach w poprzednich rozdziałach) określającymi powiązania anaforyczne już na etapie analizy składniowej. Następnie identyczność indeksu przekłada się na dobór identycznego znacznika. Eijck i Kamp argumentują, że [EijKam97:44]:

> "The only substantive contribution which classical *DRT* makes to the problem of anaphora resolution consists in what it has to say about the 'accessibility' of reference markers that have been introduced in one part of text to anaphoric expressions occurring elsewhere [...] Arguably this is as it should be. It would be unreasonable to demand of a theory of *linguistic* semantics – and it is that which *DRT* originally aimed at – that it incorporate a detailed account of anaphora resolution, which would have to rely on a host of pragmatic principles as well as on an indefinite amount of world knowledge."

Trudno się z powyższym nie zgodzić. Poprawne ustalenie powiązań anaforycznych wymaga często szczegółowej wiedzy o kontekście wypowiedzi a nawet rozległej wiedzy o rzeczywistości. A i to, bardzo często, intencje nadawcy pozostają niejednoznaczne dla odbiorcy. Wydaje się jednak, że rolą teorii semantycznej jest dążenie do formułowania zasad ograniczających pole niejednoznaczności (której nigdy nie można w pełni wyeliminować) w wyznaczaniu poprzednika. W tym kierunku podąża *DRT* (podstawowe i DRT_{Plur}), definiując warunek dostępności i warunki wynikające ze struktury składniowej, które muszą być spełnione przez poprzedników anaforycznych. Dlaczego by nie sformułować analogicznych warunków koniecznych dla doboru poprzedników, warunków o charakterze semantycznym, odwołujących się do własności semantycznych potencjalnych poprzedników?

Abstrahując od powyższej dyskusji, kompozycyjne wersje *DRT*, w większości, porzucają tą swoją istotną funkcję. Pojęcie dostępności teoretycznie jest zachowane (struktura DRS'ów jest identyczna jak w podstawowym *DRT*), ale nie jest wykorzystywane! Znaczniki są dobierane na podstawie indeksów w strukturze syntaktycznej (np. [EijKam97, Muskens96]), których istnienie jest założone jako warunek wejściowy, a to, co kompozycyjne *DRT* robią w rzeczywistości, to składanie częściowych DRS'ów w wynikowy. Jednocześnie, poprzez odpowiednie manipulacje znacznikami, zabezpieczają przed powstaniem DRS'ów niepoprawnych. Pojęcie dostępności nie może być wykorzystywane w momencie określania powiązań anaforycznych, ponieważ na etapie ustalania indeksów żaden DRS jeszcze nie istnieje! Problem te stanowi chyba najpoważniejsze wyzwanie dla konstrukcji w pełni kompozycyjnej *DRT*. Próba rozwiązania tego problemu zostanie podjęta w rozdziałach 6 i 7.

Jak już było wspomniane powyżej, kompozycyjne podejścia do konstrukcji DRS'a dla całego dyskursu opierają się na wprowadzeniu dodatkowego operatora łączenia, który jest częścią specjalnego metajęzyka (najczęściej) lub staje się częścią języka przedmiotowego (np. [Vermeu93]). Systematyczny przegląd istniejących podejść podają Eijck i Kamp [EijKam97:26-33], tu przytoczymy jedynie kilka najważniejszych obserwacji.

Wprowadźmy dodatkowy operator łączenia częściowych DRS'ów, oznaczany '•'. Otrzymujemy język, który jest traktowany w większości podejść jako metajęzyk[54] opisu kompozycyjnej konstrukcji *DRT*. Pośród możliwych sposobów interpretacji operatora '•' wyłaniają się dwie podstawowe grupy:

- metody nie zmieniające nazw znaczników: redukcje *symetryczna* i '*rozważna*' (ang., odpowiednio, *symmetric* i *prudent* – 'ignorujące' na podstawie analizy kontekstu semantycznie powtórne wprowadzenie znacznika), redukcja *częściowa* (ang. *partial* - określająca działanie operatora '•' tylko do tych sytuacji, gdzie nie występuje destrukcyjne podstawienie, np. [Muskens96]) oraz redukcja *destrukcyjna* (ang. *destructive* – przyzwalająca na destrukcyjne podstawienie, operator '•' jest równoważny operatorowi ';', nie wszystkie struktury powstające w wyniku kompozycji są DRS'ami);
- metody bazujące na strategiach zmiany nazw znaczników (ang. *renaming strategy*): *deterministyczna redukcja z podstawieniem* (ang. *deterministic merge with substitution* – np. [Vermeu93], gdzie 'kolidujące' znaczniki z dołączanego DRS'a są zastępowane nowymi poprzez podstawienie określone w ściśle deterministyczny sposób, na bazie porządku zupełnego na zbiorze znaczników, operator '•' otrzymuje pełną semantykę), *niedeterministyczna redukcja z podstawieniem* (ang. *indeterministic merge with substitution* – własna metoda zaproponowana przez Eijcka i Kampa, gdzie podstawienie dokonuje się niedeterministycznie w ramach określonych warunków wynikających z konstrukcji łączonych DRS'ów).

W obydwu metodach konieczność zmiany nazwy pojawia się gdy wprowadzany jest nowy znacznik i 'koliduje' on z już używanymi znacznikami [EijKam97:32]:

[54] Z wyjątkiem, jak to było już wcześniej wspomniane, podejścia Vermeulena, gdzie semantyka analoga operatora '•' została zdefiniowana w ramach języka przedmiotowego.

$$((R \bullet v) \bullet R') \Rightarrow \begin{cases} ((R;v);R') & \text{gdy } v \notin intro(R) \cup fix(R) \\ ((R;w);[w/v]R') & \text{gdy } v \in intro(R) \cup fix(R) \text{ oraz } w \notin (intro(R) \cup fix(R)) \cup (intro(R') \cup fix(R')) \end{cases}$$

Dodawany nowy znacznik, *w* w powyższym równaniu, jest dobierany w taki sposób, aby uniknąć sytuacji destrukcyjnego podstawienia zarówno w stosunku do już używanych znaczników, jak też i w stosunku do znaczników, które są używane w dołączanym D-DRS'ie (*R'*). Dodatkowo, w celu zachowania właściwych powiązań anaforycznych[55] podstawienie jest 'propagowane' w prawo na dołączane D-DRS'y.

Zastosowanie *D-DRT* (Eijcka i Kampa) do kompozycyjnej interpretacji znaczenia dyskursu zostanie omówione w oparciu o prosty przykład [EijKam97:40-42]. Rozważmy poniższy dyskurs:

194) [The man who smiles]$^{1}{}_{2}$ *does not hate Bill*$_3$*. He*$_1$ *respects Bill*$_3$*.*

W myśl przyjętej prostej gramatyki kategorialnej [EijKam97:38], strukturę drzewa rozbioru składniowego pierwszego zdania można opisać następująco:

(20) S (
NP(DET
CN(CN CN\CN(REL VP)))
VP(AUX VP(TV NP)))

Słownik semantyczny przypisuje każdemu leksemowi wyrażenie w metajęzyku, powstałym w wyniku rozszerzenia języka D-DRS o operator '•' (interpretowany niedeterministycznie) i operator lambda działający w ramach *logiki typów*. Dla składników frazy względnej (węzeł CN\CN) oraz rzeczownika otrzymujemy:

(21) $||who||^{\text{D-DRT}} := \lambda P.\lambda Q.\lambda v.(Q(v) \bullet P(v))$, $||smile||^{\text{D-DRT}} := \lambda v(\mathbf{smile}(v))$,
$||man||^{\text{D-DRT}} := \lambda v(\mathbf{man}(v))$

Znaczenie frazy względnej otrzymujemy w wyniku lambda-redukcji:

(22) $\lambda P.\lambda Q.\lambda v.\ (Q(v) \bullet P(v))(\ \lambda v(\mathbf{smile}(v))\ )$

(23) $\lambda Q.\lambda v.(\ Q(v) \bullet \lambda w(\mathbf{smile}(w))(v)\ )$

(24) $\lambda Q.\lambda v.(\ Q(v) \bullet \mathbf{smile}(v)\ )$

Z punktu widzenia logiki typów, w ramach, której jest zdefiniowany operator lambda, znaczniki mają charakter stałych logicznych, określonego typu.

(25) $\lambda v.(\ \lambda w(\mathbf{man}(w))(v) \bullet \mathbf{smile}(v)\ )$

(26) $\lambda v.(\ \mathbf{man}(v) \bullet \mathbf{smile}(v)\ )$

Znaczenie przypisywane do *the* sygnalizuje konieczność powiązania znacznika określonej NP zależnością anaforyczną z innym znacznikiem dostępnym z kontekstu (w przypadku rozważanego zdania znacznika takiego brak):

(27) $||the^{1}{}_{2}||^{\text{D-DRT}} := \lambda P.\lambda Q.(\ u_1; u_1 = u_2 \bullet P(u_1) \bullet Q(u_1)\ )$

Poprzez lambda redukcje otrzymujemy znaczenie pierwszej NP:

(28) $\lambda Q(\ u_1; u_1 = u_2 \bullet \lambda v(\ \mathbf{man}(v) \bullet \mathbf{smile}(v)\ )(u_1) \bullet Q(u_1)\ )$

(29) $\lambda Q(\ u_1; u_1 = u_2 \bullet \mathbf{man}(u_1) \bullet \mathbf{smile}(u_1) \bullet Q(u_1)\ )$

Analogicznie postępujemy z pozostałą częścią zdania. Warto tu zwrócić uwagę na znaczenie przypisywane do imienia *Bill*. Podobnie, jak w przypadku znaczenia *the*, wprowadzane jest tu wiązanie. Tym razem wiązanie następuje ze stałą *b*, 'symulującą' "zewnętrzne zakotwiczenie"[56] (w szerokim kontekście interpretacji).

(30) $||Bill_3||^{\text{D-DRT}} := \lambda P(\ u_3 = b \bullet P(u_3)\ )$, $||hate||^{\text{D-DRT}} := \lambda P \lambda w(\ P(\lambda v(\mathbf{hate}(w,v)))\ )$,
$||does\ not||^{\text{D-DRT}} := \lambda P \lambda v(\ \neg P(v)\ )$

dla frazy *does not hate Bill*$_3$ otrzymujemy

(31) $\lambda v \neg(\ u_3 = b \bullet \mathbf{hate}(v, u_3)\ )$

(32) $(\ u_1; u_1 = u_2 \bullet \mathbf{man}(u_1) \bullet \mathbf{smile}(u_1) \bullet \neg(\ u_3 = b \bullet \mathbf{hate}(u_1, u_3)\ )\ )$

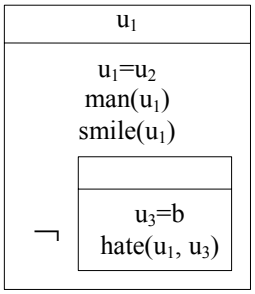
Otrzymane wyrażenie, reprezentujące znaczenie pierwszego zdania, jest następnie poprzez sekwencje *redukcji łączących* (ang. *merge reduction*) przekształcane do wyrażenia języka D-DSR:

[55] Ustalonych wcześniej, poza językiem D-DRS, poprzez nadanie odpowiednich nazw znacznikom.

[56] Rozwiązanie podobne do rozwiązania rozważanego w rozszerzeniach podstawowego DRT (5.1.5)

(33) (u_1;u_1=u_2;**man**(u_1);**smile**(u_1); ¬(u_3=b;**hate**(u_1, u_3)))

Graficzna postać DRS'a opisanego wyrażeniem (33) została przedstawiona na Rys. 5.2.1-1.



Rys. 5.2.1-1 Notacja graficzna DRS'a opisanego równaniem (33).

W reprezentacji utworzonej dla drugiego zdania dyskursu 194), znacznik dla zaimka *he* został dobrany w taki sposób[57], aby zamodelować powiązanie anaforyczne opisane indeksami:

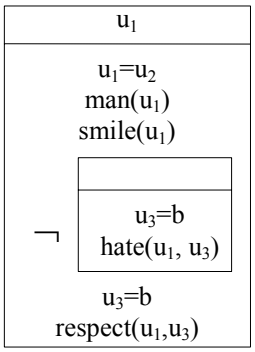
(34) (u_3=b•**respect**(u_1, u_3))

Warto tu zwrócić uwagę na istotną różnicę w stosunku do podstawowego *DRT*. NP(*he*) nie wprowadza nowego znacznika, który następnie byłby identyfikowany z jednym z dostępnych znaczników. Zamiast tego używany jest jeden z wprowadzonych już wcześniej znaczników. Dobór znacznika wynika z przyjętego indeksu w strukturze składniowej. W ten sposób mechanizm dostępności znaczników oraz ta część podstawowego *DRT*, która jest poświęcona modelowaniu właściwości powiązań anaforycznych, została 'wyłączona' w *D-DRT*.

Znaczenie całego dyskursu możemy opisać poprzez połączenie reprezentacji zdań składowych:

(35) λpλq(p•q)(u_1;u_1=u_2;**man**(u_1);**smile**(u_1); ¬(u_3=b;**hate**(u_1, u_3)))(u_3=b•**respect**(u_1, u_3))

Po połączeniu reprezentacji obydwu zdań operatorem '•' i wykonaniu redukcji łączącej otrzymujemy reprezentację przedstawioną w formie graficznej na Rys. 5.2.1-2.



Rys. 5.2.1-2 Notacja graficzna DRS'a opisanego równaniem (35).

W zacytowanym powyżej przykładzie nie zaszła konieczność zmiany nazwy znacznika podczas wykonywania redukcji łączącej. Przykład, w którym taka konieczność by zachodziła można łatwo skonstruować. Wszystko zależy od indeksów przypisanych poszczególnym NP np. [EijKam97:33]:

195) A man[1] *enters. A woman*[1] *smiles.*

Ponieważ jednak indeksy decydują o sposobie interpretacji anafory, to tego typu przypisanie prowadziłoby, w tym przypadku, do braku możliwości utworzenie powiązania z NP(*a man*). Nazwy wszystkich znaczników u_1 zostałyby zmienione w momencie dołączania reprezentacji NP(*a woman*). Tym samym mechanizm łączenie pozostaje tylko i wyłącznie ciekawym rozwiązaniem

[57] Zgodnie ze słownikiem *D-DRT* [EijKam97:39], zaimek osobowy wprowadza znacznik u_i, gdzie i to indeks wynikający z indeksacji przypisanej na poziomie składniowym.

formalnym. Zdolność do poprawnej reprezentacji anafory leży poza *D-DRT*, w założonych przez nią rozwiązaniach w dziedzinie składni.

5.2.2. *System referencyjny* Vermeulena

Rozwiązanie zaproponowane przez Vermeulena, w dziedzinie formalnego opisu procesu łączenia struktur reprezentacji 'typu DRS', posiada dwie interesujące cechy sprawiające, że warto się mu bliżej przyjrzeć:

- mechanizmy łączenia się struktur są opisane na poziomie języka przedmiotowego a nie metajęzyka (w rezultacie operator łączenia ma w pełni zdefiniowaną semantykę),
- koncepcja pojęcia zmiennej jest bliska koncepcji zmiennej w językach programowania.

Punktem wyjścia koncepcji Vermeulena [Vermeu93:408-411] jest wydzielenie w semantyce języka typu DRS dwóch składowych komponentów: *kontekstu* (ang. *context*) i *zawartości informacyjnej* (ang. *information content*). Komponent kontekstu determinuje (ang. *control*) odpowiedni sposób łączenia się zmiennych. Pod względem funkcjonalnym, stanowi połączenie zasad dostępności znaczników w podstawowym *DRT* wraz z redukcja łącząca w kompozycyjnych wersjach *DRT*. Komponent zawartości informacyjnej wyraża ograniczenia na wartości przypisane do zmiennych.

Zmienne logiczne w klasycznej koncepcji Fregego nie posiadają denotacji. Natomiast tu, można zaobserwować, że zmienne w ramach obydwu wydzielonych powyżej komponentów pełnią różne choć wzajemnie uzupełniające się role: w ramach komponentu kontekstu umożliwiają określenie powiązań pomiędzy strukturami, a w ramach komponentu zawartości informacyjnej są 'nośnikami informacji'. Vermeulen zauważa, że [Vermeu93:411]:

> "In the computer science notion of variable a distinction is made between the syntactic variable, or variable name, and the real variable, which is usually thought of as some location (in the memory of computer) where information can be stored. Thus it becomes possible to distinguish three things for each variable: its name, the variable itself and the information that is stored in the variable."

Pierwszym krokiem w celu formalizacji powyższego sposobu postrzegania zmiennej jest wprowadzenie pojęcia *systemu referencyjnego* (ang. *Referent System*, dalej *RS*). System referencyjny definiuje relację pomiędzy nazwą zmiennej i jej referentem – 'miejscem w pamięci'. Niech $NOM:=\{x_1, x_2, x_3, ...\}$ będzie nieskończonym, ustalonym zbiorem nazw zmiennych. Zakładamy, że spośród nieskończonego zbioru nazw zmiennych tylko skończona ich liczba jest używana w danym momencie. Każdej używanej nazwie zmiennej przypisane jest *miejsce w pamięci* (*referent*). Zakładamy istnienie nieskończonego zbioru miejsc w pamięci. Liczba używanych zmiennych może się zmieniać w miarę *łączenia* kolejnych *RS* (operacja zdefiniowana poniżej), jednak zawsze łączna liczba wykorzystanych miejsc w pamięci jest skończona. Od zbioru miejsc w pamięci nie wymagamy żadnych własności [Vermeu93:411]:

> „[...] referents in our set up are just locations in memory that we happen to have reserved to store a particular piece of information. We do not want to include in our model any assumptions about the nature of the structure of memory."

Dowolny nieskończony zbiór może spełniać rolę pamięci. Miejsce w pamięci nabiera wszystkich istotnych cech w wyniku *akcji* deklaracji zmiennej. Akcja deklaracji zmiennej tworzy nową zmienną nadając nazwę miejscu w pamięci. Nieskończony zbiór miejsc w pamięci[58] gwarantuje, że operacja utworzenia nowej zmiennej jest zawsze możliwa do wykonania. System referencyjny stanowi formalny opis aktualnego stanu zbioru zmiennych. *RS* opisuje również dynamikę stanu

[58] Mniej istotna jest liczność zbioru nazw – te same nazwy mogą być wykorzystywane wielokrotnie.

pamięci określając powiązania aktualnego stanu ze stanem poprzedzającym (*import*) i stwarzając możliwości powiązań (*eksport*) ze stanem następującym po danym[59].

Def. 5.2.2-1 *System referencyjny* (ang. *Referent System*)

Trójka (*I*, *R*, *E*) jest systemem referencyjnym w.t.w., gdy:

1. *R* jest skończonym zbiorem – zbiorem *referentów*.
2. *I* jest różnowartościową częściową funkcją (ang. *partial injection*) $NOM \rightarrow R$.
3. *E* jest różnowartościową częściową funkcją (ang. *partial injection*) $R \rightarrow NOM$.

Funkcja *I* będzie nazywana dalej *funkcją importującą*, natomiast *E – funkcją eksportującą*. Obydwie będą zapisywane w notacji prefiksowej. Funkcja importująca określa, którzy referenci są przejmowani z kontekstu i pod jakimi nazwami np. $xI = r$ oznacza, że referent *r* nie jest wprowadzany w bieżącym *RS* i, że jest tym referentem, który został uprzednio nazwany *x*. Funkcja eksportująca określa, którzy referenci mogą być przejęci z kontekstu w *RS* następującym w złożeniu po danym i pod jakimi nazwami np. zapis $rE = x$ oznacza, że bieżącą nazwą referenta *r* staje się *x* i pod nazwą *x* może on zostać zaimportowany przez kolejny *RS*.

Różnowartościowość funkcji *I* i *E* zapewnia istnienie funkcji odwrotnych. Własność ta ma bardzo istotne konsekwencje dla całej teorii.

Wybór konkretnego zbioru *R* nie ma wpływu na własności *RS*. Dowód tego faktu formułuje Vermeulen [Vermeu93:413-414] w oparciu o zdefiniowane pojęcie homomorfizmu dwóch systemów referencyjnych[60].

Funkcję importową można również postrzegać w kategoriach specyfikacji referentów 'potrzebnych' danemu *RS* do działania. Warto tu podkreślić, że dzieje się to poprzez określenie nazw referentów. Analogicznie, rola funkcji eksportowej sprowadza się do przekazania wybranych referentów, pod określonymi nazwami 'do dalszego wykorzystania'. Intuicje te formalizuje definicja operatora łączenia dwóch *RS* [Vermeu93:415].

Def. 5.2.2-2 Operator łączenia (ang. *merger*) dwóch systemów referencyjnych

Niech (*I*, *R*, *E*) i (*I'*, *R'*, *E'*) będą dwoma systemami referencyjnymi. Operator łączenia dwóch systemów referencyjnych '•' zdefiniowany jest następująco:

$(I', R', E') = (I, R, E) \bullet (I', R', E')$ w.t.w., gdy

1. $R'' = (R \oplus R')/\sim$
   gdzie '$\oplus$' oznacza *sumę rozłączną*[61] oraz '$\sim$' to najmniejsza relacja równoważności taka, że:
   dla dowolnych $r \in R$, $r' \in R'$ relacja $r \sim r'$ jest spełniona w.t.w., gdy $rEI' = r'$
   (Zapis '/$\sim$' oznacza usunięcie ze zbioru wszystkich elementów pozostających w relacji równoważności z wyjątkiem jednego.)
2. $xI'' =$
   - xI jeżeli xI jest zdefiniowana;
   - $xI'' = xI'$ jeżeli xI' jest zdefiniowana oraz xI nie jest zdefiniowana i dla żadnego $r \in R : r \sim xI'$;
   - w przeciwnym wypadku xI'' jest niezdefiniowana.
3. $rE'' =$
   - rE' jeżeli $r \in R'$ oraz rE' jest zdefiniowana;

[59] Rozszerzając trochę metaforę programistyczną użytą przez Vermeulena, można stwierdzić, że *RS*, postrzegany jako 'procedura', charakteryzuje zmienne jako przynależące do dwóch nierozłącznych klas: wejściowych i wyjściowych.

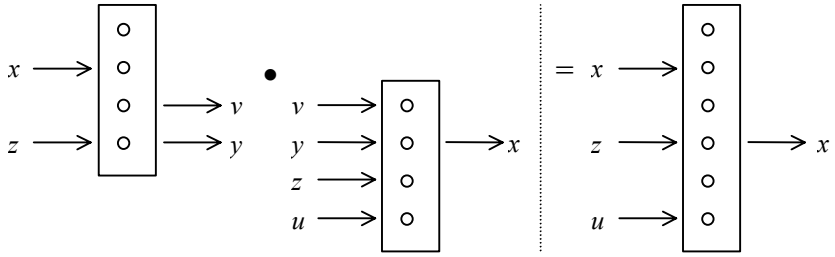
[60] Homomorfizm jest tu funkcją z jednego zbioru referentów w drugi, taką, że własności funkcji importu i eksportu zostają zachowane z dokładnością do nazw zmiennych [Vermeu93:413].

[61] Suma rozłączna zbiorów jest tu rozumiana jako suma zbiorów, w których nie występują identyczne elementy. W przeciwnym przypadku przed złączeniem jeden ze zbiorów jest przekształcany odwzorowaniem izormoficznym względem całego *RS* (zgodnie z definicją, *RS* nie zmienia swoich własności).

- *rE* jeżeli $r \in R$ oraz *rE* jest zdefiniowana i dla żadnego $r \in R$: $r \sim r'$ oraz dla żadnego $r' \in R'$: $r'E' = rE$;
- w przeciwnym wypadku *rE''* jest niezdefiniowana.

Def. 5.2.2-2 wymaga kilku dodatkowych wyjaśnień. Relacja równoważności w punkcie 1 oznacza, że dwaj referenci są ze sobą identyfikowani, jeżeli mają tą samą nazwę w momencie łączenia (zachodzi 'transakcja' pomiędzy *RS*'ami). Zarówno funkcja importu, jak i eksportu przestrzega w pierwszej kolejności zasady 'chronologicznego' przysłaniania. W przypadku importu, funkcja importu pierwsza w sekwencji przysłania drugą (2 – pierwszy podpunkt). W przypadku eksportu dzieje się odwrotnie. Funkcja importu z drugiego elementu staje się obowiązująca dla złożenia *RS*'ów pod warunkiem, że nazwa, którą importuje nie jest eksportowana przez pierwszy (import został 'zrealizowany'). W przypadku eksportu, punkt 3, poza przysłanianiem przez drugi człon (liczy się nadawana nazwa), sprawdzane jest, czy drugi człon nie dokonał importu referenta eksportowanego przez człon pierwszy.

Działanie operatora łączenia można zilustrować Rys. 5.2.2-1 [Vermeu93:416] (strzałki po lewej stronie definiują funkcję importu, po prawej funkcję eksportu).



Rys. 5.2.2-1 Diagram ilustrujący działanie operatora łączenia w systemie referencyjnym.

Rys. 5.2.2-1 podkreśla istotną własność operatora łączenia: pewni referenci, mimo, że w wyniku łączenia przestają być eksportowani, to nadal pozostają w zbiorze referentów wynikowego *RS*. Ma to istotne konsekwencje dla zastosowań *RS* w semantyce dynamicznej. Mimo braku nazwy referent pozostaje a wraz z nim przypisana do niego wartość.

Vermeulen wykazał, że w pewnej klasie *RS* operator łączenia jest łączny i dowolny *RS* może być skonstruowany ze skończonej liczby prostych *RS* importujących lub eksportujących pojedynczych referentów.

Patrząc z praktycznego punktu widzenia, *RS* może być zastosowany do opisu związku pomiędzy wyrażeniami składowymi, związków realizowanych poprzez zmienne (komponent kontekstu). Na przykład, analizując wyrażenie logiki predykatów $P(x)$, gdzie P to dowolny symbol predykatywny, wyrażenie stanowiące formułę otwartą, możemy jego własności łączenia się z innymi wyrażeniami składowymi opisać następującym *RS*: $(\{\langle x,r\rangle\}, \{r\}, \{\langle r,x\rangle\})$. Wyrażenie $P(x)$ importuje zmienną x wprowadzaną przez kwantyfikator i 'przekazuje' ją dalej (eksport). Oczywiście, podany *RS* nic nie mówi jeszcze o wartościach jakie muszą się kryć za x, aby wyrażenie było spełnione. Staje się to możliwe, gdy połączymy *RS* np. ze zbiorem wartościowań określającym warunki prawdziwości.

Wprowadźmy prosty język dynamicznej logiki predykatów (z dokładnością do szczegółów składni, równoważny *DPL* [GroSto91]):

Def. 5.2.2-3 Składnia L_{DPL} – języka dynamicznej logiki predykatów [Vermeu93:423]

Niech $\{x, y, z, x_1, x_2, ...\}$ to przeliczalny zbiór nazw zmiennych, $\{P, Q, R, ...\}$ to zbiór symboli relacyjnych. Zbiór formuł L_{DPL} to najmniejszy określony jest następująco:

1. $\bot$;
2. $\exists x$ dla każdej zmiennej x;
3. $P(x_1, ..., x_n)$ dla każdego n-argumentowego symbolu relacyjnego P i zmiennych $x_1,...,x_n$
4. $\phi.\varphi$ jeżeli ϕ, φ są formułami L_{DPL};
5. $(\phi \rightarrow \varphi)$ jeżeli ϕ, φ są formułami L_{DPL};

Nieobecne w składni L_{DPL} operatory można wyrazić jako skróty notacyjne: $\forall x(\phi):=(\exists x\rightarrow\phi)$ oraz $\neg(\phi):=(\phi\rightarrow\bot)$.

Pierwszym krokiem w konstrukcji interpretacji L_{DPL} w oparciu o *RS* jest utożsamienie zbioru zmiennych L_{DPL} (na poziomie składniowym) z zbiorem *NOM* systemu referencyjnego. Następnie, interpretacja języka L_{DPL}, zgodnie z tym, co już było sugerowane wcześniej, zostanie oparta na strukturach semantycznych powstałych w wyniku połączenia *RS* ze zbiorami funkcji wartościujących. Powstałe konstrukcje, zdefiniowane poniżej, z racji ich przeznaczenia, zostały nazwane strukturami dyskursu (ang. *Discourse Structures*, dalej *DS*).

Def. 5.2.2-4 *Discourse Structures* (struktury dyskursu)

Niech *D* będzie dowolnym niepustym zbiorem – dziedziną interpretacji L_{DPL}.

1. Strukturą dyskursu δ nazywamy parę $(\sigma_\delta, F_\delta)$, gdzie $\sigma_\delta=(I_\delta, R_\delta, E_\delta)$ jest systemem referencyjnym i F_δ to zbiór funkcji wartościujących: $R_\delta \rightarrow D$;
2. Homomorfizm struktur dyskursu $\Phi:\delta\rightarrow\varepsilon$ składa się z:
   - homomorfizmu (składowych) systemów referencyjnych Φ_1: $\sigma_\delta\rightarrow\sigma_\varepsilon$,
   - oraz funkcji Φ_2: $F_\varepsilon\rightarrow F_\delta$ takiej, że dla każdej $f\in F_\varepsilon$: $f\Phi_2=\Phi_1\circ f$. (Tym samym $\forall f\in F_\varepsilon : \exists g\in F_\delta : g=\Phi_1\circ f$)
3. Jeżeli δ i ε są strukturami dyskursu, to operator łączenia '$\bullet$', zapisywany $\gamma=\delta\bullet\varepsilon$, zdefiniowany jest następująco:
   - $\sigma_\gamma=\sigma_\delta\bullet\sigma_\varepsilon$,
   - oraz $F_\gamma=\{f: R_{\delta\bullet\varepsilon}\rightarrow D : f|_{R_\delta}\in F_\delta$ oraz $f|_{R_\varepsilon}\in F_\varepsilon\}$, gdzie zapis $f|_A$ oznacza obcięcie funkcji do dziedziny *A*.

Def. 5.2.2-4 łączy *RS* ze zbiorem funkcji wartościujących (punkt 1) określonych na zbiorze referentów a nie na zmiennych (podział: nazwa zmiennej – referent – wartość 'przechowywana' w referencie). Funkcje wartościujące w *DS* są całkowite na zbiorze referentów składowego *RS*. Zbiór ten jednak stanowi podzbiór zbioru wszystkich możliwych referentów. W rezultacie całkowite funkcje są wykorzystane do wyrażenia częściowej informacji opisywanej przez pojedynczą *DS*. W punkcie 2 pojęcie homomorfizmu *DS* jest wprowadzane jako naturalne rozszerzenie homomorfizmu *RS* o warunek 'zgodności behawioralnej' funkcji wartościujących (przypisują identyczne wartości referentom identycznym z dokładnością do odwzorowania Φ_1). Operator łączenia *DS* przeciąża operator łączenia *RS* definiując dodatkowo wynikowy zbiór funkcji wartościujących jako funkcji określonych na wynikowym zbiorze referentów, zachowujących wartościowanie przypisywane poszczególnym referentom w odpowiednich *DS* składowych. Warto tu zauważyć, że jeżeli dwaj referenci zostali utożsamieni ze sobą poprzez eksport-import (Def. 5.2.2-2), to operator łączenia *DS* narzuca warunek jednakowego wartościowania obydwu referentów (nie ma możliwości ich rozróżnienia w $R_{\delta\bullet\varepsilon}$).

Jak już to było wiele razy widoczne, semantyka dynamiczna nadaje specyficzną interpretację implikacji zarówno w zakresie wiązania zmiennych (komponent kontekstu), jak i też ich wartościowania. W celu poprawnego opisu właściwości implikacji, niezbędne jest wprowadzenie do *RS* dodatkowego operatora implikacji (właściwości kontekstowe) i przeciążenie go do operatora implikacji na *DS*.

Def. 5.2.2-5 Operator implikacji w strukturach dyskursu

1. Dla dowolnych dwóch *RS* σ, τ operator implikacji, zapisywany $(\sigma\rightarrow\tau)$, definiujemy następująco:
   - $(\sigma\rightarrow\tau):=(I,R,E)$, gdzie $I=I_{\sigma\bullet\tau}$, $R=$ *przeciwdziedzina*(I) oraz $E=I^{-1}$.
2. Dla dowolnych dwóch *DS* δ, ε, operator implikacji, zapisywany $(\delta\rightarrow\varepsilon)$,definiujemy następująco:
   - $(\delta\rightarrow\varepsilon):=((\sigma_\delta\rightarrow\sigma_\varepsilon), F)$, gdzie $f\in F$ w.t.w., gdy $R_{(\sigma_\delta\rightarrow\sigma_\varepsilon)}\rightarrow D : \forall g\in F_\delta :$ $f|_{dziedzina(g)}\leq g\rightarrow\exists h\in F_{\delta\bullet\varepsilon} : f\leq h$ & $g\leq h$.

Operator implikacji *RS* (Def. 5.2.2-5, punkt 1) 'domyka' wynikowy *RS* – jego funkcja eksportu jedynie kopiuje zaimportowanych referentów (analogicznie dzieje się w kompozycyjnym *DRT* i *DPL*). Natomiast import referentów przez obydwa składowe *RS* jest określony zgodnie z zasadami łączenia *RS*. Na zbiór funkcji wartościujących *DS*, powstający w wyniku działania operatora implikacji, nałożone są ograniczenia (punkt 2) analogiczne jak w kompozycyjnym *DRT* i *DPL*. Ponieważ, docelowo, w interpretacji L_{DPL} (dalej w tym rozdziale), zbiór funkcji wartościujących będzie równoważny ze zbiorem wartościowań spełniających określoną formułę, funkcje ze zbioru pierwszego członu muszą rozszerzać[62] funkcję wejściową a z kolei funkcje drugiego członu muszą rozszerzać funkcje pierwszego. Pojawia się tu jednak kilka szczegółów technicznych komplikujących definicję (punkt 2). Z racji skończonych dziedzin funkcji oraz możliwości pojawienia się w $(\sigma_\delta \rightarrow \sigma_\varepsilon)$ referentów nieobecnych[63] w σ_δ konieczne jest ograniczenie wymogu rozszerzania *f* przez *g* wyłącznie do dziedziny R_{σ_δ}. Analogicznie dla funkcji *h* niewystarczający jest warunek $g \leq h$. W dziedzinie *g* może brakować niektórych referentów obecnych w dziedzinie *f* (importowanych przez cały $(\sigma_\delta \rightarrow \sigma_\varepsilon)$). Konieczny jest dodatkowy warunek $f \leq h$. W kompozycyjnym *DRT* prosta przechodniość rozszerzeń wystarczy (rozdział 5.2.1), ponieważ mamy tam do czynienia z całkowitymi funkcjami wartościującymi. W *DS* wartościowania są całkowite, ale na ograniczonych zbiorach referentów poszczególnych *RS*.

Formułując interpretację L_{DPL} w oparciu o *DS* pojawia się kwestia wyboru zbioru referentów. Jak już to było wspomniane, może to być dowolny zbiór. Vermeulen zdecydował się na dość przewrotny zabieg użycia zbioru nazw zmiennych, czyli *NOM*, jako jednocześnie zbioru referentów.

Przy tak określonym *DS* interpretacja wyrażeń języka L_{DPL} sprowadza się do przypisania im w kompozycyjny sposób odpowiednich *DS*.

Def. 5.2.2-6 Interpretacja języka L_{DPL} oparta na strukturach dyskursu.

Niech $M=\langle D, Int\rangle$ to model L_{DPL}, gdzie *D* to dowolna niepusta dziedzina oraz *Int* to funkcja interpretująca symbole predykatywne.
Każda formuła L_{DPL} jest interpretowana jako *DS* w następujący sposób:

1. $||\bot||:=((\varnothing, \varnothing, \varnothing), \varnothing)$
2. $||\exists x||:= ((\varnothing, \{x\}, \langle x,x\rangle), D^{\{x\}})$
3. $||P(x_1, ..., x_n)||:= ((\{\langle x_1,x_1\rangle, ..., \langle x_n, x_n\rangle\}, \{x_1, ..., x_n\}, \{\langle x_1,x_1\rangle, ..., \langle x_n, x_n\rangle\}), \{f \in D^{\{x1, ..., xn\}} : \langle x_1, ..., x_n\rangle \in Int(P)\ \})$
4. $||\phi.\varphi||:= ||\phi|| \bullet ||\varphi||$
5. $||(\phi \rightarrow \varphi)||:= ||\phi|| \rightarrow ||\varphi||$

Punkty 2 i 3 (Def. 5.2.2-6) należy rozumieć jako zapis skrótowy wykorzystującego fakt, że nazwa zmiennej jest jednocześnie referentem tzn. $x_i=I(x_i)=E^{-1}(x_i)$.

W definicji $||\exists x||$ widać, że działanie kwantyfikatora egzystencjalnego sprowadza się do wprowadzenia nowego referenta eksportowanego następnie pod nazwą *x*. Z definicji operatora łączenia *RS* (Def. 5.2.2-2) wynika, że dla dowolnego *DS* δ eksportującego referenta *r* pod nazwą *x* jeżeli łączymy $\delta \bullet ||\exists x||$, to referent *r'* eksportowany w $||\exists x||$ pod tą samą nazwą przykrywa dotychczasowy eksport *r*. Mimo wszystko *r* pozostaje w zbiorze referentów $\delta \bullet ||\exists x||$ a wraz z nim muszą 'przetrwać' operacje łączenia wszystkich jego wartościowań („$\exists x$" w przeciwieństwie do „$P(x)$" nie dokonuje żadnej eliminacji wartościowań). Jednakże, w interpretacji L_{DPL}, wykorzystującej deterministyczny przydział podzbiorów *NOM* jako zbiorów referentów powstaje pozorna sprzeczność z ostatnim stwierdzeniem: *r*=*r'*. Rzeczywiście, przed złączeniem zarówno *r* jak i *r'* są równe nazwie *x* z *NOM*. W wyniku jednak sumy rozłącznej zbiorów referentów drugi z nich zostaje zastąpiony jego odwzorowaniem. W [EijKam97:31] (na potrzeby porównania z innymi me-

[62] „Rozszerzenie" funkcji *f* przez funkcję *g*, zdefiniowane na skończonych dziedzinach, oznaczane przez '≤', należy tu rozumieć (prawdopodobnie, ponieważ formalna definicja nie została przez Vermeulena podana) jako zawieranie się dziedzin i zgodność przypisywanych wartości dla części wspólnej dziedzin.

[63] Np. $P(x) \rightarrow Q(y)$ referent odpowiadający zmiennej *y* nie pojawia się w *RS* dla pierwszego członu.

chanizmami redukcji łączącej) proces ten jest formalizowany przy pomocy metafory stosu zmiennych, gdzie nowo-wprowadzane znaczniki są odkładane na szczycie (w połączeniu z odpowiednim podstawieniem w dołączanym wyrażeniu).

Kwantyfikatora egzystencjalny 'generuje' wszystkie możliwe wartościowania (brak ograniczeń), natomiast predykaty działają, w typowy dla semantyki dynamicznej sposób, jako testy np. [Vermeu93:425]:

$||P(x)||$ pozostawia jedynie te wartościowania referenta, czyli $E^{-1}(x)$, które spełniają P, z kolei $||\neg P(x)||$ tylko te, które nie spełniają, w rezultacie zbiór wartościowań $||P(x)||\bullet||\neg P(x)||$ jest pusty.

Formuły L_{DPL} określają jakie zmienne (referentów pod określonymi nazwami) potrzebują do swojego działania oraz jakie zmienne mogą być dalej wykorzystane w innych formułach. Ponadto wyrażają częściową informację deskryptywną o ograniczonych zbiorach referentów. W definicji relacji wynikania pomiędzy formułami ϕ i φ należy rozważać zarówno możliwość połączenia dwóch formuł (czy ϕ dostarcza wszystkich niezbędnych zmiennych do działania φ) oraz zgodność częściowej informacji deskryptywnej wyrażanej przez ϕ i φ. Obserwacje te formalizuje poniższa definicja relacji wynikania w L_{DPL} [Vermeu93:427]:

Def. 5.2.2-7 Relacja wynikania w L_{DPL} oraz pojęcia związane

1. Niech σ i σ' będą dwoma *RS*, wtedy relacja wynikania w *RS* zdefiniowana jest następująco: $\sigma|=\sigma$' w.t.w., gdy $dziedzina(I_{\sigma'})\subseteq przeciwdziedzina(E_{\sigma})$.
2. Niech δ i δ' będą dwoma *DS*, wtedy $\delta|=\delta$' w.t.w., gdy
   - $\sigma_{\delta}|=\sigma_{\delta'}$
   - oraz $\forall f\in F_{\delta} : \exists f'\in F_{\delta'} : I_{\delta'}\circ f'\subseteq E^{-1}\circ f$.
3. Dla dowolnych formuł L_{DPL} ϕ i φ relacja wynikania definiowana jest następująco: $\phi|=\varphi$ w.t.w., gdy $||\phi|| \models ||\varphi||$.
4. Formuła ϕ jest tautologią w.t.w., gdy $((\varnothing, \varnothing, \varnothing), \varnothing) \models ||\phi||$.

Analizując Def. 5.2.2-7 widać, że wspomnianą wcześniej zdolność ϕ do dostarczenia φ niezbędnych zmiennych warunkuje relacja wynikania pomiędzy odpowiednimi składowymi systemami *RS*. Ponadto wymagamy, aby dla każdego wartościowania z *DS* przesłanki istniało rozszerzające je wartościowanie w wynikającym *DS*. Oznacza to, że [Vermeu93:428][64]:

> "[...] to guarantee that δ allows more values for the referents than δ'. For otherwise there is more information about those referents in δ' than in δ."

Tym samym relacja wynikania i implikacji są powiązane ze sobą [Vermeu93:428]:

(36) $||\phi|| \models ||\varphi||$ w.t.w., gdy $F_{||(\phi\rightarrow\varphi)||}\neq\varnothing$ & $I_{||(\phi\rightarrow\varphi)||}= I_{||\phi||}$.

Zaproponowane przez Vermeulena jednoznaczne procedury translacji pomiędzy językiem L_{DPL} a podstawowym *DRT* oraz *DPL* (lub kompozycyjnymi wersjami *DRT*) wykazują adekwatność opisową proponowanego podejścia w stosunku do wspomnianych formalizmów.

Zaproponowany mechanizm 'automatycznego' łączenia się wyrażeń, rozdzielenia aspektu znaczenia wyrażającego zależność od kontekstu od aspektu deskryptywnego, sprawiają wrażenie zasadniczego kroku w kierunku w pełni kompozycyjnej reprezentacji anafory. Zmiana w tym kierunku nie jest jednak na tyle duża na ile sugeruje to elegancka konstrukcja systemu Vermeulena. Ciągle powiązanie anaforyczne zależy od uprzedniego doboru nazw zmiennych! Nazwy muszą być identyczne, aby nastąpiło powiązanie poprzez funkcje eksportu i importu. Znika natomiast problem destrukcyjnego podstawienia (wartościowanie odnosi się do referentów a nie do nazw zmiennych) oraz konieczność stosowania metajęzyka (pośredniczącego pomiędzy dyskursem a jego 'właściwą' interpretacją logiczną). Część mechanizmów reprezentacji zostało 'zlokalizowanych' do częściowych reprezentacji w ramach poszczególnych wyrażeń L_{DPL}. Warto jeszcze raz podkreślić, że ciągle przed konstrukcją reprezentacji dyskursu musimy ustalić nazwy zmiennych dla wszystkich elementów biorących udział w reprezentacji powiązań anaforycznych.

[64] Cytat przytoczony z dokładnością do skorygowanego błędnego oryginalnego odwrotnego rozmieszczenia znaków prim w pierwszym zdaniu.

Vermeulen sugeruje [Vermeu93:437-438] możliwość reprezentacji niejednoznaczności anafory poprzez zmodyfikowanie funkcji importu i eksportu do funkcji wiążących z referentem nie nazwę a zbiór nazw. Operator łączenia utożsamiałby ze sobą tych referentów, dla których część wspólna dwóch zbiorów nazw byłaby największa. Propozycja ta (wzmiankowana jedynie) nie likwiduje jednak przyczyny problemu. Możemy wyrazić niejednoznaczność anafory, ale ciągle musimy precyzyjnie określić zbiór potencjalnych poprzedników i przypisać im na etapie konstrukcji wyrażeń L_{DPL} odpowiednie nazwy. Chyba, żebyśmy zrobili jeszcze jeden krok do przodu i do działania importu i eksportu włączylibyśmy dodatkowe informacje (poziomy semantyczny i pragmatyczny) o referentach wynikające z innych źródeł niż składniowa struktura dyskursu. Ciągle pozostanie problem, jak pozbyć się narzuconych *a priori* ograniczeń w postaci nazw zmiennych, które wyznaczają z góry pole, na którym może zachodzić łączenie się. Odpowiedź jest na tyle prosta jak trudna w realizacji: należy pozbyć się nazw zmiennych! Próba zastosowania tej kontrowersyjnie prostej recepty zostanie przedstawiona w rozdziale 6.

5.2.3. Compositional DRT Muskensa

Większość kompozycyjnych wersji *DRT* przyjmuje formę logiki specjalnie konstruowanej w tym celu. Konstruowane były również specjalne logiki inspirowane *DRT* np. *DPL* [GroSto91]. Jako podstawowe założenie, Muskens przyjął dążenie do powrotu do matematycznej prostoty i 'czystości' („mathematically clean" [Muskens96:143]) w konstrukcji 'kompozycyjnego *DRT*'. Jako swój główny cel postawił dokonanie syntezy, w ramach jednego formalizmu: klasycznej teorii Montague oraz podstawowego *DRT*. Zaproponowane przez niego rozwiązanie to dwuwarstwowa konstrukcja kompozycyjnego *DRT*: na 'podłożu' wielo-sortowej logiki typów Church'a (np. [Barend92]) zostaje 'zaszczepiona' (*grafted upon* [Muskens96:148]) nadbudowa w postaci konstrukcji języka DRS wg następującego schematu:

1. Wybrana zostaje określona wielo-sortowa logika typów wzbogacona o typizowany rachunek lambda– nazwijmy ją roboczo *LT*.
2. Semantyka i składnia języka CDRS zostają zdefiniowane formalnie w sposób analogiczny do języka D-DRS – łącznie z operatorem sekwencji (Def. 5.2.1-1 i Def. 5.2.1-3); zostaje określone pojęcie prawdziwości DRS'a w sposób analogiczny do definicji Def. 5.2.1-4.
3. Na gruncie *LT* zostają sformułowane aksjomaty definiujące pojęcia używane w definicjach języka CDRS.
4. W końcu, wyrażenia CDRS zostają zdefiniowane jako skróty notacyjne w obrębie *LT*.

Wersja logiki typów, zaproponowana przez Muskensa, jako podstawa, otrzymała nazwę *logiki zmian* (*The Logic of Change*) – dalej L_Z.

Zbiór typów prostych L_Z obejmuje oprócz podstawowych typów *e* i *t*, także typy: π (*rejestrów*) oraz *s* (*stanów*). Za pojęciem rejestru (ang. *register*), kryje się intuicja komórki pamięci („small chunks of space that contain exactly one object") nazywanej też żartobliwie *pigeon-hole*, gdzie 'gołębiem' jest pojedynczy obiekt przechowywany w rejestrze. Mimo braku formalnej definicji denotacji poszczególnych typów, można łatwo wywnioskować, że denotacja $\mathbf{D}_\pi$ to dowolny nieskończony zbiór. Funkcja 'przechowywania' obiektów, spełniana przez rejestry, zostaje dopiero określona poprzez definicję odpowiedniego operatora *dostępu* L_Z, zapisywanego 'V', typu $(\pi(se))$. Operator dostępu określa wartość przypisaną do wskazanego znacznika we wskazanym stanie. W ramach stanu wartość rejestru jest niezmienna. Stan (ang. *state*) determinuje (poprzez operator dostępu) wartości przypisane do poszczególnych rejestrów. Na denotację $\mathbf{D}_s$ również nie są nakładane żadne specjalne warunki, $\mathbf{D}_s$ to dowolny nieskończony zbiór.

Interpretacja L_Z (dowolna spełniająca wiele stałych ograniczeń nałożonych przez Muskensa) dzieli zbiór rejestrów dwa podzbiory: rejestrów *zmiennych* i *stałych*. Rejestry zmienne stanowią interpretację znaczników (rejestry stanowią element metajęzyka dla CDRS, znaczniki można tu traktować jako nazwy rejestrów) wprowadzanych przez nieokreślone NP (dalej: *nieokreślone znaczniki*). Wartość przypisana do rejestrów zmiennych może zmieniać się wraz ze zmianą stanu. Wartość przypisana do rejestru stałego pozostaje stała w danej interpretacji L_Z. Wydzielenie stałych rejestrów wiąże się z przyjętą w *CDRT* koncepcją reprezentacji nazw własnych jako *stałych znaczników* (tzn. elementami uniwersum DRS'a mogą być nie tylko znaczniki ale też i stałe,

funkcjonujące jako znaczniki nie podlegające wartościowaniu). Muskens argumentuje [Muskens96:151-153], że nie ma różnicy pomiędzy warunkiem *x* **is** *Tom* a zewnętrznym zakotwiczeniem $\langle x, d_i \rangle$, gdzie d_i to obiekt z dziedziny interpretacji modelu oraz $\|Tom\|^M = d_i$. Jak zauważa Fernando [Fernan97:3], Muskens nie dostrzega tu jednak różnicy pomiędzy zależnością interpretacji stałej od modelu a niezmiennością zewnętrznego zakotwiczenia. Kolejny krok to trywialna 'redukcja reprezentacji' – przejście od warunku *x* **is** *Tom* do stałej jako znacznika. Fernando [Fernan97] zauważa, że tracimy wtedy możliwość wiązania kolejnych znaczników z reprezentacją nazwy własnej. Stosując standardową procedurę wiązania anaforycznych znaczników z dostępnymi, rzeczywiście tak jest. Znaczniki stałe pojawiają się w warunkach, ale nie pojawiają się w uniwersum [Muskens96:164]! Nie wpływa to na konstrukcję DRS'ów w *CDRT* tylko dlatego, że dobór poprzednika w całości opiera się na indeksacji składniowej (do zagadnienia tego wrócimy poniżej). Relacja dostępności pełni w *CDRT* rolę dodatkowego semantycznego warunku koniecznego poprawnej budowy DRS'a [Muskens96:168-169]. Tutaj pojawia się luka. Znaczniki stałe powinny być 'dostępne' z każdego miejsca w DRS'ie, jednak możemy jako poprzednika przypisać stały znacznik, który jeszcze nie został użyty dotychczas w reprezentacji dyskursu. Powiązanie takie byłoby prawidłowe tylko w sytuacji referencyjnej interpretacji zaimka.

Muskens nie wprowadza definicji składni i semantyki L_Z w sposób uporządkowany. W przypadku tej pierwszej poprzestaje na określeniu typów wyrażeń podstawowych, definicja semantyki sprowadza się do zbioru aksjomatów.

Wprowadźmy za [Muskens96:155] konwencję nazewnictwa zmiennych określoną w Tab. 5.2.3.1.

oznaczenie	nazwa typu	zmienne	stałe
e	byty	$x_1, x_2, \ldots \in Var_e$	$maria, jan, \ldots \in Con_e$
π	rejestry	$v \in Var_\pi$	$u_1, u_2, \ldots \in Con_\pi$ (zmienne rejestry) $Maria, Jan, \ldots \in Con_\pi$ (stałe rejestry)
s	stany	$i, j, k, h \in Var_s$	

Tab. 5.2.3.1 Konwencję nazewnictwa zmiennych w logice zmian.

Poza wyrażeniami podstawowymi *LT* oraz zmiennymi i stałymi poszczególnych typów, słownik L_Z zawiera, wspomniany już wcześniej, operator dostępu oznaczany 'V' typu $(\pi(se))$. Interpretacja operatora 'V' umożliwia jednoznaczne powiązanie każdego stanu i z funkcją $\lambda v(\mathsf{V}(v)(i))$ określającą wartość przechowywaną w stanie i w każdym z rejestrów. Funkcja ta stanowi interpretację funkcji osadzającej *CDRT*.

Dodatkowo wprowadzony jest pomocniczy predykat VAR – typu (πt) – zwracający wartość prawdy dla zmiennych rejestrów.

W zapisie wyrażeń L_Z wykorzystywane są również następujące skróty notacyjne:

- $i[\delta_1 \ldots \delta_n]j := \forall v((\delta_1 \neq v \wedge \ldots \wedge \delta_n \neq v) \rightarrow \mathsf{V}(v)(i) = \mathsf{V}(v)(j))$
- $i[]j := \forall v(\mathsf{V}(v)(i) = \mathsf{V}(v)(j))$

Różnicę w interpretacji zmiennych i stałych rejestrów ilustruje Tab. 5.2.3.2. Stałym rejestrom jest przypisany w każdym stanie ten sam obiekt, reprezentowany tu przez stałą (zbieżność nazw stałych nie jest istotna).

	i_1	i_2	i_3	. . .
u_1	*tomek*	*jan*	*stanisław*	…
u_2	*maria*	*wojciech*	*maria*	…
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Maria	*maria*	*maria*	*maria*	…
Jan	*jan*	*jan*	*jan*	…
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Tab. 5.2.3.2 Zależności pomiędzy stanami i rejestrami obydwu typów.

Semantyka operatorów wprowadzonych w L_Z została określona za pomocą aksjomatów.

Def. 5.2.3-1 Aksjomaty L_Z

AX1 $\forall i \forall v \forall x(\mathsf{VAR}(v) \rightarrow \exists j(i[v]j \wedge \mathsf{V}(v)(j) = x))$

AX2 $\mathsf{VAR}(u)$ jeżeli ***u*** jest nieokreślonym znacznikiem dyskursu

AX3 $u_n \neq u_m$ dla dowolnych nieokreślonym znaczników dyskursu

AX4 $\forall i(\mathsf{V}(Maria)(i)) = maria$, $\forall i(\mathsf{V}(Jan)(i)) = jan$, itd. dla wszystkich stałych rejestrów (stanowiących interpretację nazw własnych w rozpatrywanym podzbiorze języka naturalnego)

Aksjomat AX1 (analog aksjomatu 'wystarczającej liczby stanów' logik dynamicznych) wymaga, aby dla dowolnego stanu i dowolnego rejestru istniał inny stan, w którym rejestr przyjmie określoną wartość. Aksjomat AX2 ustala semantykę predykatu VAR, natomiast AX3 wyraża, techniczny warunek, reprezentowania różnych rejestrów przez różne znaczniki nieokreślone. Aksjomat AX4 to raczej schemat tworzenia nieskończonej ilości aksjomatów definiujących stałe przypisanie wartości do stałych rejestrów.

Interpretacja stanu jako 'listy obiektów' przypisanych do poszczególnych rejestrów powoduje, że kwantyfikacja po stanach jest jednocześnie wielokrotną kwantyfikacją po grupach obiektów w rejestrach. Fakt ten oraz wynikające z niego interesujące konsekwencje opisuje lemat *nieselektywnego wiązania* (ang. *Unselective Binding Lemma*) [Muskens96:156]:

Def. 5.2.3-2 *Unselective Binding Lemma* (UBL)

Niech $u_1,...,u_n$ będą nieokreślonymi znacznikami typu π (M.P. stałymi typu π), niech $x_1,...,x_n$ będą różnymi zmiennymi typu e, niech φ będzie formułą, która nie zawiera zmiennej j, niech zapis $[\mathsf{V}(u_1)(j)/x_1,..., \mathsf{V}(u_n)(j)/x_n]\varphi$ oznacza równoczesne podstawienie: $\mathsf{V}(u_1)(j)$ za x_1, ..., $\mathsf{V}(u_n)(j)$ za x_n w φ, wtedy:

$\models_{AX} \forall i.(\exists j.(i[u_1,...,u_n]j \wedge [\mathsf{V}(u_1)(j)/x_1,..., \mathsf{V}(u_n)(j)/x_n]\varphi) \leftrightarrow \exists x_1 ... \exists x_n.\varphi)$

Dowód powyższego lematu na podstawie aksjomatów L_Z znajduje się w [Muskens96:146]. Jego bezpośrednią konsekwencją jest możliwość wyrażenia kwantyfikacji po obiektach za pomocą kwantyfikacji po stanach. Pośrednio, lemat pokazuje, że wyrażenie L_Z typu $(s(st))$ stanowi odpowiednik formuły. Możemy określić pojęcie prawdziwości wyrażeń typu $(s(st))$. Własność ta została wykorzystana w definicji semantyki CDRS.

Podstawą definicji semantyki języka CDRS jest mechanizm opisujący poszczególne wyrażenia CDRS jako skróty notacyjne do odpowiednich wyrażeń L_Z. Do każdej reguły składniowej CDRS zostaje sformułowana odpowiednia reguła translacji. Tym samym w naturalny sposób, operator lambda staje się częścią języka CDRS[65].

Def. 5.2.3-3 Reguły translacji pomiędzy wyrażeniami CDRS i L_Z ('rozwinięcie skrótów')

ABB1 $R\{\delta_1, ..., \delta_n\} := \lambda i.R(\mathsf{V}(\delta_1)(i) \cdots \mathsf{V}(\delta_n)(i))$, gdzie R to stała typu $(e^n t)$,
$\delta_1 = \delta_2 := \lambda i.\mathsf{V}(\delta_1)(i) = \mathsf{V}(\delta_2)(i)$

ABB2 $\neg K := \lambda i.\neg \exists j K(i)(j)$
$K \vee K' := \lambda i.\exists j(K(i)(j) \vee K'(i)(j))$
$K \Rightarrow K' := \lambda i.\forall j(K(i)(j) \rightarrow \exists k K'(j)(k))$

ABB3 $[u_1 ... u_n \mid \gamma_1 ... \gamma_m] := \lambda i.\lambda j.(i[u_1 \ldots u_n]j \wedge \gamma_1(j) \wedge \ldots \wedge \gamma_m(j))$

ABB4 $K;K' := \lambda i.\lambda j.\exists k(K(i)(k) \wedge K'(k)(j))$

[65] Pozornie reguły translacji stanowią kompozycyjną definicję semantyki CDRS z użyciem L_Z jako metajęzyka. Jednakże, mechanizm skrótu notacyjnego daje większą swobodę we wzajemnym przenikaniu się obu języków.

Warunkom odpowiadają wyrażenia typu (*st*). Warunki stanowią test na przypisanie obiektów do rejestrów określonym w danym stanie (reguły ABB1, ABB2, ABB4). Natomiast DRS'om odpowiadają wyrażenia typu (*s*(*st*)) – stanowiące relację pomiędzy stanem wejściowym i wyjściowym (reguła ABB3). Stan wyjściowy DRS'a może się różnić co najwyżej wartościowaniem dla znaczników z uniwersum, ustalając ich wartościowanie na takie, które spełnia testy wyrażone poprzez warunki. Dla jednego stanu wejściowego może istnieć wiele różnych stanów wyjściowych. Mamy tu do czynienia z niedeterministyczną, ukrytą kwantyfikacją egzystencjalną po wartościach przypisanych do znaczników (czyli importem egzystencjalnym).

Jako przykład zastosowania definicji semantycznych CDRS rozważmy poniższy dyskurs:

196) A man adores a woman. She abhors him.

Dyskursowi 196) odpowiada poniższy DRS (na razie abstrahując od sposobu jego konstrukcji):

(37) $[u_1\ u_2 \mid man\{u_1\}, woman\{u_2\}, adores\{u_1, u_2\}, abhors\{u_2,u_1\}]$

Zastępując poszczególne wyrażenia składowe (37) odpowiadającymi im z definicji wyrażeniami L_Z otrzymujemy:

(38) $\lambda i\lambda j(i[u_1,u_2]j \wedge man(\mathsf{V}(u_1)(j)) \wedge woman(\mathsf{V}(u_2)(j)) \wedge adores(\mathsf{V}(u_1)(j))(\mathsf{V}(u_2)(j)) \wedge abhors(\mathsf{V}(u_2)(j))(\mathsf{V}(u_1)(j)))$

Def. 5.2.3-4 Pojęcie prawdy w *CDRT*

> Warunek γ jest prawdziwy w danym stanie i i modelu M w.t.w., gdy $\gamma(i)$ jest spełnione (przyjmuje wartość **1**); γ jest prawdziwy w modelu M w.t.w., gdy jest prawdziwy dla dowolnego stanu w tym modelu.
>
> DRS K jest prawdziwy w danym stanie i i modelu M w.t.w., gdy $\exists j.K(i)(j)$ jest spełnione; K jest prawdziwy w modelu M w.t.w., gdy jest prawdziwy dla dowolnego stanu w tym modelu.

Muskens wykazał również [Muskens96:170-172], iż jeżeli formuła powstająca z DRS'a K w wyniku translacji eliminującej odwołania do stanów, rejestrów i operatora 'V' (stanowiącej rozszerzenie procedury z lematu UBL - Def. 5.2.3-2) jest formułą zamkniętą, to prawdziwość K nie zależy od wyboru stanu wejściowego. K operuje wtedy wyłącznie na znacznikach w nim wprowadzonych. Własność ta jest zgodna z założeniem pustego kontekstu przyjętym w podstawowym *DRT*.

Stosując definicję prawdziwości do (38) otrzymujemy:

(39) $\exists j(i[u_1,u_2]j \wedge \mathrm{man}(\mathsf{V}(u_1)(j)) \wedge woman(\mathsf{V}(u_2)(j)) \wedge \mathrm{adores}(\mathsf{V}(u_1)(j))(\mathsf{V}(u_2)(j)) \wedge \mathrm{abhores}(\mathsf{V}(u_2)(j))(\mathsf{V}(u_1)(j)))$

Na podstawie lematu UBL, warunki prawdziwości (39) w modelu są równoważne warunkom prawdziwości formuły:

(40) $\exists x_1 \exists x_2.(\mathrm{man}(u_1) \wedge woman(x_2) \wedge \mathrm{adores}(x_1,x_2) \wedge \mathrm{abhores}(x_2,x_1))$

W swoim rozwiązaniu Muskens przedstawia również kompletną analizę wybranego podzbioru języka angielskiego, definiując reguły syntaktyczne [Muskens96:159-162] (w stylu gramatyki transformacyjnej, wersja *Government and Binding*) oraz odpowiadające im reguły semantyczne [Muskens96:162-168]. *CDRT* przybiera formę zbliżoną do gramatyki Montague (łącznie z wyborem podzbioru języka), zachowując jednocześnie mechanizm interpretacji powiązań anaforycznych zaczerpnięty z *DRT*. Kompozycyjność *CDRT* opiera się na zastosowaniu rachunku lambda oraz operatora sekwencji łączącego częściowe DRS'y. Słownik *CDRT* przypisuje poszczególnym leksemom wyrażenia skomplikowanych typów. Najczęściej stosowaną regułą semantyczną jest funkcjonalne podstawienie i następująca po nim lambda redukcja. Dodatkowo zdefiniowana zostaje redukcja (*merge*) wyrażeń budowanych przez operator sekwencji ';'.

Analogicznie jak w przypadku *D-DRT*, proces analizy prześledzimy na przykładzie analizy dyskursu 196). Struktura pierwszego zdania to:

S [
    NP[DET[*a*] N'[N[*man*]]

VP[V'[V[*adores*]
NP[DET[*a*] N'[N[*woman*]]]
]
]

Sięgając do słownika semantycznego, mamy dla pierwszej (od góry) gałęzi drzewa:

(41) $||a^1||^{CDRT}:=\lambda P'\lambda P([u_1|];P(u_1);P'(u_1))$ typu (($\pi(s(st))$) (($\pi(s(st))$) ($s(st)$))),

- dynamiczny (analizowany jako relacja na stanach), dwumiejscowy kwantyfikator otwierający pozycje dla zasięgu (*scope*) i restrykcji – zgodnie jednak z filozofią *DRT*, to co ostatecznie powstaje, to DRS składający się z odpowiednich warunków,
- konkretny 'numer' znacznika (konkretna stała) zostaje przypisana na podstawie funkcji indeksującej NP w dyskursie na poziomie składniowym (jej istnienie jest założone w *CDRT*).

(42) $||man||^{CDRT}:=\lambda v[|farmer\{v\}]$ typu ($\pi(s(st))$)

- dynamiczny jednomiejscowy predykat (wymaga 'dostarczenia' znacznika do sformułowania testu)

Po wykonaniu podstawienia i lambda redukcji w węźle NP otrzymujemy:

(43) $\lambda P([u_1|];man(u_1);P(u_1))$

Analogicznie postępujemy dla drugiej gałęzi:

(44) $\lambda P([u_2|];woman(u_2);P(u_2))$

(45) $||adore||^{CDRT}:=\lambda Q\lambda v(Q(\lambda v'[|adore\{v,v'\}]))$

Po połączeniu z dopełnieniem w węźle VP otrzymujemy:

(46) $\lambda v[u_2|\ woman\{u_2\}, adore\{v,u_2\}]$

Ostateczna postać DRS'a dla pierwszego zdania ustala się po wykonaniu wszystkich redukcji wynikających z reguły dla zdania:

(47) $[u_1\ u_2 \mid man\{u_1\}, woman\{u_2\}, adores\{u_1, u_2\}]$

Dla drugiego zdania z dyskursu 196) otrzymujemy:

(48) $||him_1||^{CDRT}:=\lambda P(P(u_1))$,

- gdzie u_2 zostaje podany przez funkcję zwracającą znacznik przypisany do poprzednika anaforycznego,
- warto tu zwrócić uwagę, że interpretacja zaimka w *CDRT* nie wprowadza tu dodatkowego znacznika, który jest następnie wiązany z poprzednikiem – proces wiązania został wyłączony poza mechanizm semantyczny.

(49) $||she_2||^{CDRT}:=\lambda P(P(u_2))$, $||abhors||^{CDRT}:=\lambda Q\lambda v(Q(\lambda v'[|abhor\{v,v'\}]))$

Po wykonaniu podstawień i redukcji, ostatecznie dla drugiego zdania otrzymujemy

(50) $[\ \mid abhor\{u_1, u_2\}]$

Po połączeniu z reprezentacją pierwszego zdania mamy:

(51) $[u_1\ u_2 \mid man\{u_1\}, woman\{u_2\}, adores\{u_1, u_2\}];[\ \mid abhor\{u_1, u_2\}]$

Następnie, po wykonaniu redukcji sekwencji, otrzymujemy reprezentację dla całego dyskursu:

(52) $[u_1\ u_2 \mid man\{u_1\}, woman\{u_2\}, adores\{u_1, u_2\}, abhor\{u_1, u_2\}]$

Jak już to było wspomniane (rozdział 5.2.1), operacja redukcji sekwencji jest określona tylko w przypadku, kiedy znaczniki prawego DRS'a nie występują w lewym [Muskens96:164] (lub w łagodniejszej wersji warunku: nie znajdują się wśród znaczników wolnych, powstający tu problem destrukcyjnego podstawienia nie jest rozważany).

Analiza kwantyfikacji w *CDRT* [Muskens96:161-168] ogranicza się jedynie do wąskiego zakresu rozważanego przez Montague. Brane są pod uwagę jedynie kwantyfikator *every*, interpretowany przy pomocy warunku dynamicznej implikacji (analogicznie jak w podstawowym *DRT*), i rodzajnik nieokreślony *a*(*n*) oraz ich wzajemne relacje zasięgu. W reprezentacji relacji zasięgu, Muskens opiera się na składniowej transformacji *Quantifier Raising* Maya (wspominanej już wcześniej – rozdział 4.5.1) przesuwającej NP zawierające kwantyfikatory na początek zdania (w różnym porządku względnym) i pozostawiającej ślad składniowy (zmienną składniową) w miejscu pierwotnego położenia przesuniętej NP. Na poziomie semantycznym, poprzez zastosowanie techniki *quantifying–in* (omówiona w rozdział 4.5.1), w miejsce śladu zostaje wstawiona odpo-

wiednio wyróżniona zmienna, zastępowana później znacznikiem wprowadzanym przez odpowiednią kwantyfikującą NP.

Mimo przyjętych ograniczeń i przesunięcia problemu reprezentacji językowego mechanizmu ustalania się powiązań anaforycznych w obszar składni, wielką zaletą podejścia Muskens jest 'czystość formy' i warstwowa konstrukcja sprowadzająca ostatecznie struktury reprezentacji do wyrażeń logiki typów. Daleką analogią tego rozwiązania jest relacja pomiędzy językami programowania wysokiego i niskiego poziomu.

5.3.Formalna analiza presupozycji

Niemalże od samego początku presupozycja była opisywana i postrzegana z dwóch różnych perspektyw: semantycznej i pragmatycznej (np. [Beaver97, Paduče92]).

Presupozycja semantyczna to [Beaver97:2]

> "Thus a definition in terms of semantic valuation might, following Strawson, say that one sentence (semantically) presupposes another if the truth of the second is a condition for the semantic value of the first to be *true* or *false*."

Pojęcie presupozycji pragmatycznej z kolei odwołuje się do wiedzy odbiorcy i w swojej 'ekstremalnej', proponowanej przez Stalnakera, w ogóle nie bierze pod uwagę formy lingwistycznej:

> "[...] talks not of the presuppositions of a sentence, but of the *speaker's presuppositions*, these being just those propositions which are taken for granted by a speaker on a given occasion."

Pomimo ciągłego braku jednej powszechnie akceptowanej definicji presupozycji (analogicznie, jak znaczenia) stanowiska reprezentowane w obrębie obydwu nurtów uległy znacznemu zbliżeniu za sprawą semantyki dynamicznej. Dynamiczna koncepcja znaczenia utożsamia znaczenie ze zmianą wprowadzaną do kontekstu interpretacji, a im bogatszy jest kontekst, tym więcej w obszarze semantyki jest modelowane z wiedzy odbiorcy.

Dla obydwu nurtów wspólnym polem jest zbiór podstawowych obserwacji co do własności presupozycji, a w szczególności zbiór konstrukcji językowych zidentyfikowanych jako niosących ze sobą presupozycje (tzw. *wyzwalacze presupozycji* ang. *presupposition triggers*) np. [Beaver97:3-4]:

- *określone NP* – słynny przykład Strawsona i punkt wyjścia całej dyskusji
  197) The king of France is bald.
  gdzie określona NP(*the king of France*) wprowadza presupozycję istnienia referenta czyli *króla Francji* (jeżeli nie istnieje, to całe zdanie nie ma wartości logicznej); ta klasa wyrażeń jest rozszerzana o NP z determinatorami wskazującymi *that* / *this*, nazwy własne, niektóre konstrukcje dzierżawcze;
- *kwantyfikujące NP* – NP zawierające niektóre typy determinatorów kwantyfikujących, presuponują istnienie nie-trywialnej dziedziny kwantyfikacji np. Hessa definicja relatywnych determinatorów (patrz rozdz. 3.3.6) wprowadza presupozycję istnienia niepustego zbioru obiektów charakteryzowanego przez deskryptywny aspekt znaczenia NP (presupozycja identyfikowana również z punktu widzenia przetwarzania w [Łabuze99]);
- czasowniki faktytywne (ang. *factive verbs*) i NP wyrażające wiedzę – np. *regret that* X, *know that* X, *the fact that* X, *the knowledge that* X – presuponują, że fakt (sytuacja) opisany zdaniem X ma miejsce w rzeczywistości;
- *pytania typu Wh* (ang. *Wh-questions*) – presuponują istnienie bytu odpowiadającego pytaniu;
- *rodzajowo ograniczone predykaty* (ang. *sortally restricted predicates*) – presuponują, że ich argumenty (lub jeden z) należą do odpowiedniego rodzaju np. czasownik *dream* presuponuje, że jego podmiot jest bytem ożywionym[66], NP(*a bachelor*) użyta predykatywnie (po formie czasownika *be*) presuponuje, że określany byt jest dorosły i płci męskiej;

[66] Co najmniej. Oczywiście można pokusić się o dokładniejszą charakterystykę ale należy wątpić, iż da się sformułować ścisłą definicję zadowalającą każdego np. uwzględniającą wszystkie użycia metaforyczne.

- *przysłówki iterujące* (ang. *iterative adverbs*) – niektóre, np. *too* i *again*, presuponują powtarzanie się zdarzenia, stanu czy też sytuacji; analogiczne leksemy można też znaleźć w innych kategoriach syntaktycznych np. zaimki *another, other*.

Analiza formalna presupozycji rozwijała się wokół dwóch podstawowych pojęć, wyznaczających dwie przeciwstawne perspektywy:

- *projekcji* presupozycji (ang. *projection*) lub inaczej dziedziczenia (ang. *heritability*) tzn. zjawiska selektywnego przejmowania presupozycji wyrażeń składowych przez wyrażania złożone,
- *spełnienia* presupozycji (ang. *satisfaction*) tzn. warunków jakie muszą być spełnione przez kontekst, aby można było poprawnie użyć określonego wyrażenia; ten drugi nurt, historycznie późniejszy, został zapoczątkowany przez Karttunena [Kart74] (za [Beaver97:24]) przez, jak to obrazowo ujął Beaver [Beaver97:24]:

  > "by turning the projection problem, as then conceived, on its head. Instead of considering directly how the presuppositions of the parts of a sentence determine the presuppositions of the whole, he [Karttunen] suggests we should first consider how the global context of utterance of a complex sentence determines the linguistic context in which the parts of the sentence are interpreted, and derive from this a way of calculating which global contexts of utterance lead to satisfaction of the presuppositions."

Ponieważ pojęcie znaczenia przyjęte w niniejszej pracy jest utożsamiane ze zmianą w stanie wiedzy odbiorcy, czyli w kontekście interpretacji, w dalszych rozważaniach nad formalną analizą presupozycji pozostaniemy w obrębie perspektywy bazującej na pojęciu spełniania. Kontekst jest tu najczęściej modelowany jako *model częściowy*, w którym dla części zdań nie można określić wartości logicznej. Znaczenie zdania to operacje na kontekście, które 'zwracają' nowy stan kontekstu, stający się punktem wyjścia do interpretacji kolejnego zdania. Znaczenie zdania, a w zasadzie wypowiedzi, ponieważ je rozpatrujemy w kontekście, może być 'wykonane' (jako operacja) tylko na tym kontekście, który spełnia presupozycję danej wypowiedzi. Formalizacja mechanizmu spełniania to kluczowy element każdej teorii w obrębie perspektywy spełniania.

5.3.1. Interpretacja presupozycji w paradygmacie dynamicznym

Większość typowych cech prezentuje przykładowy *Context Change Potential Model* (dalej *CCP*), rodzaj logiki, zaproponowany przez Beavera [Beaver97:26-31] a bazujący w znacznej mierze na klasycznym rozwiązaniu zaproponowanym przez Heim [Heim82] (za [Beaver97:26]).

CCP jest oparty na paradygmacie dynamicznym znaczenia. Znaczeniem formuły w *CCP* jest binarna relacja na *stanach informacyjnych* (ang. *information state*) [Beaver97:26]. Jeżeli para stanów $\langle \sigma, \tau \rangle$ należy do relacji określonej przez znaczenie formuły ϕ mówimy, że ϕ *aktualizuje* stan σ do stanu τ (wprowadzając dodatkową informację). Stany informacyjne są w *CCP* rozumiane, na poziomie koncepcji (definicja 'techniczna' prezentowana jest dalej) jako [Beaver97:26]:

> "sets of possible worlds, the idea being that the set of worlds in an information state represents the set of different ways the world could be whilst maintaining the consistency with all available information."

Kwestią otwartą pozostaje, czy stan informacyjny odpowiada stanowi informacji posiadanych przez jakiś konkretny byt (np. odbiorca) czy też informacji wspólnej dla komunikujących się bytów. Natomiast pojęcie aktualizacji precyzują formalne definicje semantyki *CCP*.

Modelem *CCP*, oznaczanym *M*, jest $\langle W, D, I \rangle$, gdzie *W* to zbiór światów, *D* jest dziedziną bytów indywiduowych (z założenia wspólna dla wszystkich światów) oraz *I* jest rzutowaniem[67] *n* argumentowych predykatów na zbiory *n+1* elementowych krotek, stanowiących podzbiory produktu $W \times D^n$. Tym samym *I* ustala interpretację każdego predykatu w każdym świecie.

Niech *V* to zbiór zmiennych w *CCP* a *P* to zbiór symboli predykatywnych. *Sekwencją* w *CCP* nazywamy częściową funkcję wartościowania zmiennych ze zbioru *V* w zbiór *D* (określoną tylko dla pewnego podzbioru *V*). Stan informacyjny, na poziomie 'technicznym', to zbiór par: sekwen-

[67] Dokładniej, *I* jest złożeniem wielu funkcji interpretujących predykaty o określonej krotności.

cja, świat taki, że wszystkie sekwencje w ramach stanu mają taką samą dziedzinę (ten sam podzbiór *V*). W każdej parze świat określa możliwy stan rzeczy a sekwencja określa obiekty, których potencjalnie dotyczy wypowiedź.

Def. 5.3.1-1 Składnia *CCP*

Termy i formuły *CCP* zbudowane są w identyczny sposób jak termy i formuły logiki predykatów pierwszego rzędu.
Dodatkowym elementem jest *operator łącznika presupozycyjnego*:

jeżeli ϕ i φ to dowolne formuły, to zapis ϕ_φ oznacza użycie łącznika presupozycyjnego i należy go odczytywać: ϕ presuponuje φ.

Def. 5.3.1-2 Semantyka *CCP*

Niech $p \in P$ to dowolny symbol predykatywny, $x, x_i \in V$, gdzie $i \in \mathbf{Nat}$, f to dowolna sekwencja a w dowolny świat, α to dowolny stan.
Niech operacje pomocnicze *rozszerzania* i *domknięcia* są zdefiniowane następująco:

- Para sekwencja-świat $j=\langle f,w\rangle$ *rozszerza ze względu na zmienną x* inną parę $i=\langle g,v\rangle$, co oznaczamy $j >_x i$ w.t.w., gdy $v=w$ oraz f i g są zdefiniowane identycznie dla wszystkich zmiennych z wyjątkiem x; f wprowadza dodatkowo wartościowanie dla x.
- Para sekwencja-świat j rozszerza inną parę i, co oznaczamy $j > i$ jeżeli w skończonej liczbie kroków stosując operację rozszerzania po dowolnej zmiennej możemy z i otrzymać j.
- *Domknięcie* relacji na stanach (znaczenia), oznaczane symbolem $\downarrow$, jest zdefiniowane następująco (R to dowolna relacja na stanach):
  $\sigma \downarrow R\, \tau$ w.t.w., gdy $\exists \alpha\, \sigma R \alpha \wedge \tau = \{i \in \sigma: \exists j\, j > i \wedge j \in \alpha\}$

Dla wszystkich modeli *CCP* i dowolnych stanów σ, τ, relacja stanowiąca znaczenie oznaczana jest $\| \|^M$ (indeks będzie pomijany tam, gdzie nie powinno to wprowadzić niejasności) i zdefiniowana jest następująco:

$\sigma \| p(x_1, ..., x_n) \| \tau$	w.t.w., gdy	$\tau = \{\langle f,w\rangle \in \sigma: \langle w, f(x_1), ..., f(x_n)\rangle \in I(p)\}$
$\sigma \| \phi \wedge \varphi \| \tau$	w.t.w., gdy	$\exists \alpha\, \sigma \| \phi \| \alpha \| \varphi \| \tau$
$\sigma \| \neg \phi \| \tau$	w.t.w., gdy	$\exists \alpha\, \sigma \downarrow \| \phi \| \alpha \wedge \tau = \sigma \backslash \alpha$
$\sigma \| \phi \rightarrow \varphi \| \tau$	w.t.w., gdy	$\sigma \| \neg(\phi \wedge (\neg \varphi)) \| \tau$
$\sigma \| \phi \vee \varphi \| \tau$	w.t.w., gdy	$\sigma \| \neg(\neg \phi \wedge \neg \varphi) \| \tau$
$\sigma \| \exists x\, \phi \| \tau$	w.t.w., gdy	$\{j: \exists i\, i \in \sigma \wedge j >_x i\} \| \phi \| \tau$
$\sigma \| \forall x\, \phi \| \tau$	w.t.w., gdy	$\sigma \| \neg \exists x\, \neg \phi \| \tau$

Aktualizacja stanu w poprzez predykat (formułę atomową) to aktualizacja ‘redukcyjna’. Prowadzi do usunięcia ze stanu wejściowego wszystkich tych par świat-sekwencja, które są z nim niezgodne tzn. takie, gdzie sekwencja nadaje zmiennym wartości niezgodne z interpretacją predykatu w danym modelu (interpretacja I określa relację dla każdego świata z osobna). Koniunkcja dwóch formuł powoduje, że druga jest rozpatrywana w kontekście (określonym stanie) ustalonym przez pierwszą. Działanie kwantyfikatora egzystencjalnego to aktualizacja ‘konstruktywna’ polegająca na rozszerzeniu sekwencji w każdej parze należącej do stanu o wszystkie możliwe wartościowania zmiennej x. Zmienna x może być już obecna w dziedzinie sekwencji, wtedy uprzednie wartości są ‘przykrywane’. Powstały w ten sposób stan jest następnie aktualizowany poprzez formułę następującą po kwantyfikatorze. Rozwiązanie to ma charakter dynamiczny – pojęcie zasięgu kwantyfikatora jest nieadekwatne. Wartościowania nadane przez kwantyfikator trwają tak długo aż nie zostaną ‘usunięte’ przez aktualizację lub też nie zostaną ‘przysłonięte’ przez kolejny kwantyfikator. Każdy kwantyfikator wprowadza nowe obiekty, których potencjalnie dotyczy wypowiedź, zwiększając liczebność zbioru jakim jest stan. Natomiast każda inna aktualizacja

zmniejsza liczebność tego zbioru uściślając informacje poprzez odrzucenie stanów niezgodnych z informacją wyrażoną poprzez kolejne formuły.

Działanie negacji to również aktualizacja redukcyjna tylko tym razem usuwane są stany zgodne z formułą będącą argumentem negacji. Jednak formuła pod negacją może rozszerzyć pary stanu o nowe zmienne. Dlatego też redukcja elementów stanów σ (wejściowego) o elementy stanu otrzymywanego po aktualizacji przez formułę pod negacją musi być dokonana z dokładnością do 'wejściowego zestawu' zmiennych. Osiągane jest to poprzez zastosowanie operatora domknięcia[68].

Def. 5.3.1-3 Spełnienie formuły i logiczna konsekwencja w CCP

$\sigma \models \phi$ w.t.w., gdy $\sigma \downarrow \|\phi\| \sigma$

$\phi \models \varphi$ w.t.w., gdy $\forall \sigma,\tau\ \sigma\|\phi\|\tau \Rightarrow \tau \models \varphi$

Formuła jest spełniona przez stan informacyjny σ, kiedy aktualizacja σ dokonana przez nią nie zwiększa ładunku informacji: cała informacja przez z nią wprowadzana jest już zawarta w σ - nie następuje żadna redukcja. Analogicznie jak w przypadku negacji porównanie stanów odbywa się z dokładnością do wejściowego zestawu zmiennych (użycie operatora domknięcie). Tym razem nie jest to tylko techniczne uzupełnienie. Użycie domknięcie podkreśla, iż to ilość możliwych światów wyraża 'stopień poinformowania' w konkretnym stanie.

Def. 5.3.1-4 Semantyka łącznika presupozycyjnego[69]

Niech *worlds* będzie funkcją zwracającą dla stanu *CCP* zbiór występujących w nim światów:

$worlds(\sigma) = \{w : \exists f \langle w,f \rangle \in \sigma\}$

Wtedy znaczenie łącznika presupozycyjnego określone jest następująco:

$\sigma\|\phi_\varphi\|\tau$ w.t.w., gdy $\exists \alpha\ \sigma\|\varphi\|\alpha$ oraz $worlds(\sigma)=worlds(\alpha)$ i $\alpha\|\phi\|\tau$

Podstawową własnością presupozycji jest zasada: znaczenie wyrażenia jest określone tylko wtedy gdy presupozycja wnoszona przez to wyrażenie jest zgodna z informacją o rzeczywistości. Zasada ta jest podstawą działania łącznika presupozycji w *CCP*. Pojęcie zgodności ze stanem informacyjnym sprowadza się w *CCP* do relacji spełniania formuły przez stan. W pierwotnej wersji definicji pierwszy człon definicji miał postać: $\sigma\models\varphi$, co oznaczało 'zawieranie się' informacji wyrażonej przez presupozycję w stanie informacyjnym σ. Z powodu kłopotów z efektami ubocznymi kwantyfikatora $\exists$, warunek ten złagodzony został do warunku nie zmniejszania liczby światów w stanie przez presupozycję. Zmiana ta ma jednak charakter poprawki technicznej (patrz przypis 69). Równie dobrze można byłoby zmienić definicję kwantyfikatora. Podsumowując, informacja o możliwych stanach rzeczy musi być zgodna z presupozycją, aby aktualizacja stanu przez formułę wnoszącą presupozycję w ogóle była możliwa. Mamy tu do czynienia z istotną różnicą w stosunku do aktualizacji stanu przez formułę sprzeczną. W tym drugim przypadku otrzymujemy jako stan wyjściowy zbiór pusty. Natomiast, aktualizacja przy niespełnionej presupozycji jest nieokreślona.

Konsekwencją definicji łącznika presupozycyjnego jest brak przemienności w działaniu koniunkcji: $\varphi\wedge\phi_\varphi$ i $\phi_\varphi\wedge\varphi$ - niekoniecznie muszą mieć takie samo znaczenie. Interpretacja formuł *CCP* nabiera sekwencyjnego charakteru[70].

---

[68] W efekcie, analogicznie jak w dynamicznej definicji semantyki *DRT*, negacja wyklucza możliwość powiązania formuły pod negacją poprzez zmienną z wyrażeniem następującym po niej.

[69] Beaver sformułował dla *CCP* dwie definicje semantyki łącznika presupozycyjnego. Pierwsza, wcześniejsza, jest bezpośrednio przejęta od Heim. W pewnych kontekstach jednak prowadzi ona do niekorzystnego tworzenia się ogólnych stwierdzeń na podstawie spełnionych presupozycji [Beaver97:30]. Prezentowana tu wersja to wersja druga definicji łącznika, zawierająca poprawkę wprowadzoną przez Beavera.

[70] Drugą przyczyną braku przemienności, charakterystyczną dla logik dynamicznych, jest też semantyczne wiązanie 'wolnych' zmiennych przez występujący wcześniej kwantyfikator egzystencjalny.

Presupozycja w *CCP* jest tożsama z klasycznym jej rozumieniem, co pokazuje poniższa tautologia *CCP*:

Fakt 5.3.1-1

ϕ presuponuje φ w.t.w., gdy $\phi|=\varphi$ oraz $\neg\phi|=\varphi$.

Działanie CCP można zilustrować prostym przykładem [Beaver97:28-29]:
Niech:

- ||a woman curtsied|| = $\exists x\,(woman(x) \wedge curtsied(x)_{female(x)})$
- W = $\{w_1, w_2\}$, D={elspeth, fred}
- I(woman)=I(female)=$\{\langle w_1, \text{elspeth}\rangle, \langle w_2, \text{elspeth}\rangle\}$
- I(curtsied)=$\{\langle w_1, \text{elspeth}\rangle\}$
- sekwencja jest reprezentowana jako lista par: *zmienna* $\mapsto$ *obiekt*, [] – oznacza listę pustą,
- minimalny stan informacyjny w bieżącym modelu (stan początkowy) to stan, w którym obydwa światy są ciągle możliwe i żaden obiekt nie został jeszcze wprowadzony (poprzez zmienną).

Wtedy,

- wychodzimy od stanu minimalnego (w danym modelu): $\{\langle [], w_1\rangle, \langle [], w_2\rangle\}$,
- kwantyfikator wprowadza x i generuje wszystkie możliwe wartościowania: $\{\langle [x\mapsto elspeth], w_1\rangle, \langle [x\mapsto fred], w_1\rangle, \langle [x\mapsto elspeth], w_2\rangle, \langle [x\mapsto fred], w_2\rangle\}$,
- aktualizacja przez *woman*(x) eliminuje pary, w których sekwencja nie przypisuje do x obiektu spełniającego predykat w określonym świecie: $\{\langle [x\mapsto elspeth], w_1\rangle, \langle [x\mapsto elspeth], w_2\rangle\}$,
- presupozycja *female*(x) jest spełniona: w każdej parze sekwencja dokonuje odpowiedniego podstawienia – warto jednak zauważyć, że presupozycja byłaby również spełniona w stanie początkowym; presupozycja *female*(x) dotyczy tylko obiektu spełniającego własność *curtsied*(x) a nie każdej kobiety[71],
- na koniec uaktualnienie przez *curtsied*(x) daje $\{\langle [x\mapsto elspeth], w_1\rangle\}$.

Podsumowując, *CCP* stanowi eleganckie rozwiązanie problemu formalnej definicji presupozycji w duchu logiki dynamicznej. Tym samym w naturalny sposób można włączyć zaproponowane tu mechanizmy do *DRT*. Pojawia się jednak tu problem. Użycie zaimka anaforycznego ma sens tylko wtedy gdy istnieje poprzednik (wyrażenie anaforyzowane). Wnosi więc presupozycję istnienia elementu reprezentacji semantycznej. *CCP* z pewnością nie pozwala na wyrażenie takiej presupozycji. Również w przypadku modelowania referencyjnej NP trudno wyrazić w ramach *CCP* presupozycję jednoznacznej identyfikacji referenta. Jak to było wiele razy podkreślane w pracy, nie można warunku jednoznacznej identyfikacji sprowadzić do semantycznego warunku istnienia unikalnego w całej rzeczywistości obiektu o określonych cechach. Pozostają dwa wyjścia: albo wprowadzić do świata strukturę kontekstów interpretacji i rozpatrywać unikalność referenta obiektu w określonym kontekście (grupie zawierających się kontekstów) lub też poszerzyć reprezentację semantyczną o reprezentację wiedzy o rzeczywistości. To drugie rozwiązanie, jako współdzielące mechanizmy z anaforą, zostało wybrane jako podstawa rozwiązań proponowanych w rozdziale 6.

Jako wadę *CCP*, z punktu widzenia zastosowań w przetwarzaniu, można traktować przyjętą koncepcję reprezentacji możliwości: ze zbioru światów, domyślnie nieskończonego, odrzucane są stopniowe kolejne w wyniku aktualizacji. Bardziej realne byłoby podejście konstruktywne, polegające na stopniowym konstruowaniu ‘opisu’ świata na podstawie ‘przetwarzania’ kolejnych formuł. Oczywiście opisu w każdym momencie jedynie częściowego.

[71] Uogólnienie takie powstałoby dla pierwotnej definicji łącznika presupozycyjnego (patrz przypis 69).

5.3.2. Akomodacja presupozycji

Akomodacja (ang. *accommodation*) presupozycji to pojęcie wprowadzone przez Lewisa [Lewis79] (za [Beaver97:31]) określające procesu swoistego 'naprawiania poprzez uzupełnianie' kontekstu interpretacji wypowiedzi o niespełnione presupozycje. Akomodacja opisuje sytuację, niezwykle częstą w komunikacji językowej, w której odbiorca napotykając w wypowiedzi niespełnioną presupozycję nie odrzuca wypowiedzi jako nie mającej sensu, a wręcz przeciwnie, ufając nadawcy, niespełnione presupozycje dołącza do kontekstu interpretacji jako rodzaj dodatkowego znaczenia wypowiedzi, komunikowanego niejawnie. Bardzo celną charakterystykę całego procesu sformułował Karttunen [Karttu74] (za [Beaver97:31]):

> "[...] ordinary conversation does not always proceed in the ideal orderly fashion described earlier. People do make leaps and short cuts by using sentences whose presuppositions are not satisfied in the conversational context. [...] But [...] I think we can maintain that a sentence is always taken to be an increment to a context that satisfies its presuppositions. If the current conversational context does not suffice, the listener is entitled and expected to extend it as required. He must determine for himself what context he is supposed to be in on the basis of what is said and, if he is willing to go along with it, make the same tacit extension that his interlocutor appears to have made."

Techniczna realizacja procesu akomodacji presupozycji zależy od przyjętego formalizmu reprezentacji znaczenia. Z punktu widzenia niniejszej pracy, bardzo interesujące rozwiązanie zaproponował przez van de Sandt w oparciu o teorię *DRT* [Sandt89]. Van der Sandt, w duchu teorii *DRT*, utożsamił kontekst interpretacji z odpowiednim DRS'em. W ujęciu van der Sandt'a, akomodacja sprowadza się do uzupełnienia DRS'a (wejściowego), stanowiącego kontekst interpretacji dla rozpatrywanego fragmentu dyskursu, o brakujące znaczniki dyskursu, bądź też warunki. Presupozycja nabiera cech anafory. Jest rozumiana jako odwołanie się do elementów (znaczników dyskursu oraz warunków), których obecność w konteście interpretacji (czyli odpowiednim DRS-'ie) jest presuponowana przez nadawcę.

Presupozycje wprowadzane przez poszczególne wyrażenia językowe są reprezentowane w podejściu van der Sandt'a poprzez dodatkowy typ prostego warunku (tzw. *wyzwalacze*, ang. *triggers*) w obrębie DRS'a, graficznie oznaczanej jako warunek złożony (*DRS* złożony z uniwersum, często pustego, oraz warunków prostych) w dodatkowej, pogrubionej ramce. Rozszerzony został zbiór reguł konstrukcji o dodatkowe reguły wyzwalaczy presupozycyjnych, wprowadzające wyzwalacze do struktury DRS'a. Interpretacja spełnienia presupozycji opisanej wyzwalaczem przebiega w pewnym uproszczeniu w sposób podobny do rozwiązywania anafory w *DRT*:

- sprawdzana jest dostępność znaczników (zgodnie z regułami dostępności dla anafory), które mogą być anaforycznymi poprzednikami do znaczników zawartych w uniwersum wyzwalacza,
- następnie, sprawdzane są warunki nałożone na zidentyfikowane poprzedniki anaforyczne, zgodnie ze ścieżką dostępności.

Jeżeli presupozycja dla danego wyzwalacza nie jest spełniona, uruchamiany jest proces akomodacji presupozycji sprowadzający się do dodania znaczników i warunków opisanych wyzwalaczem do pewnego DRS'a na ścieżce dostępności pomiędzy bieżącą pozycją a głównym DRS'em (niezagnieżdżonym w żadnym innym, definicja w rozdziale 5.1.2). Van der Sandt rozróżnia pomiędzy:

- *akomodacją globalną* (ang. *global accommodation*),
- *akomodacją pośrednią* (ang. *intermediate*),
- oraz *akomodacją lokalną* (ang. *local accommodation*).

Akomodacja globalna polega na dodaniu zawartości wyzwalacza (tzn. znaczników i warunków, z dokładnością do przemianowania znaczników) do głównego DRS'a. Akomodacja lokalna z kolei polega na dodaniu zawartości wyzwalacza do bieżącego DRS'a tzn. do tego, w którym znajduje się wyzwalacz (jako warunek). Z kolei akomodacja pośrednia polega na dodaniu zawartości wyzwalacza gdzieś 'po drodze', wzdłuż ścieżki dostępności, pomiędzy poziomem głównego i bieżącego DRS'a.

Kluczowym elementem teorii van der Sandt'a są tzw. *bezwzględne ograniczenia* (ang. *Absolute Constraints*) na wybór rodzaju akomodacji oraz *preferencje* w wyborze rodzaju akomodacji. Bezwzględne ograniczenia:

- chronią związanie znaczników w wyzwalaczach (którego nie wolno zerwać),
- wymuszają wzrost 'ilości' informacji (mierzony poprzez relację wynikania tzn. uzupełniony DRS nie powinien wynikać ze 'starego' tzn. przed akomodacją) w wyniku akomodacji,
- wymagają spójności DRS'ów po akomodacji,
- oraz wymuszają wzrost tzw. *lokalnego poinformowania* (ang. *Local Informativity*) oznaczającego, że żaden zagnieżdżony DRS nie powinien być redundantny po akomodacji, tzn. DRS powstający w wyniku zastąpienie rozważanego zagnieżdżone DRS'a warunkiem pustym (zawsze prawdziwym T) nie powinien wynikać ze 'starego' DRS'a.

Preferencje wyrażają zasady o kognitywnym charakterze wynikające z analizy danych językowych.

Ogromną zaletą teorii van der Sandt'a jest kompletność, oparcie się na prostych, 'naturalnych' zasadach, rozwinięcie idei *DRT* i semantyki dynamicznej. Chyba jedyną jej wadą jest brak kompozycyjności i konieczność działania na meta-poziomie, czyli operowanie bezpośrednio na nazwach znaczników i warunkach jako wyrażeniach tekstowych.

Teoria van der Sandta była stosowana w odniesieniu do języka polskiego w ramach eksperymentalnego systemu przetwarzającego język polski [Łabuze99].

6. *Samoorganizująca się Logika Struktur* (*SLS*)

Zgodnie z celem niniejszej pracy określonym w rozdziale 1, dążymy do konstrukcji opisu formalnego znaczenia FN, który by szczegółowo i precyzyjnie wyrażał informacje o ilości bytów reprezentowanych przez FN w dyskursie oraz o sposobie realizacji związków czasownikowych pomiędzy bytami reprezentowanymi przez poszczególne FN w ramach dyskursu. Mówiąc o sposobie realizacji, mamy na myśli zarówno stosunki liczebnościowe, jak i też charakter relacji, opisywany wcześniej pojęciem odmiany. W wyniku analizy lingwistycznych koncepcji znaczenia (rozdział 3) widać wyraźnie, że znaczenie poszczególnych FN należy interpretować w kontekście związków z innymi FN w dyskursie, a nawet z uwzględnieniem kontekstu interpretacji całego dyskursu. Kluczowy staje się łączny formalny opis przynajmniej kilku aspektów znaczenia FN: kwantyfikacji, anafory, referencji i presupozycji.

Rozdziały 4 i 5 poświęcone zostały analizie wybranych (mimo to, jednak reprezentujących dość szerokie spektrum podejść) rozwiązań w dziedzinie opisu poszczególnych aspektów znaczenia FN. W wyniku przeprowadzenia szczegółowej analizy, wszystkie prezentowane tam rozwiązania okazały się być, w pewien sposób, niekompletne (odnośne uwagi w tekście rozdziałów 4 i 5), koncentrując się na wybranych aspektach i traktując pozostałe aspekty w sposób uproszczony. Jednakże dobór zestawionych prac nie był przypadkowy. Każda z nich zawiera interesującą propozycję rozwiązania pewnego szczegółowego problemu. Zebrane razem ukazują możliwość konstrukcji interesującej syntezy. Z racji przyszłych zastosowań informatycznych konstruowanej tu teorii, naturalną podstawą do jej konstrukcji wydaje się być idea semantyki dynamicznej, traktującej język naturalny jako narzędzie komunikacji informacji. Największymi przeszkodami są tu:

- włączenie referencji do opisu,
- integracja szczegółowego opisu kwantyfikacji (włączając w to odmiany) z dynamicznym opisem anafory,
- oraz kompozycyjny opis anafory (a także referencji).

Celem pracy jest stworzenie formalnego opisu znaczenia polskiej FN. Zanim jednak przejdziemy do szczegółowej analizy znaczenia konstrukcji polskich FN (w kontekście polskiego dyskursu), niezbędne jest skonstruowanie odpowiedniego narzędzia – formalnego języka reprezentacji znaczenia. Język logiczny zaproponowany w niniejszym rozdziale, nazwany *Samoorganizująca się Logika Struktur* (*SLS*), stanowi podstawę do próby konstrukcji postulowanej powyżej syntezy tzn. język *SLS* zapewnia mechanizmy, które mogą być wykorzystane do kompozycyjnego opisu znaczenia FN w zakresie wskazanych powyżej aspektów. Nazwa *SLS*, gdzie słowo *logika* pojawia się trochę na wyrost (stanowi zapowiedź dalszego rozwoju, jako że nie zostanie skonstruowany tutaj pełny aparat dowodowy), zostanie wyjaśniona w kolejnym podrozdziale.

Podążając za metodą Muskensa [Muskens96] (rozdział 5.2.3), język *SLS* konstruowany jest w sposób warstwowy, w oparciu o wprowadzony wcześniej język L_{typ}, z jednoczesnym rozszerzeniem sortów L_{typ} o jeden sort dodatkowy. Następnie, na bazie *SLS*, jako kolejna warstwa definiowana poprzez skróty notacyjne, konstruowany jest właściwy język reprezentacji znaczenia dyskursu, który realizuje próbę syntezy.

Język *SLS*, w konsekwencji bycia rozszerzeniem języka L_{typ}, jest wariantem wielosortowej logiki typów. Typy *SLS* stanowią rozszerzenie typów L_{typ}: zachowywane są wszystkie typy proste L_{typ} wraz z denotacjami oraz dodawany jest jeden nowy typ prosty. Zbiór wyrażeń *SLS* jest nadzbiorem wyrażeń L_{typ} z zachowaniem ich semantyki. W większości przypadków definicje operatorów *SLS* przyjmują postać skrótów notacyjnych wyrażeń L_{typ} (definicja warstwowa). W pozostałych przypadkach L_{typ} pełni rolę metajęzyka[72].

Prezentacja formalnej definicji *SLS* poprzedzona zostanie nieformalnym wprowadzeniem, w ramach, którego omówiona zostanie koncepcja kształtu języka i intuicje leżące u podstaw formalnych definicji.

[72] Definicje metajęzykowe pozostawione zostały dla większej przejrzystości ale mogą być zastąpione definicjami odpowiednich wyrażeń jako skrótów notacyjnych.

6.1. Koncepcja

W podstawowym *DRT* [Kamp93] mechanizm tworzenia się powiązań anaforycznych stanowi część semantyki języka reprezentacji. Znaczenie równoważne jest zmianie kontekstu interpretacji – DRS'a – a na kształt zmiany ma wpływ reguła doboru poprzednika, kierująca się, między innymi, regułą dostępności. Podstawowemu *DRT* brakuje jednak własności bycia ściśle kompozycyjną teorią, cechy pożądanej z punktu widzenia przetwarzania np. w przypadku częściowego parsingu dyskursu lub w przypadku błędów w dyskursie, gdy nie jest budowane kompletne drzewo rozbioru składniowego, kompozycyjność teorii znaczenia pozwala na zbudowanie reprezentacje dla tych fragmentów zdań, dla których został przeprowadzony parsing. Większość kompozycyjnych wersji *DRT*, w tym wszystkie omówione w rozdziale 5.2, reprezentuje powiązania anaforyczne, poprzez przypisanie identycznych składniowo znaczników do NP połączonych anaforą. Problem poprawnej redukcji łączącej, dyskutowany mocno w [EijKam97], to problem techniczny, związany ściśle z reprezentacją. Problem identyfikacji odpowiednich par NP (za pomocą indeksów w drzewie rozbioru) został przerzucony na poziom składni i tym samym wyłączony poza obszar zainteresowań semantyki. Kompozycyjne *DRT* poprzestają co najwyżej na kontroli poprawności zbudowanych struktur reprezentacji poprzez sprawdzenie przestrzegania zasady dostępności (np. [Muskens96]). Tymczasem, jak to już było rozważane wcześniej (rozdział 3), pomimo istnienia wielu istotnych ograniczeń natury składniowej regulujących kwestię akceptowalności poszczególnych połączeń składniowych, bardzo istotną rolę odgrywa tu semantyka. Widać to jeszcze wyraźniej, gdy rozważy się użycie w funkcji anaforycznej nie zaimków a określonych fraz rzeczownikowych (np. *ten pies*).

Można oczywiście zadać sobie pytanie, czy opis zasad jakimi rządzi się proces tworzenia się powiązań anaforycznych powinien być zadaniem formalnej semantyki. Czy nie należy pozostawić tej kwestii do rozstrzygnięcia na etapie implementacji systemu przetwarzającego. Trywialnym jest stwierdzenie, że zakres informacji, szczególnie deskryptywnej, mającej wpływ na rozstrzygnięcie powiązań anaforycznych (ang. *anaphora resolution* [Hobbs86]), jest praktycznie nieograniczony ([EijKam97:44]). Bardzo często konieczne jest odwołanie się do szerokiej wiedzy odbiorcy o kontekście interpretacji dyskursu i bardzo często również człowiek ma kłopoty z poprawnym określeniem intencji nadawcy.

Jednakże zasada dostępności podstawowego *DRT*, stanowiąca istotny element składowy tej teorii, to nic innego jak warunek konieczny o charakterze syntaktyczno-semantycznym dla powiązań anaforycznych. Celem teorii znaczenia dyskursu powinno być formułowanie zasad rządzących anaforą, formułowanych w postaci możliwie uniwersalnych warunków koniecznych określonych na poziomach składni, semantyki i nawet pragmatyki.

Porównując definicję referencji Hessa (Def. 3.3.2-1) i przedstawioną powyżej charakterystykę anafory, widać, że w zarówno jednym, jak i drugim przypadku mamy do czynienia z procesem identyfikacji 'właściwego' referenta / obiektu na podstawie znaczenia interpretowanej NP. Przy czym w przypadku referencji problem zakresu wiedzy odbiorcy, praktycznie nieograniczonego, jaki należy uwzględnić przy wyznaczaniu referenta (np. [Wilks86]), staje się poważniejszy niż w przypadku rozstrzygania anafory. Możemy się opierać wyłącznie na przesłankach semantycznych oraz, chyba równie istotnych, pragmatycznych. Brakuje przesłanek natury składniowej ograniczających zbiór potencjalnych referentów. Referenci, do których odnoszą się referencyjne NP, w większości podejść nie są reprezentowani w kontekście interpretacji. Przyjmując jednak upraszczające założenie, że wiedza odbiorcy na temat rzeczywistości zmienia się w trakcie interpretacji dyskursu jedynie o dostarczone w nim informacje, możemy potencjalnych referentów ulokować w kontekście początkowym, odchodząc tym samym od obecnego w różnych wersjach *DRT* założenia pustego stanu kontekstu początkowego. Do formalnych aspektów tego zagadnienia wrócimy za chwilę.

Za koniecznością reprezentacji mechanizmu referencji w teorii znaczenia dyskursu przemawia istotny wpływ referencyjności NP na znaczenie zdania czy też nawet dyskursu np. problem zasięgu i ilości możliwych znaczeń zdania (rozdział 4.5) – przenoszony poprzez powiązania anaforyczne na cały dyskurs.

Wydaje się być pożądane, przynajmniej na pewnym poziomie ogólności, wprowadzenie do reprezentacji znaczenia dyskursu opisu mechanizmów identyfikacji obiektów – mechanizmów obecnych w znaczeniu anaforycznych i referencyjnych NP. Pociąga to za sobą sformułowanie minimalnych warunków spełnianych przez szeroki kontekst interpretacji dyskursu tzn. kontekst wykraczający poza zmianę wprowadzoną przez poprzednie zdania w dyskursie.

System Vermeulena [Vermeu93] (rozdział 5.2.2) wprowadza eleganckie rozdzielenie reprezentacji zdolności do łączenia się częściowych struktur reprezentacji (komponent kontekstu) od reprezentacji wyrażanej przez nie informacji deskryptywnej (komponent zawartości informacyjnej). Zastosowane metafory importu i eksportu sugerują pewną autonomiczność łączonych wyrażeń w zakresie tworzenia powiązań pomiędzy zmiennymi (znacznikami) w momencie łączenia. Jednak tak nie jest. Tworzące się powiązania wynikają ściśle z przyjętych nazw zmiennych. Podobnie jak w innych kompozycyjnych wersjach *DRT*, przyjęte nazwy zmiennych muszą wynikać z indeksacji zapewnionej poza teorią semantyczną (np. na poziomie składni).

Jeżeli odrzucimy założenie wstępnej indeksacji drzewa jako rozwiązanie niekompozycyjne (rozdział 5.2.1), powstaje pytanie: jaki mechanizm wyznaczania poprzednika możemy zaproponować w zamian?

Skoro nie ma informacji sterującej w postaci a priori określonych nazw zmiennych, wyboru powinna dokonać funkcja będąca odpowiednikiem funkcji importu Vermeulena. Nazwijmy ją roboczo ‘importem autonomicznym’. Jaka może być podstawa działania importu autonomicznego? Pojawiają się tu dwa czynniki. Pierwszy, to określenie pewnego zbioru znaczników jako dostępnych (relacja dostępności w *DRT*, eksport w systemie Vermeulena). Odpowiada to uwarunkowaniom wynikającym ze struktury składniowej. Ciągle jednak liczba potencjalnych powiązań jest zbyt duża. Drugi czynnik, wykorzystywany intensywnie przez człowieka w procesie interpretacji dyskursu, to właściwości skojarzone ze znacznikami. Możemy je dalej podzielić na:

- cechy składniowe np. liczba, rodzaj - standardowo brane pod uwagę,
- oraz, najczęściej pomijane w teoriach znaczenia dyskursu, własności wynikające z zawartości informacyjnej obydwóch NP[73] (ograniczamy się tutaj w rozważaniach do tematu pracy).

Rolę drugiego czynnika widać szczególnie wyraźnie w przypadku anaforycznego użycia określonych NP takich, jak *the dog* (pol. *ten pies*). Oczywiście, dążenie do sformułowania wyczerpującego formalnego opisu zgodności dwóch znaczników na podstawie zawartość informacyjnej powiązanej z nimi reprezentacji, jest z góry skazane na niepowodzenie. Zakres rozważanych czynników, począwszy od poziomu semantyki, a na poziomie pragmatyki[74] skończywszy, jest praktycznie nieograniczony. Wydaje się jednak, że szczegółowe rozważanie tej kwestii jest istotne dopiero na poziomie implementacji systemu przetwarzającego (np. w stylu klasycznego rozwiązania Wilksa [Wilks86]). Na poziomie formalnej teorii znaczenia wystarczy, że poprzestaniemy na wprowadzeniu odpowiedniego *operatora identyfikującego* znaczniki zgodne z rozpatrywanym, na podstawie skojarzonej ze znacznikami reprezentacji zawartości informacyjnej, określając ponadto warunki konieczne ograniczające działanie operatora.

Ponieważ działanie operatora, polegające na identyfikacji znaczników o przypisanych odpowiednich własnościach, jest zbliżone do przyjętej w niniejszej pracy lingwistycznej definicji referencji (Def. 3.3.9-1), operator ten będzie nazywany *operatorem referencji*. Nazwa operatora, wykorzystywanego zarówno w reprezentacji anafory jak i referencji, może sprawiać wrażenie, że anafora jest tu postrzegana jednostronnie w perspektywie tzw. *E-type pronouns* (np.

[73] Jak zwykle powstaje tu typowy konflikt pomiędzy pojęciami stosowanymi w lingwistyce anglosaskiej i polskiej (dla języka polskiego wprowadzone zostało wcześniej pojęcie FN). Tak długo, jak będziemy pozostawać na poziomie ogólnym, używać będziemy pojęcia NP. Ułatwi to odniesienia do teorii analizowanych wcześniej. Do pojęcia FN przejdziemy w rozdziale 7, gdzie skoncentrujemy się na szczegółowym opisie języka polskiego. Nie oznacza to bynajmniej, że utożsamiamy tu obydwa pojęcia.

[74] Część zagadnień pragmatycznych takich jak *focus* czy też *referent salience in the context* może być reprezentowana w komponencie kontekstu poprzez nałożenie częściowego porządku na dostępne znaczniki. Dyskusja możliwych rozszerzeń prezentowanej tu teorii w tym zakresie zostanie przeprowadzona w dalszej części rozdziału.

[Hess89:rozdz. 5.6.4.1]). Tak jednak nie jest. Wyjaśnienie tej pozornej sprzeczności będzie łatwiejsze po wprowadzeniu pełnej formalnej definicji *SLS*.

6.1.1. Typy

Podążając za przykładem Muskensa [Muskens96], definicja *SLS* oparta została na logice typów, a dokładniej na wprowadzonym wcześniej języku L_{typ}. Jednakże w odróżnieniu od *logiki zmian* Muskensa (rozdział 5.2.3), w *SLS* typ *stanu* nie jest typem pierwotnym. W *SLS* stan jest typem złożonym - strukturą określającą zarówno komponent kontekstu (łączenia się) jak komponent zawartości informacyjnej dyskursu.

Def. 6.1.1-1 Typy *SLS*

1. Typy podstawowe:
   - typy podstawowe języka L_{typ} czyli: *e*, *t*.
   - *m* – typ ‘znaczników dyskursu’.
2. Wszystkie typy złożone zbudowane z typów podstawowych *SLS* za pomocą konstruktorów określonych w punktach 2) i 3) Def. 3.3.9-1.

Pozostając przy metaforze użytej przez Muskensa, elementy denotacji typu *m*, nazywane dalej *znacznikami*, stanowią rodzaj komórek pamięci komputera (nazwa typu od ang. *memory*). Jednocześnie, analogicznie jak w systemie referencyjnym Vermeulena, tylko ograniczona ilość ‘komórek pamięci’ (znaczników) jest w użyciu w danym stanie. Do używanych znaczników przypisana jest informacja w postaci zbiorów obiektów. Do przyczyn użycia zbiorów w miejsce obiektów indywiduowych, wrócimy jeszcze w dalszej części niniejszego rozdziału. Na poziomie stosowanej metafory, możemy powiedzieć, że każdy znacznik ‘przechowuje’ określoną informację.

Ponieważ chcemy, aby operator referencji ‘przeglądał’ dostępne znaczniki, identyfikując te, którym są przypisane określone właściwości, operator ten powinien działać na samych znacznikach a nie na zbiorze zmiennych nazywających znaczniki[75] (w sensie *RS* Vermeulena). W przeciwnym razie operator referencji działałby na poziomie składni, a tym samym podobnie jak w *D-DRT*, byłby elementem metajęzyka, a nie języka przedmiotowego. Oznacza to, że zmienne typu *m* nie będą odgrywały żadnej roli w procesie wiązania poszczególnych częściowych struktur reprezentacji dyskursu (wyrażeń *SLS* określonego typu, odpowiadających DRS’om). W rezultacie tej marginalizacji roli zmiennych po znacznikach, tracimy istotny mechanizm wiązania zmiennej przez kwantyfikator! Do tego problemu i jego konsekwencji wrócimy później.

Operując na znacznikach głównie na poziomie semantycznym, musimy wprowadzić mechanizm zapewniający ‘bezkolizyjne’ wykorzystanie poszczególnych znaczników w poszczególnych wyrażeniach składowych. W myśl przyjętej metafory, każda komórka pamięci ma swój ‘adres’. ‘Adresy’ znaczników wyznaczamy poprzez nałożenie porządku całkowitego na denotację typu *m*. ‘Adres zerowy’ wyznacza element minimalny wg nałożonego porządku. Wyraża to poniższa definicja:

[75] Oczywiście Można by było wprowadzić dodatkowy typ pierwotnych nazw znaczników, byłby to jednak niepotrzebny dodatkowy poziom abstrakcji.

Def. 6.1.1-2 Denotacje typów SLS

1. $\mathbf{D}_e$, $\mathbf{D}_t$ – denotacje identyczne jak w systemie typów języka L_{typ}.
2. $\mathbf{D}_\mathrm{m} = M$, gdzie M jest dowolnym nieskończonym zbiorem z nałożonym porządkiem całkowitym:
   - na M jest zdefiniowana relacja porządku całkowitego, zapisywana $<_\mathrm{m}$, zapewniająca, że:
     - dla każdego podzbioru $X \subseteq M$ istnieje jednoznacznie wyznaczone *supremum*, oznaczone przez $supp(X)$,
     - dla każdego elementu $x \in M$ istnieje jednoznacznie wyznaczony następnik oznaczony poprzez $succ(x)$,
   - niech P_0 to wyróżniony element zerowy $\mathbf{D}_\mathrm{m}$ taki, że $\forall p \in \mathbf{D}_\mathrm{m}.(P_0 <_\mathrm{m} p \vee P_0 = p)$.
3. Denotacje typów złożonych *SLS* określa Def. 3.3.9-2.

Pozostaje jeszcze kwestia: co pociąga za sobą identyfikacja znacznika jako poprzednika znacznika rozpatrywanego? Z punktu widzenia semantycznego reprezentują te same obiekty, którym wyrażenie anaforyczne nadaje nowe własności. W systemie referencyjnym Vermeulena referenci wiązani poprzez eksport / import nie są od siebie odróżniani. Jednak znacznik *SLS*, w odróżnieniu od referenta, nie służy jedynie do przechowywania informacji, pełni kluczową rolę w procesie łączenia się wyrażeń, reprezentuje określony element dyskursu – nie może zniknąć bez śladu[76]. Oznacza to, że budowane powiązania pomiędzy znacznikami musimy reprezentować jawnie w postaci relacji. Efektem pozostawania dwóch znaczników w tej relacji musi być przypisanie identycznego zbioru obiektów (identycznej informacji) do obydwu z nich.

W tym momencie ujawniły się już wszystkie elementy składające się na *stan* kontekstu interpretacji (stan pamięci – czyli opis 'stanu informacyjnego' odbiorcy): zbiór używanych znaczników (nazywanych dalej *aktywowanymi*), relacja powiązania znaczników. Dodatkowo do stanu włączymy również funkcję wartościującą przypisującą znacznikom zbiory obiektów (elementów $\mathbf{D}_e$). Sformułowawszy pojęcie stanu, możemy, w stylu semantyki dynamicznej, przypisać dyskursowi, jako jego reprezentację semantyczną, term *SLS* typu relacja na stanach. Znaczenie zostaje w ten sposób utożsamione ze zmianą wprowadzaną przez interpretację termu tego typu do kontekstu interpretacji, reprezentowanego przez stan. Biorąc pod uwagę obecność funkcji wartościującej znaczniki jako składowej stanu, osiągamy sytuację, w której stan wyraża potencjalną konfigurację obiektów.

Formalna definicja stanu jako typu złożonego jest wyrażona poniżej, gdzie wprowadzamy osobne oznaczenie literowe *s* dla typu stany, z racji licznych odwołań do niego w dalszych definicjach *SLS*:

Def. 6.1.1-3 Typ stanów *s*

Typ stany to typ złożony, oznaczany skrótowo poprzez *s,* definiowany następująco (produkt kartezjański): $(m \bullet ((m \bullet m)t) \bullet (m(et)))$.

Def. 6.1.1-4 Stan

Stanem nazywamy element $\mathbf{D}_s$.
Stanem początkowym, oznaczanym S_0, będzie nazywać wyróżniony elementem $\mathbf{D}_s$ taki, że $S_0 = \langle P_0, \varnothing, \{\langle P_0, \varnothing \rangle\} \rangle$.

Znaczenie poszczególnych elementów struktury stanu (ilustrowanej dodatkowo przez Rys. 6.1.1-1) możemy, ciągle jeszcze nieformalnie, określić następująco:

1. m – wyróżniony znacznik określający ostatnio *aktywowany* znacznik (‘włączony do użycia’ w stanie poprzednim); ponieważ zbiór $\mathbf{D}_m$ jest uporządkowany a raz aktywowany znacznik nie jest ‘gubiony’, wystarczy znajomość jednego ostatnio aktywowanego do wyznaczenia całego zbioru aktywowanych dotychczas; przyjmujemy tu założenie (wbudo-

[76] Nie współgrałoby to również z przyjętą metaforą, co oczywiście ma marginalne znaczenie.

wane w formalną definicję *SLS*), że zawsze aktywowany jest następnik wyróżnionego; zbiór znaczników aktywowanych jest w większości równoważny zbiorowi dostępnych znaczników (odpowiednie definicje operatorów negacji, implikacji i dysjunkcji, w typowy dla semantyki dynamicznej sposób, 'ukrywają' część aktywowanych znaczników przed byciem dostępnymi);

2. ($(m \bullet m)t$) – relacja powiązań pomiędzy znacznikami; zgodnie z linearnym porządkiem w tekście pierwszy znacznik reprezentuje poprzednika, drugi wyrażenie anaforyczne; do relacji, na pozycję poprzednika, może być włączony tylko znacznik dostępny w danym stanie; relacja powiązań nakłada ograniczenia na funkcję wartościującą znaczniki - ostatni element stanu, co jest zagwarantowane poprzez *własność niejednoznaczności referencji* (Def. 6.3.2-6) stanowiącą część definicji *operatora referencji* (rozdział 6.1.2) odpowiedzialnego za budowanie powiązań;
3. ($m(et)$) – *funkcja wartościująca znaczniki* - funkcja całkowita na zbiorze znaczników aktywowanych w danym stanie (częściowa na wszystkich); przypisuje znacznikom zbiory obiektów; znaczniki powiązane otrzymują identyczne wartości (Def. 6.3.2-6).

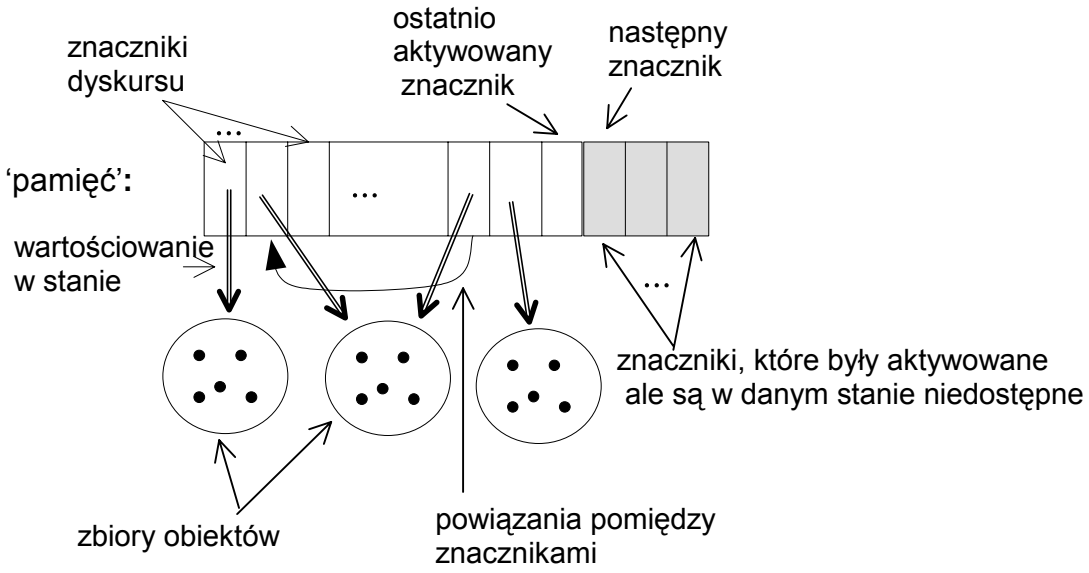
Stan początkowy reprezentuje 'pusty stan pamięci', kiedy jeszcze żadne informacje nie zostały zapamiętane.

Na podstawie definicji stanu możemy wprowadzić formalne definicje kilku używanych już dotychczas pojęć:

Def. 6.1.1-5 Podstawowe pojęcia związane z wykorzystaniem znaczników dyskursu

1) Dla dowolnego stanu $i \in \mathbf{D}_s$, znacznik $x \in \mathbf{D}_m$ nazywamy *aktywowanym* w stanie i w.t.w., gdy $P_0 <_m x$ oraz nieprawda, że $(i)^1 <_m x$.
2) Dla dowolnego stanu $i \in \mathbf{D}_s$, zbiór $X \subseteq \mathbf{D}_m$ nazywamy *zbiorem znaczników aktywowanych* w stanie i w.t.w., gdy X to największy zbiór taki, że każdy znacznik $x \in X$ jest znacznikiem aktywowanym w stanie i.
3) Wszystkie znaczniki aktywowane w stanie i są *dostępne* dla operatora referencyjnego operujące na stanie i jako stanie wejściowym.

Funkcja wartościująca odpowiada komponentowi zawartości deskryptywnej (to rozgraniczenie nie jest tak ścisłe w *SLS* jak w systemie Vermeulena). Z kolei dostępność znaczników oraz relacja powiązania wyznaczają komponent kontekstowy. Tym, co spaja obydwa aspekty, jest zbiór znaczników aktywowanych – 'obszar pamięci dyskursu'. Wprowadzenie redundantnego pojęcia dostępnych znaczników wynika z faktu, iż jeżeli stan i powstaje ze stanu j w wyniku sekwencji przekształceń, to nie wszystkie znaczniki, które zostały aktywowane w stanach pośrednich są nadal aktywowane, a tym samym dostępne, w stanie i.



Rys. 6.1.1-1 Diagram ilustrujący pojęcie stanu i jego składowe.

Jak już to było wspomniane, znaczenie wypowiedzi w języku naturalnym będzie identyfikowane w *SLS* z relacją na stanach. Tym samym zdaniom i dyskursom języka naturalnego zostaną przypisane termy typu ($s(st)$), których interpretacją jest relacja na stanach. Ponieważ, w przypadku większości użyć zdań (z wyjątkiem pewnych aktów mowy lub zdań i niespełnionych presupozycjach), możemy je określić jako prawdziwe bądź fałszywe, oczekiwalibyśmy również w odniesieniu do termów *SLS*, reprezentujących ich znaczenie, możliwości określenia ich jako prawdziwe (spełnione) lub fałszywe (niespełnione). Z racji odniesienia wartości logicznych do termów typu ($s(st)$) oraz powiązania ich ze zdaniami języka naturalnego, termy typu ($s(st)$) będą nazywane w *SLS formułami dynamicznymi*, gdzie pojęcie 'dynamiczne' nawiązuje do ich interpretacji jako relacji na stanach. W dalszej części niniejszego rozdziału zostaną również sformułowane pojęcia spełnienia i niespełnienia określonej formuły dynamicznej w określonym modelu i stanie wejściowym. Spełnialność formuły dynamicznej będzie warunkowana kształtem relacji na stanach stanowiącej jej interpretację.

Przyjrzyjmy się bliżej intuicjom kryjącym się za opisem zmian zachodzących w kontekście interpretacji wraz z interpretacją kolejnych NP.

6.1.2. Komponent kontekstu

Wraz z każda kolejną NP pojawia się potrzeba przechowania informacji o kolejnej grupie obiektów, reprezentowanej przez nią w dyskursie, czyli potrzeba 'wprowadzenia' nowego znacznika do kontekstu. Zgodnie z tym, co było powiedziane wcześniej, kolejny znacznik jest przydzielany deterministycznie poprzez *operator aktywacji znacznika* (formalna definicja składni i semantyki tego operatora, jak i pozostałych, zamieszczona jest w rozdziałach 6.2 i 6.3):

- $\downarrow$ - typu: ($s(st)$)
- określa relację na stanach - w ujęciu proceduralnym:
  - zwiększa zbiór aktywnych znaczników o następnik ostatnio aktywowanego znacznika (zwiększa się liniowo 'obszar pamięci' zajęty przez reprezentację informacji z dyskursu),
  - tym samym pojawia się kolejny dostępny znacznik (zbiór dostępnych znaczników jest ograniczany, analogicznie jak w *DRT*, poprzez negację, implikację i dysjunkcję struktur reprezentacji – termów typu ($s(st)$)),
  - rozszerzona zostaje niedeterministycznie funkcja wartościująca w stanie.

Obrazowe ujęcie proceduralne będziemy konsekwentnie stosowali również do opisu pozostałych operatorów. Należy jednak pamiętać, że jest to jedynie metafora. Wszystkie operatory są

stałymi o ustalonej interpretacji. Wszystkie są definiowane jako skróty notacyjne wyrażeń języka L_{typ}.

Działanie operatora ↓ opiera się na przyjętym założeniu nieskończoności zbioru znaczników (jednak w każdym stanie jedynie jego skończony podzbiór jest używany).

Termy typu ($s(st)$), reprezentujące relacje na stanach, z założenia będą przypisywane zarówno jako reprezentacja zdań języka naturalnego, jak i też całego dyskursu. Ponieważ stanowią analog formuł logiki predykatów, termy typu ($s(st)$) będą nazywane *formułami dynamicznymi*.

Anaforyczna NP wymaga, poza aktywowaniem nowego znacznika, utworzenia powiązania aktywowanego znacznika z jednym ze znaczników dostępnych. Wybór odpowiedniego znacznika i utworzenie powiązania realizuje, wspomniany już wcześniej, *operator referencji*:

- ↑- typu: $(m((et)(s(st))))$
- dla wskazanego znacznika (podanego jako argument) odnajduje pośród znaczników dostępnych (warunek strukturalny) te, które są dopasowane pod względem właściwości:
  - dopasowanie właściwości zostało tu uproszczone do *zawieranie się pojęciowego* (ang. *subsumption*), rozumianego tu jako warunek zawierania się wartości (zbioru obiektów) przypisanej do potencjalnego poprzednika (dostępnego znacznika) w zbiorze podanym jako argument operatora,
  - zbiór podany jako argument operatora referencji, na mocy przyjętej składni *SLS*, stanowi denotację wyrażenia predykatywnego reprezentującego zawartość informacyjną danej NP,
- dla odnalezionych poprzedników operator ↑ tworzy pary powiązań dodawane następnie do ‘listy’ (relacji) powiązań,
- zgodnie z tym, co było powiedziane, fakt powiązania dwóch znaczników powinien prowadzić do przypisania im identycznego zbioru obiektów jako wartości; jednak warunek ten musi być złagodzony ze względu na zjawisko krypto-nieokreślonych FN, w których reprezentacji semantycznej pojawi się definiowanych dalej operator *presupozycji słabej*; dopuszcza on niejednoznaczność identyfikacji (więcej niż jedno powiązanie), a tym samym, należy w różnych stanach wyjściowych z operatora ↑ reprezentować różne możliwości identyfikacji, łagodząc warunek 'jednakowego wartościowania z poprzednikami' do 'jednakowego wartościowania z przynajmniej jednym z poprzedników'; zasada ta została sformułowana w postaci *własności niejednoznaczności referencji* (Def. 6.3.2-6),
- ponieważ znaczniki już powiązane ze sobą z założenia reprezentują identyczne zbiory obiektów, operator ↑ nie powinien rozróżniać pomiędzy powiązanymi ze sobą znacznikami, powinien tworzyć powiązania z dokładności klas równoważności określonych przez przechodnią relację 'bycia powiązanym z'; arbitralnie przyjęto, że operator
- dodatkowo w działaniu operatora uwzględnić sytuację, w której w danym stanie wejściowym niektóre znaczniki już są ze sobą powiązane; wtedy, zgodnie z ↑ w przypadku każdej takiej klasy dodaje powiązanie tylko do znacznika aktywowanego najpóźniej (korzenia całego drzewa powiązań w ramach danej klasy równoważności); można powiedzieć, że znacznik ten reprezentuje element kontekstu znajdujący się 'najbliżej' interpretowanego właśnie fragmentu dyskursu,
- stan wyjściowy różni się od wejściowego jedynie zmienioną relacją powiązań.

Warunek prostego zawierania się pojęciowego to, zapewne, minimalne ograniczenie jakie możemy zdefiniować dla operacji identyfikacji poprzednika. Definicja warunku odzwierciedla zasadę leżącą u podstaw anafory konstruowanej w dyskursie, poprzez (często niepełną) *replikację grupy anaforyzowanej* (czyli poprzednika) [Topoli84:328] np. w dyskursie [Kamp93:252]

198) ***A man***^{1} *and a woman entered The Golden Eagle.* ***The man***$_{1}$ *was wearing a brown overcoat.*

w drugim zdaniu, NP(*the man*) identyfikuje poprzednika jako jedyny obiekt z pośród reprezentowanych w kontekście interpretacji dyskursu, który spełnia deskrypcję wyrażoną przez daną NP. Powiązanie takie nadal było by poprawne, gdybyśmy rozwinęli NP - poprzednika - do np. *a handsome, tall man*.

Proponowany minimalny warunek narzuca dość słabe ograniczenia, aczkolwiek nadal spełnione, w przypadku zaimków anaforycznych. Aspekt deskryptywny ich znaczenia na poziomie semantyki jest bardzo ubogi. Zaimki anaforyczne bazują również na własnościach składniowych, które nie są uwzględniane w zasadzie dostępności np. liczba i rodzaj. Najprostszym wyjściem byłoby dodanie tych własności składniowych do reprezentacji aspektu deskryptywnego znaczenia NP, czyli w *SLS* dodanie odpowiednich predykatów (analogicznie zresztą do podstawowego *DRT*).

Te same jednak zaimki mogą być wykorzystane referencyjnie. Tu powstaje problem. Ponieważ stan reprezentuje 'stan pamięci' odbiorcy, najbardziej naturalnym rozwiązaniem dla interpretacji referencji wydaje się przyjęcie pewnego ustalonego stanu, elementu $\mathbf{D}_s$, jako reprezentacji kontekstu początkowego interpretacji dyskursu. Wszystkie znaczniki reprezentujące obiekty znane odbiorcy byłyby w tym stanie początkowym aktywowane a tym samym dostępne. Rozwiązanie takie zostało przyjęte w *SLS*. Operator referencji, stanowiący część interpretacji określonych NP, 'przebiega' poprzez wszystkie dostępne znaczniki, zarówno te pochodzące z dyskursu, jak i 'zadane' na początku. Anaforyczne i referencyjne użycia NP interpretowane są w jednolity sposób. Niestety, trudno definiować własności składniowe dla znaczników reprezentujących obiekty, o których informacje posiadane przez odbiorcę nie pochodzą z dyskursu. W tym momencie warunek zawierania się pojęciowego wykluczyłby wszystkie znaczniki ze stanu początkowego z możliwości identyfikacji jako dopasowanych. Poza niepotrzebną komplikacją w postaci mnożenia 'przeszukujących operatorów', możliwe są dwa rozwiązania:

- strukturalne rozróżnienie pomiędzy różnymi rodzajami znaczników dostępnych (np. poprzez nałożenie dodatkowej relacji porządku częściowego na znaczniki),
- przeniesienie warunku dopasowanie z dziedziny wartości na dopasowanie w dziedzinie pojęć, czyli zamiana ekstensjonalnego warunku na intensjonalny (np. rozdzielenie w stylu *Description Logic* [Nebel90] reprezentacji pojęć od reprezentacji asercji, czy wprowadzenie rozróżnienia pomiędzy obiektem i klasą w stylu *logik obiektowych* np. [KiLaWu95]).

Obydwa powyższe potencjalne rozszerzenia będą jeszcze rozpatrywane w dalszym toku prac. Na obecnym etapie, aby nie komplikować prezentacji podstawowego szkieletu *SLS*, poprzestaniemy na przyjętym uproszczonym warunku dopasowania, mając świadomość wszystkich wad takiego rozwiązania.

Warto tu jeszcze podkreślić, że użycie operatora referencji do reprezentacji anafory nie oznacza postrzegania anafory jako realizacji koreferencji, czyli jedynie w stylu *E-type pronouns*. Operator referencji tworzy powiązanie. Jeżeli poprzednikiem tego powiązania jest znacznik wprowadzony przez nieokreśloną NP (ewentualnie kwantyfikującą), mamy do czynienia z odpowiednikiem mechanizmu wiązania zmiennej z logiki predykatów (tu: wiązania wartości znacznika poprzez wartość poprzednika). Kwestią decydującą o charakterze powiązania jest pierwszy element łańcucha powiązań. Gdy znajduje się on w stanie początkowym, czyli z założenia reprezentuje obiekty znane odbiorcy, to powiązanie ma charakter referencji. Należałoby tu wprowadzić, wspomniane powyżej, rozróżnienie o charakterze pragmatycznym pomiędzy podzbiorami aktywowanych znaczników. Jednak wpływ referencyjności NP na relacje 'zasięgu' w zdaniu jest w *SLS* niezależny od tego potencjalnego rozróżnienia. Stanie się to widoczne podczas omawiania interpretacji kwantyfikacji w *SLS* (rozdział 6.1.4).

Proponowany w *SLS* mechanizm interpretacji referencji ma charakter dynamiczny. Rezultat działania operatora referencji zależy od kontekstu użycia wyrażenia językowego i skutkuje w zmianie stanu kontekstu interpretacji. To zasadniczo odróżnia proponowane tu podejście od techniki zakotwiczenia znaczników (*anchor* – rozdział 5.1.5) [Kamp93] czy użycia stałych [Muskens96] (rozdział 5.2.3)

Zbiór znaczników dostępnych zmienia się jedynie w wyniku działania operatorów *dynamicznej negacji*, *dynamicznej implikacji* i *dynamicznej dysjunkcji* (a raczej pseudo-operatorów ponieważ definiowane są one jako skróty notacyjne w obrębie *SLS* – rozdział 6.3.1), nazywanych dalej *spójnikami dynamicznymi*:

- **'not'**, typu ((*s*(*st*)) (*s*(*st*))),
- '⇒', '**or**' – obydwa typu ((*s*(*st*)) ((*s*(*st*))(*s*(*st*)))),

- operatory działają na formułach dynamicznych domykając zbiór znaczników aktywowanych tzn. zbiór znaczników aktywowanych jest kopiowany bez zmian w formule wynikowej ze stanu wejściowego do wyjściowego, żaden ze znaczników aktywowanych w argumentach operatorów nie jest dostępny na zewnątrz; działanie to jest realizacją typowego schematu semantyki dynamicznej,
- znaczniki aktywowane w zasięgu działania operatorów dynamicznych zachowują się jak 'pamięć robocza' (odwołując się tu do trafnej metafory Kampa i Eijcka [EijKam97:34]) wykorzystywana do sprawdzenia, czy np. w przypadku negacji (zdaniowej) nie istnieje możliwość rozszerzenia stanu o znaczniki o określonych własnościach – znaczniki wykorzystywane podczas te operacji są następnie 'zwalniane'[77].

Ze spójnikami dynamicznymi blisko koncepcyjnie związany jest operator sekwencji (definiowany również jako skrót notacyjny):

- '**;**' – typu ((*s*(*st*)) ((*s*(*st*))(*s*(*st*)))),
- łączy dwie formuły dynamiczne w taki sposób, że stan wyjściowy pierwszym staje się stanem wejściowym drugiej,
- wartościowanie ze stanu wejściowego zostaje rozszerzone przez kolejne formuły o wartości aktywowanych znaczników,
- jest 'przeźroczysty' ze względu na dostępność znaczników i powiązania pomiędzy znacznikami: znaczniki aktywowane w stanach wyjściowych obydwu formuł dynamicznych pozostają aktywowane w stanie wyjściowym formuły złożonej.

Poza tymi dwoma warunkami: strukturalnym i dopasowania własności, mechanizm reprezentacji anafory i referencji może wprowadzić element *nieokreśloności*. Powiązanie może nastąpić z dowolnym ze znaczników spełniającym wspomniane warunki.

Referencyjność NP praktycznie nierozłącznie wiąże się z wprowadzaniem przez daną NP presupozycji egzystencjalnej. W modelu wprowadzonym w rozdziale 3.3.9 presupozycja i referencja są postrzegane jako dwa odrębne mechanizmy w ujawniające się we znaczeniu NP. Podejście to jest zachowane w *SLS*. Presupozycja egzystencjalna jest tu interpretowana poprzez *operatory presupozycji unikalnej* i *słabej*, będące modyfikatorami operatora referencji:

- ι, ε - typu ((*m* ((*et*) (*s* (*st*)))) (*m* ((*et*) (*s* (*st*))))):
- każdy z operatorów określa dodatkowy warunek, który nałożony działanie operatora referencji, ogranicza możliwość dokonania zmiany stanu, na podstawie oceny rezultatów 'osiągniętych' przez operator referencji (ograniczenie zastosowania operatorów presupozycji tylko do stałej operatora referencji dokonuje się w odpowiednich regułach składniowych *SLS*),
- operator ι, odpowiadający unikalnej (ścisłej) presupozycji egzystencjalnej, wymaga, aby lista powiązań została rozszerzona w wyniku zastosowania operatora referencji o dokładnie jedną parę,
- natomiast operator ε, reprezentuje *słabą presupozycję egzystencjalną*; wyodrębnianą tu jako składnik znaczenia angielskiej *referential indefinite NP* (rozdziały 3.3.2 i 5.1.5), czy też polskich krypto-określonych użyć FN (rozdział 3.4), gdzie odbiorca jest poinformowany o istnieniu referenta, ale nie oczekuje się, że będzie w stanie jednoznacznie zidentyfikować referenta; proces identyfikacji powinien się odbyć, ale jedyne, co oczekujemy od odbiorcy, to wskazanie przynajmniej jednego potencjalnego referenta,
- operator ε wymaga, aby lista powiązań została rozszerzona o przynajmniej jedną parę,
- dla danego stanu wejściowego zostanie utworzony stan wyjściowy (inaczej mówiąc, stan wejściowy zostanie zaktualizowany) w.t.w., gdy warunek wyrażony przez dowolny operator presupozycji jest spełniony,
- oznacza to, że w przypadku niespełnienia warunku presupozycyjnego interpretacją całego wyrażenia jest pusta relacja na stanach; pusta relacja na stanach będzie stanowiła konse-

[77] Obrazowo można powiedzieć, że w ramach tych operacji rozważamy *możliwość istnienia* obiektów o określonych własnościach, a nie *potencjalnie istniejące* obiekty, jak w pozostałych przypadkach.

kwentnie w całym *SLS* interpretację niespełnionej presupozycji w kontekście reprezentowanym przez stan wejściowy,

- interpretacja presupozycji jako warunku możliwości dokonania zmiany w danym stanie (tu możliwość dokonania zmiany za pośrednictwem operatora referencji) nawiązuje do metod dynamicznej interpretacji presupozycji omawianych w rozdziale 5.3.1.

6.1.3. Reprezentacja aspektu deskryptywnego

Informacja o obiektach jest przechowywana w postaci wartości przypisanych w danym stanie do znaczników. Aspekt deskryptywny znaczenia, zarówno NP jak i VP, jest wyrażany, w sposób standardowy, za pomocą predykatów. Predykaty opisują własności posiadane przez obiekty. Ponieważ jednak zmienne po znacznikach praktycznie nie są używane, tradycyjny mechanizm powiązania predykatu ze zmienną nie może być zastosowany. Warto jednak zauważyć, że proces konstrukcji reprezentacji dyskursu w postaci sekwencyjnej rozbudowy termu *SLS* można tak zorganizować, aby predykat wprowadzany jako reprezentacja znaczenie NP, czy też VP, dotyczył wartości ostatnio wprowadzonego (w przypadku predykatu rzeczownikowego) lub kilku ostatnio wprowadzonych znaczników (w przypadku predykatu czasownikowego). Rozbudowując pamięć przyrostowo sięgamy po te informacje, które zostały w niej umieszczone jako ostatnie.

W tym celu wprowadzone zostały odpowiednie operatory dostępu do ostatnio aktywowanego znacznika i jego wartości.

Operator pobrania ostatniego aktywowanego znacznika umożliwia przede wszystkim związanie znacznika z ewentualnym operatorem referencji i predykatem rzeczownikowym:

- ∇ – typu (*sm*),
- dla stanu *i*, przekazanego jako argument, zwraca ten znacznik, który został aktywowany jako ostatni tzn. zwraca $(i)^1$.

Wprowadzenie *operatora pobrania następnego aktywowanego znacznika*, to efekt pewnego zabiegu technicznego, pozwalającego na ‘zapamiętanie’ znacznika, który będzie aktywowany w ramach interpretacji kolejnej NP i przekazanie go do predykatu czasownikowego (znacznik ten mógłby być ‘przykryty’ przez znaczniki aktywowane w interpretacji fraz modyfikujących daną NP):

- $\because$ – typu (*sm*),
- dla stanu *i*, przekazanego jako argument, zwraca ten znacznik, który będzie aktywowany jako następny tzn. zwraca *succ*($(i)^1$), gdzie *succ* to operacja wyznaczenia następnika z $(i)^1$ realizowana według relacji porządku ‘$<_m$’ na zbiorze $\mathbf{D}_m$.

Rola *operatora pobrania wartości znacznika* ogranicza się w zasadzie jedynie do poprawy czytelności zapisu termów *SLS* (podobnie jak operatora ∇):

- # - typu (*s* (*m* (*et*))) - *operator pobranie wartości znacznika*,
- dla stanu *i*, przekazanego jako argument, oraz dla wskazanego znacznika, zwraca zbiór typu (*et*), stanowiący wartość przypisaną do wskazanego znacznika przez funkcję wartościującą $(i)^3$ danego stanu *i*,
- operator # będzie stosowany zawsze w połączeniu z operatorami ∇ oraz ‘$\because$’.

Aspekt deskryptywny NP jest reprezentowany przez term typu (*et*) określający *klasę* (podzbiór dziedziny interpretacji) obiektów o określonych własnościach. Term ten może być budowany, jako wyrażenie boolowskie ze stałych predykatywnych typu (*et*) np. w przypadku reprezentacji NP zawierającej przymiotniki modyfikujące rzeczownik. Ponieważ wartości przypisane do znaczników są również typu (*et*), deskrypcja jest prawdziwa w odniesieniu do wartości znacznika w.t.w., gdy spełnione jest relacja $\subseteq$ (obiekty ‘należą’ do danej klasy).

Główna uwaga w niniejszej pracy koncentruje się na znaczeniu NP (i FN). Dla znaczenia frazy czasownikowej (VP) przyjęto uproszczoną[78] (w sensie niepełności koncepcji, a nie realizacji technicznej) reprezentację w postaci termu typu : $((et)^i\ t)\ t)$, gdzie $i \in \mathbf{Nat}$. Konkretny typ termu

[78] Uproszczoną w sensie niepełności koncepcji, a nie realizacji technicznej, która niewątpliwie odbiega od prostego predykatu wieloargumentowego.

reprezentującego VP zależy od wymaganej ilości argumentów czasownika (*walencji*) konstruującego daną VP. Przyjęcie tak skomplikowanej reprezentacji VP jest efektem sposobu interpretacji kwantyfikacji i zjawisk z nią powiązanych (odmiany, zależności liczebnościowe) w *SLS*. Problemom tym jest poświęcony w całości następny podrozdział. Warto tu jeszcze dokonać analizy 'typu czasownikowego':

- element denotacji $((et)^i\ t)$ – jest równoważny podzbiorowi produktu kartezjańskiego zbudowanego z kolekcji (Def. 4.4.2-1),
- element denotacji $((et)^i\ t)$ jest tu interpretowany jako opis pewnej *konfiguracji kolekcji*, ze względu na relację czasownikową (opis pewnej 'sytuacji') np. dla zdania
  98) *Three examiners marked two papers.*
  pojedyncza konfiguracja kolekcji opisuje pojedyncze 'zdarzenie' ('sytuację'[79]), w którym pewne grupy profesorów (w szczególnym przypadku jednoosobowe) dokonały oceny grup prac (w szczególnym przypadku jednoelementowych),
- element denotacji $((et)^i\ t)\ t)$ – to zbiór konfiguracji kolekcji – opisuje wszystkie 'sytuacje', do opisu których możemy użyć danej VP.

Konstruując reprezentację aspektu deskryptywnego NP lub VP przy pomocy stałych typu (*et*), nazywanych dalej *predykatami rzeczownikowymi*, oraz termów typu $((et)^i\ t)\ t)$, nazywanych dalej *predykatami czasownikowymi* (gdzie *i* będzie dobierane stosownie do ilości argumentów danego czasownika), należy mieć na uwadze zamierzoną w *SLS* identyfikację znaczenia wyrażenia języka naturalnego z relacją na stanach. Konieczna jest konstrukcja pewnego rodzaju testu określającego na ile stan wejściowy jest zgodny z odpowiednimi predykatami rzeczownikowymi i czasownikowymi pod względem wartości przypisanych w nim do odpowiednich znaczników. Ponieważ przesłanki, kryjące się za skomplikowaną denotacją predykatu czasownikowego, mogą być w tym miejscu pracy dość niejasne (zaproponowana denotacja predykatu czasownikowego zostanie umotywowana poprzez rozwiązania przyjęte w dziedzinie reprezentacji kwantyfikacji, prezentowane w podrozdziale 6.1.4), skoncentrujemy się w dalszych rozważaniach na konstrukcji i własnościach takiego testu.

Test wartości znaczników powinien wyeliminować te stany, w których wartości przypisywane odpowiednim znacznikom są niezgodne z denotacją predykatu. W przypadku predykatu rzeczownikowego, oceniającego wartość pewnego znacznika, test taki może zostać formułowany następująco:

(53) $\lambda p.\lambda i.\lambda j.(\#(p,i)\subseteq \mathbf{man} \wedge i=j)$

gdzie **man** to pewien predykat rzeczownikowy, a '#' to wprowadzony wcześniej operator podający wartość danego znacznika w danym stanie wejściowym

Wyrażenie (53), skonstruowane w sposób typowy dla semantyki dynamicznej (np. [GroSto91]), powiela stan wejściowy, jeżeli jest on zgodny z warunkiem, 'eliminując' w ten sposób stany niezgodne z warunkiem. Mimo swojej typowości, wyrażenie (53) sprawia nieoczekiwany problem w świetle przyjętej wcześniej interpretacji niespełnionych presupozycji jako pustych relacji na stanach. Wyrażenie (53) może prowadzić również do pustej relacji np. w wyniku nałożenia sprzecznych ze sobą warunków[80]:

(54) $\lambda p.\lambda i.\lambda j.\exists k.(\ (\#(p,i)\subseteq \mathbf{fat} \wedge i=k) \wedge (\#(p,k)\subseteq \mathbf{slim} \wedge k=j)\ )$

Zakładając naturalną rozłączność denotacji predykatów rzeczownikowych **fat** i **slim**, wyrażenie (54), zredukowane z pewnym znacznikiem *p*, otrzymuje jako interpretację pustą relację na stanach. Oznacza to interpretację identyczną z interpretacją niespełnionego warunku presupozycyjnego, gdy tymczasem wyrażenie (54) należałoby po prostu określić jako sprzeczne, przypisując mu wartość logiczną fałszu. Powszechnie akceptowaną własnością presupozycji [Beaver97, Tokarz93] jest fakt, iż gdy presupozycje danego wyrażenia nie są spełnione,

[79] Ponieważ znaczenie VP jest traktowane w *SLS* w sposób uproszczony, głównym celem jest opis znaczenia NP, nie jest podejmowana tu próba formalizacji pojęć *zdarzenia* czy też *sytuacji*, które są używane metaforycznie.

[80] Przykład ten jest może nieco wydumany, bardziej naturalnym byłoby nałożenie sprzecznych warunków poprzez predykat rzeczownikowy i czasownikowy.

określenie wartości logicznej tego wyrażenia nie jest możliwe. Konieczne staje się określenie podzbioru denotacji formuł dynamicznych, czyli zbioru relacji na stanach, którego elementom (czyli relacjom na stanach o określonym kształcie) przypiszemy wartość logiczną fałszu.

Analizują wyrażenie (54), możemy dostrzec, że wyrażona w nim sprzeczność sprowadza się do niemożności przypisania znacznikowi *p* wartości (zbioru obiektów) spełniającej jednocześnie obydwa predykaty. Można przyjąć, że w wypadku wystąpienia sprzeczności wartością rozpatrywanego znacznika jest zbiór pusty. Zbiór pusty jako wartość sygnalizuje brak informacji o obiektach reprezentowanych przez dany znacznik w dyskursie. Stan, w którym występują znaczniki, różne od znacznika P_0, z przypisanym im zbiorem pustym jako wartością, będzie nazywany *stanem z niekompletną informacją*. Relacji na stanach, takiej że wszystkie stany wyjściowe są stanami z niekompletną informacją, będzie przypisywana wartość logiczna fałszu (odpowiadająca sprzeczności pewnej formuły dynamicznej, której interpretacją jest relacja tego typu). Pojęcia spełnionej i niespełnionej formuły dynamicznej, zdefiniowane w myśl powyższych założeń zostaną formalnie zdefiniowane w rozdziale 6.3.3. Warto jeszcze raz podkreślić różnicę w interpretacji niespełnionej presupozycji, prowadzącej do pustej relacji na stanach, oraz sprzeczności, prowadzącej do relacji na stanach określonego typu.

Pozostaje jednak ciągle problem techniczny, iż interpretacją wyrażenia (54) ciągle jest pusta relacje na stanach, zamiast relacji, gdzie stany wyjściowe są stanami z niekompl0etną informacją. Problem ten mógłby być rozwiązany poprzez zmianę typu predykatu rzeczownikowego (np. do typu ($m(s(st))$)) oraz typu predykatu czasownikowego, ale wydaj się, iż rozwiązanie to wprowadziłoby zbyteczną komplikację. Alternatywą jest wprowadzenie specjalnego operatora przekształcającego przypadek braku relacji, wynikający ze sprzeczności w opisie, do przypadku relacji o kształcie odpowiadającym wartości logicznej fałszu. Operator ten, wprowadzający ‘kontekst testowania wartości znaczników’, będzie nazywany *operatorem testu* a jego działanie możemy określić następująco:

- $?^1$ - typu (($s(st)$) (m ($s(st)$))) - *operator testu* spełnienia warunku przez formułę dynamiczną,
- pobiera formułę dynamiczną, realizującą ocenę wartości znacznika podanego jako drugi argument operatora testu,
- jeżeli ocena wartości znacznika kończy się negatywnie, to denotacją podanej formuły dynamicznej jest pusta relacja na stanach,
- w przypadku negatywnej oceny, zadaniem operatora testu jest zastąpienie pustej relacji na stanach relacją, w której stan wyjściowy jest identyczny ze stanem wejściowym z dokładnością do wartości wskazanego znacznika – wskazanemu znacznikowi w stanie wynikowym zostaje przypisany zbiór pusty jako wartość,
- operator testu pozwala na dokonanie rozróżnienia pomiędzy niespełnieniem warunku wyrażonego podaną formułą dynamiczna jako warunku presupozycyjnego oraz jako warunku deskryptywnego.

Dotychczas rozważaliśmy testy konstruowane w oparciu o predykat rzeczownikowy, gdzie ocenie podlegała wartość tylko jednego znacznika. W przypadku testu opartego na predykacie czasownikowym, w naturalny sposób ocena zostaje rozszerzona na wartości kilku znaczników na raz. Konieczne jest zatem uogólnienie wprowadzonego operatora testu do schematu operatora testu pozwalającego na uzyskanie operatora testu działającego dla dowolnej liczby znaczników:

- $?^n$ - typu $((s(st))(\underbrace{m(\ldots m(}_{n} (s(st)))\ldots))$ – schemat *operator testu* uogólnionego na wyrażenia oceniające wartość więcej niż jednego znacznika,
- działanie uogólnionego operatora testu jest identyczne z operatorem $?^1$, różni się tylko liczbą znaczników, którym jest w stanie wynikowym przypisywany zbiór pusty jako wartość w razie niespełnienia warunku wyrażonego podaną formułą dynamiczną,
- ponieważ nie można powiedzieć, którego znacznika wartość ‘nie pasuje’ do konfiguracji kolekcji wyrażonej przez predykat czasownikowy, ‘pasują’ wszystkie albo żaden, to wynikowy stan jest oznaczany jako nie posiadający kompletnej informacji o wszystkich rozpatrywanych znacznikach.

6.1.4. Kwantyfikacja i mnogość

Ponieważ nazwy znaczników nie są używane jawnie w strukturach reprezentacji, nie jest możliwe zastosowanie w stosunku do znaczników klasycznych mechanizmów wiązania zmiennej przez kwantyfikator i zasięgu kwantyfikatorów. Nie jest też możliwa interpretacja kwantyfikacji jako relacji na zbiorach wartościowań, jak to się dzieje w DRT_{Plur} [Kamp93] (rozdział 5.1.4). Są to jednak pozorne niedogodności. W zamian otrzymujemy jednolitą reprezentację dla pojedynczych i mnogich NP. Nie ma znanego z DRT_{Plur} podziału znaczników na trzy typy.

Zastosowana interpretacja kwantyfikacji opiera się w znacznej mierze na systemie *CNDM* van der Doesa [Does94] (rozdział 4.4.2). Za *CNDM*, determinatory są reprezentowane przez stałe typu:

- $((et)\,((et)\,t))$,
- które, unikając niejednoznaczności pojęciowej van der Doesa, będziemy nazywali *proto-kwantyfikatorami*, ze względu na ich działanie jako funktorów generujących na podstawie zbioru (et) rodzinę zbiorów $((et)\,t)$, czyli kwantyfikator typu kwantyfikatorowego $\langle 1\rangle$ określony na dziedzinie interpretacji $\mathbf{D}_e$,
- ze względu na mnogość form kwantyfikacji w języku naturalnym symbole proto-kwantyfikatorów przynależą w *SLS* nie do operatorów, ale do zbioru stałych pozalogicznych $Con_{((et)\,((et)\,t))}$ i podlegają interpretacji.

SLS, podobnie jak w *CNDM*, nie odwołuje się do teorii kolekcji, podstawą nadal pozostaje standardowa teoria zbiorów. Kolekcje, w myśl definicji Def. 4.4.2-1, są reprezentowane przez podzbiory dziedziny interpretacji.

SLS proponuje jednak zmiany (w stosunku do *CNDM*) w definicjach konkretnych proto-kwantyfikatorów i sposobie ich zastosowania. Rozważmy proto-kwantyfikator numeryczny ([Does94], rozdział 4.4.2):

(6) $\mathbf{n} := \lambda X.\lambda Y.|X\cap Y|=n$

Odpowiadający mu kwantyfikator typu kwantyfikatorowego $\langle 1,1\rangle$ spełnia, jak większość kwantyfikatorów języka naturalnego i wszystkie stosowane w *SLS*, własność konserwatywności (CONS). Oznacza to, że prawdziwe jest stwierdzenie:

$\lambda X.\lambda Y.|X\cap Y|=n \Leftrightarrow \lambda X.\lambda Y.|X\cap(X\cap Y)|=n$

Do działania kwantyfikatora CONS istotne są tylko elementy pochodzące z X. Obecność 'dodatkowych' elementów w Y wynika tylko i wyłącznie ze standardowo przyjmowanej interpretacji zdania (np. [BarCoo81]) np. dla zdania z czasownikiem nietranzytywnym mamy schemat ||NP||(||TV||) tzn. do rodziny zbiorów kwantyfikatora ||NP|| należy denotacja predykatu czasownikowego. Pozbycie się 'dodatkowych' elementów w Y, niepochodzących z X, wymaga jedynie zmiany interpretacji zdania na inną adekwatną.

Oznacza to, że nic nie stoi na przeszkodzie, aby argument X proto-kwantyfikatora utożsamić z wartością znacznika. Rozważmy interpretację NP(*two papers*). Determinator *two* otrzymuje następującą interpretację:

(55) $||two||^{SLS} := ||\mathbf{two}||^{M} := \lambda X.\lambda Y.(\,|Y|=2 \wedge Y\subseteq X\,)$, gdzie indeks 'SLS' będzie odtąd oznaczał interpretację znaczenia wyrażenia języka naturalnego przy pomocy termu *SLS*.

Rodzina zbiorów, generowana przez proto-kwantyfikator, jest w (55) ograniczona jedynie do podzbiorów X. Rzeczownikowi *paper*, stanowiącemu aspekt deskryptywny analizowanej NP, przypisujemy jako znaczenie symbol predykatywny typu (et):

(56) $||paper||^{SLS} := \mathbf{paper}$

Interpretacja kompletnej NP powinna obejmować: utworzenie znacznika, nałożenie na niego ograniczeń wynikających z aspektu deskryptywnego oraz zastosowanie proto-kwantyfikatora generującego argument testowany później warunkiem czasownikowym. W pierwszym przybliżeniu, abstrahując na razie od szczegółów reprezentacji predykatu czasownikowego i reprezentacji odmian, znaczenie NP w kontekście jej użycia w prostym zdaniu, możemy opisać następująco:

(57) $||two\ papers||^{SLS} :\approx \lambda P_{vp}.\lambda i.\lambda j.{\downarrow}(i,j) \wedge \#(\nabla(j),j)\subseteq \mathbf{paper} \wedge \boldsymbol{zgodne}(P_{vp}, \mathbf{two}(\,\#(\nabla(j),j))\,)$

Napis ***zgodne*** symbolizuje operację porównania zgodność opisu możliwych konfiguracji kolekcji ('sytuacji') wyrażonego przez czasownik z opisem zbiorów obiektów zaangażowanych w

daną ‘sytuację’ wyrażonym przez proto-kwantyfikator (do pominiętego tu zagadnienia reprezentacji odmiany kwantyfikacji powrócimy później). Proto-kwantyfikator **two** generuje rodzinę dwuelementowych podzbiorów wartości znacznika. Jeżeli użyjemy NP(*two papers*) w kontekście zdania 98):

98) *Three examiners marked two papers.*

to liczba prac reprezentowanych przez NP(*two papers*) waha się od 2 (szeroki zasięg) do 6 (wąski zasięg). W zależności od liczebności zbioru przypisanego do znacznika, zmienia się liczność rodziny podzbiorów generowanej przez proto-kwantyfikator.

Schemat (57) działa jednak poprawnie tylko dla determinatorów interpretowanych przez absolutne kwantyfikatory [Hess89] (rozdział 3.3.6, odpowiadające *cardinality quantifiers* w pracy [Kamp93:461], rozdział 5.1.4), gdzie NP wyraża istnienie zbioru obiektów o określonej liczebności. Natomiast schemat (57) jest niewłaściwy w przypadku determinatorów relatywnych [Hess89] (*proportional* [Kamp93:461]) np. *most papers*. W tym przypadku NP reprezentuje nie cały zbiór, a jedynie wydzieloną część zbioru. Determinatory relatywne niejawnie odwołują się do zbioru bazowego i presuponują, że zbiór ten nie jest pusty, np. [Hess89] (rozdziały 3.3.6 i 4.3.2), Zuber [Zuber98] używa pojęcia *presupozycji indukowanej kwantyfikatorowo*. W przypadku użycia fraz NP, takich jak *most papers*, zbiór bazowy przeważnie jest wyznaczony poprzez szeroki kontekst wypowiedzi (np. zbiór wszystkich prac studentów danego przedmiotu lub roku). Upraszczając problem, w sposób typowy dla zastosowań teorii kwantyfikatora uogólnionego (np. [BarCoo81, Does94, DoeEij96]), zbiór bazowy zostaje utożsamiony tu z denotacją wyrażenia predykatywnego reprezentującego aspekt deskryptywny takiej NP. W rezultacie interpretacja użycia NP(*most papers*) w prostym zdaniu może być budowana wg następującego schematu:

(58) $||\textit{most papers}||^{\mathrm{SLS}}:\approx\lambda P_{vp}.\lambda i.\lambda j.{\downarrow}(i,j) \wedge \#(\nabla(j),j)\subseteq\mathbf{paper} \wedge |\mathbf{paper}|\neq\varnothing$
$\wedge\ \boldsymbol{zgodne}(\mathrm{P}_{vp}, \mathbf{most}(\mathbf{paper}))$

W (58) brakuje jednak związku pomiędzy wartością znacznika a rodziną podzbiorów wygenerowaną przez proto-kwantyfikator. Związek ten musi być uwzględniony w relacji ***zgodne***, która w zmodyfikowanej postaci musi rozpatrzyć również dodatkowy argument wartości znacznika: ***zgodne***(P_{vp}, **most**(**paper**), $\#(\nabla(j),j)$) tzn. zgodność pomiędzy predykatem czasownikowym a produktem proto-kwantyfikatora powinna zachodzić przynajmniej dla tego podzbioru rodziny, który jest równy wartości znacznika (ta prosta postać warunku skomplikuje się dalej, w momencie rozważenia odmian i zależności liczebnościowych).

Ograniczenie się w *SLS* jedynie do kwantyfikatorów spełniających własności (rozdział 4.3.1): EXT, CONS, UNIV, PERM oraz ISOM, jest możliwe bez straty na zakresie modelowanych zjawisk językowych, dzięki przeniesieniu części odpowiedzialności w reprezentacji semantycznej na niezależne mechanizmy modelujące referencję i presupozycję.

Przyjęcie w *SLS* interpretacji kwantyfikacji zbliżonej do interpretacji w *CNDM* umożliwia łatwą adaptację rozwiązań proponowanych tam dla formalnego opisu zjawiska odmiany. Zachowane zostają najważniejsze cechy charakterystyczne: opis kolekcji oparty na standardowej teorii zbiorów (Def. 4.4.2-1), wprowadzenie modyfikatorów odmiany dla determinatorów zmieniających typ, istnienie modyfikatorów odmiany predykatu czasownikowego oraz konieczność uzgodnienia pomiędzy odmianą NP a VP (dla każdego argumentu z osobna). Zmieniona natomiast została, poza wprowadzonymi powyżej zmianami w interpretacji proto-kwantyfikatorów, koncepcja schematu znaczenia zdania, reprezentacji kwantyfikacji kumulatywnej i sposobu działania modyfikatorów odmian: predykatu czasownikowego i (nieznacznie) proto-kwantyfikatorów. Zmiany te wynikają przede wszystkim z przyjętej w *SLS* reprezentacji powiązań w dyskursie i niestosowaniu zmiennych po znacznikach.

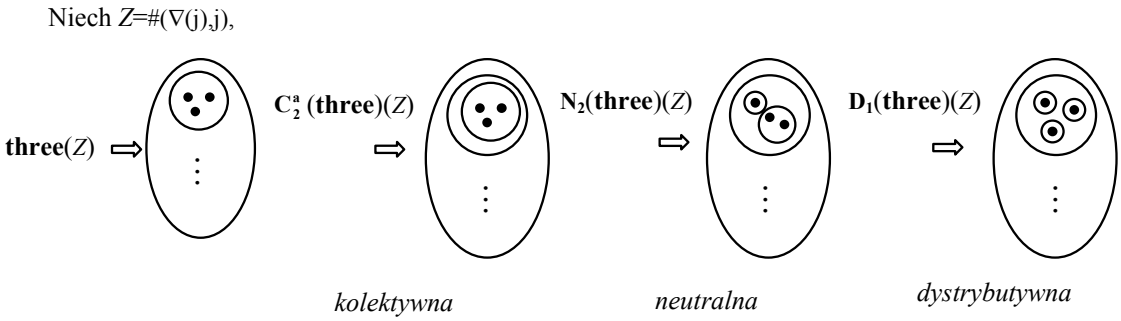
Za *CNDM* wprowadzone zostają, z niewielkimi zmianami w definicji, cztery modyfikatory odmiany proto-kwantyfikatora, odpowiadające trzem wartościom odmiany. Pomimo wprowadzonych zmian, zostały zachowane oryginalne oznaczenie van der Doesa [Does94], rozdział 4.4.2):

- $\mathbf{D_1}$, $\mathbf{C_2^a}$, $\widetilde{\mathbf{C}}_{\mathbf{2}}^{\mathbf{a}}$, $\mathbf{N_2}$ – typu $\big(\ (\ (et)\ ((et)\ t)\ )\ \ (\ (et)\ (((et)\ t)\ t))\ \big)$
- funktory ‘podnoszące typ’ (ang. *type lifting*) proto-kwantyfikatora – w efekcie zmodyfikowany proto-kwantyfikator dla zadanego zbioru generuje rodzinę zbiorów kolekcji,

utworzonych ze danego zbioru, np. w odmianie dystrybutywnej zmodyfikowany proto-kwantyfikator generuje rodzinę zbiorów atomów (w sensie Def. 4.4.2-1),

- zmiany wprowadzone w *SLS* wynikają z przyjętej koncepcji związku pomiędzy kwantyfikatorami a predykatem czasownikowym: podobnie jak elementy zbiorów generowanych przez proto-kwantyfikator są ograniczone do elementów zbioru stanowiącego jego argument (będącego wartością znacznika lub denotacją), tak samo elementy kolekcji należących do zbiorów kolekcji generowanych przez zmodyfikowany proto-kwantyfikator muszą pochodzić wyłącznie ze zbioru stanowiącego argument.

Działanie modyfikatorów odmiany proto-kwantyfikatorów ilustruje Rys. 6.1.4-1. Na rysunku, czarne punkty reprezentują obiekty z dziedziny interpretacji, owale reprezentują zbiory.



Rys. 6.1.4-1 Ilustracja działania modyfikatorów odmian.

W *CNDM* modyfikatory predykatów czasownikowych nakładają dodatkowe warunki na argumenty czasownika (rozdział 4.4.2). W *SLS*, z racji przyjętej uproszczonej denotacji czasownika (stanowiącej zbiór konfiguracji kolekcji), modyfikacja predykatu czasownika stosownie do odmiany wymaganej od argumentów przybrała postać filtru tworzącego podzbiór denotacji predykatu czasownikowego, w którym pozostają tylko te konfiguracje kolekcji, w których na określonej pozycji występują jedynie kolekcje określonego typu np. atomy. Z racji różnej krotności predykatów czasownikowych (teoretycznie nieograniczonej) filtr modyfikujący tworzony jest poprzez 'parametryzowanie' ogólnego schematu (omówionego dalej) poprzez proste operatory, nazywane dalej *modyfikatorami predykatu czasownikowego*, określające typ kolekcji występujących w przekazanym do nich zbiorze. Wprowadzone zostały trzy modyfikatory odmiany predykatu czasownikowego, swoimi oznaczeniami nawiązujące do oryginalnych propozycji van der Doesa:

- γ, π, δ, typu (((*et*) *t*) *t*) – modyfikatory predykatu czasownikowego 'kontrolujące' zgodność pomiędzy wymaganą odmianą a kolekcjami występującymi na pewnej pozycji predykatu czasownikowego, odpowiednio dla odmiany: kolektywnej, neutralnej i dystrybutywnej; denotacja predykatu czasownikowego stanowi informacje o wszystkich możliwych 'sytuacjach' ('zdarzeniach'), w odniesieniu do których można danego czasownika użyć, modyfikatory stanowią element filtru zawężającego zakres rozpatrywanych 'sytuacji' ('zdarzeń'),
- argumentem ich jest zbiór kolekcji występujących na określonej pozycji pewnej konfiguracji kolekcji,
- zwracają wartość logiczną prawdy, jeżeli zbiór jest zgodny z odmianą np. zawiera jedynie atomy w przypadku odmiany dystrybutywnej albo jedynie kolekcje nieatomowe w przypadku odmiany kolektywnej,
- modyfikator neutralny π nie wprowadza w żadnych zmian, stanowi z jednej strony dopełnienie, z drugiej może być wykorzystywany w złożeniach jako modyfikator 'neutralny' zmieniany poprzez złożenie z innym w modyfikator określonej z dwóch pozostałych odmian,

Jak już to było wspomniane, różnorodna krotność predykatów czasownikowych (różne rozmiary krotek składających się na konfiguracje kolekcji) oraz konieczność dopuszczenia niezależnej modyfikacji poszczególnych pozycji predykatu czasownikowe względem odmiany, spowo-

dowała zdefiniowanie *filtru odmiany* predykatu czasownikowego, jako schematu wyrażenia dla różnej krotności predykatu (analogiczne rozwiązanie zostało przyjęte przez van der Doesa, rozdział 4.4.2):

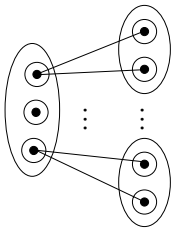
- Φ, typu $((\underbrace{op(\ldots op(}_{i} (((et)^i t) t) (((et)^i t)\ t)\ )\ldots)\ )$, gdzie *op* oznacza typ modyfikatora predykatu czasownikowego tzn. (((*et*) *t*) *t*), schemat filtru odmiany predykatu czasownikowego krotności *i*,
- pobiera *i* modyfikatorów odmiany - predykatów jednomiejscowych 'sprawdzających', czy kolekcje występujące na określonej pozycji są określonego typu (atomowe / nieatomowe),
- filtr zwraca podzbiór pobranej denotacji predykatu (drugi argument) zawierający tylko te konfiguracje kolekcji, w których zbiory kolekcji występujących na określonych pozycjach spełniają poszczególne modyfikatory.
- np. term $\Phi^2(\delta, \delta, \textbf{\textit{PredV}})$ oznacza podzbiór denotacji ***PredV*** taki, że we wszystkich opisanych 'sytuacjach' relacje zachodzą pomiędzy bytami indywiduowymi reprezentowanymi przez kolekcje atomowe.

Problem reprezentowania zasięgu kwantyfikatorów jest częściowo rozwiązany ('na daleką odległość') poprzez powiązania znaczników tworzone przez operatory referencji. Ograniczenia nałożone na jeden znacznik, w tym liczebnościowe, przenoszą się na znaczniki z nim powiązane. Ciągle jednak, z powodu niestosowania zmiennych po znacznikach, pozostaje otwarta kwestia wyrażenia związku pomiędzy kwantyfikacją, wartością znacznika i predykatem czasownikowym w kontekście więcej niż jednego proto-kwantyfikatora w termie. Jako punkt wyjścia przyjęte zostało rozwiązanie zastosowane w próbie formalizacji systemu Bellert [Bellert89] przez Zawadowskiego [Zawad89] (omówione szczegółowo w rozdziale 4.5.3), polegające na konstrukcji łańcuchów kwantyfikatorów i ich interpretacji w postaci zbioru podzbiorów produktów kartezjańskich oraz interpretacji predykatu czasownikowego w postaci podzbioru produktu kartezjańskiego. Jak już zostało to wykazane w rozdziale 4.5.3, łańcuchy kwantyfikatorów Zawadowskiego nie są w stanie wyrazić wszystkich możliwych znaczeń reprezentowanych w systemie Bellert, a również system Bellert jest ograniczony głównie do odmiany dystrybutywnej (rozdział 4.5.2).

Modyfikacje rozwiązania Zawadowskiego wprowadzone w *SLS* zmierzają w dwóch kierunkach:

- rozszerzenia mechanizmu na wszystkie odmiany,
- oraz objęcia opisem wszystkich znaczeń identyfikowanych w systemie Bellert.

W celu reprezentacji odmian kwantyfikacji, elementy produktów kartezjańskich budowane są nie z pojedynczych obiektów ale z kolekcji np. znaczenie zdania 98), w którym obie NP są użyte dystrybutywnie oraz NP(*three examiners*) ma szerszy zasięg niż NP(*two papers*), może być opisane następującym grafem (oznaczenia jak na Rys. 6.1.4-1):



Rys. 6.1.4-2 Reprezentacja jednego z możliwych znaczeń zdania 98) *Three examiners marked two papers.*

Diagram na Rys. 6.1.4-2 reprezentuje całą klasę możliwych znaczeń zdania 98). Liczba 6 różnych prac jest maksymalną liczbą prac, jaka może być reprezentowana przez NP(*two papers*) w tym zdaniu. Rys. 6.1.4-2, interpretowany dosłownie, wyznacza konkretny podzbiór produktu kartezjańskiego typu $((et)^2\ t)$ – nazwany wcześniej, w odniesieniu do denotacji predykatu czasownikowego, konfiguracją kolekcji. Jednocześnie klasie znaczeń reprezentowanej przez rysunek odpowiada zbiór konfiguracji kolekcji.

Klasy znaczeń ze względu na relacje liczebnościowe wyznaczają w systemie Bellert wartości cech absolutności i dystrybutywności oraz reguły określające dopuszczalne kombinacje wartości tych cech. Zawadowski definiuje *de facto* (Def. 4.5.3-3) trzy operatory[81] wyznaczające sposób konstrukcji krotek, które stanowią interpretację łańcucha kwantyfikatorów. Te trzy operatory odpowiadają wszystkim trzem dozwolonym parom wartości cechy dystrybutywności pomiędzy dwoma kwantyfikatorami. Jednak linearny porządek kwantyfikatorów w połączeniu z denotacją czasownika powoduje, że nie wszystkie możliwe znaczenia, identyfikowane w systemie Bellert, mogą być wyrażone formalnie u Zawadowskiego (niektóre wymagały by zmiany kolejności kwantyfikatorów w łańcuchu, co powoduje rozbieżność z denotacją czasownika - rozdział 4.5.3). W *SLS* operatory są łączone w sposób nielinearny (nawiązujący do kształtu grafów Bellert) oraz ilość operatorów (oraz ilość reprezentowanych przez nie *relacji zależnościowych*) została zredukowana w zasadzie do dwóch *operatorów zależnościowych*: *zależności liczebnościowej kwantyfikatorów* i *niezależności kwantyfikatorów*[82]:

- ‘<’, ‘>’ – typu (((*et*) *t*) *t*) (((*et*) *t*) *t*), ((*et*)^2 *t*) *t*))), gdzie $i, j \in$ **Nat** - *operator zależności liczebnościowej kwantyfikatorów* (‘lewo’ i ‘prawo’ stronna wersja),
- na podstawie dwóch rodzin zbiorów kolekcji tworzy zbiór konfiguracji kolekcji powstający w wyniku odpowiedniej kombinacji elementów zbiorów kolekcji z rodzin podanych jako argumenty,
- stanowi formalny odpowiednik wartości ‘+’ cechy dystrybutywności Bellert tzn. dwa kwantyfikatory q_1 i q_2 są relacji $q_1 < q_2$ wtedy gdy $q_1 \overset{+}{\rightarrow} q_2$, bez względu na wartość cechy absolutności i dystrybutywności w druga stronę (dopuszczalne konfiguracje użycia operatora są ustalone przez odpowiednie własności, aksjomaty i operatory *SLS*),
- w takim przypadku kwantyfikator q_2 jest zależny od kwantyfikatora q_1 i dla każdej kolekcji *k* w dowolnym zbiorze należącym do q_1 istnieje zbiór kolekcji *Z* należący do q_2, taki, że *k* jest w krotce z każdym elementem *Z*,
- ‘:’ - typu (((*et*) *t*) *t*) (((*et*) *t*) *t*), ((*et*)^2 *t*) *t*))) - *operator niezależności liczebnościowej kwantyfikatorów*,
- również dokonuje kombinacji zbiorów konfiguracji kolekcji,
- stanowi formalny odpowiednik wartości ‘-’ cechy dystrybutywności w kontekście ‘-‘ w drugą stronę (w przypadku gdy jest ‘+’ to wartość ta ‘dominuje’ i decyduje o sposobie tworzenia krotek),
- dla każdych dwóch rodzin zbiorów kolekcji, operator ‘:’ tworzy zbiór podzbiorów produktów kartezjańskich ze zbiorów do nich należących.

Operatory zależności i niezależności liczebnościowej wyznaczają częściowo strukturę relacji w odniesieniu do dwóch kwantyfikatorów. Własności reprezentowane przez tą relację określa dopiero interpretacja predykatu czasownikowego w modelu. Całościowa struktura relacji powstaje w wyniku połączenia częściowych kombinacji określonych dla poszczególnych uporządkowanych par kwantyfikatorów. Połączenie to realizują *operatory macierzowe* pobierające jako argumenty sekwencję operatorów zależnościowych i kwantyfikatorów (rodzin zbiorów kolekcji). Operatory macierzowe zwracające zbiór konfiguracji kolekcji:

- $\mathbf{M}^i$, gdzie $i \in$ **Nat** - typu $(\underbrace{op(...op(}_{i*i-i}\underbrace{(((et)\,t)\,t)(((((et)\,t)\,t)...(}_{i}((((et)^{i}\,t)\,t)...)$, gdzie *op* oznacza typ operatora zależnościowego - schemat *operatora macierzowego* tworzącego zbiór konfiguracji kolekcji na podstawie *i* kwantyfikatorów i zależności między nimi,

[81] Porządek częściowy kwantyfikatorów, *q-poset*, oparty jest tylko na jednej relacji ale jego zadaniem jest określenie jedynie dopuszczalnych łańcuchów kwantyfikatorów, semantyka łańcuchów jest już oparta na trzech różnych operatorach (patrz Def. 4.5.3-3).

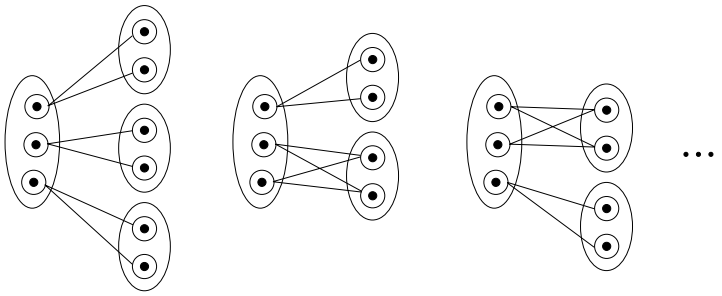
[82] Operatory te działają na efektach pracy proto-kwantyfikatorów czyli na kwantyfikatorach uogólnionych typu kwantyfikatorowego ⟨1⟩, w sensie definicji Mostowskiego.

- pobiera *i*i-i* operatorów zależnościowych definiujących macierz zależności pomiędzy kwantyfikatorami (niepełną macierz kwadratową – bez przekątnej) oraz *i* kwantyfikatorów,
- tworzy zbiór podzbiorów produktów kartezjańskich (konfiguracji kolekcji) z produktów kwantyfikatorów, gdzie ilość elementów w krotkach jest równa ilości kwantyfikatorów, a proces tworzenia jest 'sterowany' operatorami zależnościowymi tzn. kolekcje należącej do pewnej pary kwantyfikatorów są łączone ze sobą w sposób wyznaczone przez odpowiednie dwa operatory zależnościowe.

Operator macierzowy zwielokrotnia niedeterminizm kwantyfikatorów i operatorów zależnościowych generując zbiór wszystkich potencjalnie możliwych konfiguracji kolekcji na podstawie wartościowania odpowiednich znaczników w danym stanie (lub denotacji predykatów rzeczownikowych, w zależności od typu kwantyfikatora) np. dla zdania 98), jeżeli przyjmiemy, że:

- znacznikowi utworzonemu dla NP(*three professors*) przypisane zostały 3 obiekty, a znacznikowi dla NP(*two papers*) przypisanych zostało 6 obiektów,
- obydwa kwantyfikatory są interpretowane w odmianie dystrybutywnej
- oraz pierwsza NP obejmuje swoim zasięgiem drugą,

to rezultat zastosowania operatora macierzowego, które w pewnym uproszczeniu możemy zapisać $\mathbf{M}^2(<, >, \boldsymbol{Q}_{three}, \boldsymbol{Q}_{two})$, może być zilustrowany poniższym diagramem (Rys. 6.1.4-3):



Rys. 6.1.4-3 Ilustracja działania operatora macierzowego $\mathbf{M}^2$ na przykładzie zastosowania do interpretacji zdania 98).

Uwzględniając określone wcześniej warunki, z pośród możliwych znaczeń przedstawionych na diagramie (Rys. 6.1.4-3) tylko pierwsze stanowi poprawną interpretację zdania 98). Tylko w tym przypadku jest spełniony, wspomniany wcześniej, warunek 'zaangażowania się' w relację wszystkich obiektów należących do wartości danego znacznika. Warunek ten stanowi część definicji *operatora przecięcia* tworzącego reprezentację VP na podstawie interpretacji fraz NP.

Warto tu zauważyć, że jeżeli znacznikowi dla NP(*two papers*) przypisane zostaną 4 obiekty, to z punktu widzenia struktury relacji, będzie kilka poprawnych interpretacji w tym druga i trzecia na diagramie. Przynajmniej jedna z nich musi należeć do denotacji predykatu czasownikowego, aby zdanie 98) można było uznać za prawdziwe w danym kontekście interpretacji, wyznaczonym przez dany stan i model *SLS*. Operator macierzowy zwraca opis struktury potencjalnych związków pomiędzy obiektami reprezentowanymi przez frazy NP zdania w dyskursie, natomiast denotacja predykatu czasownikowego reprezentuje wszystkie 'sytuacje' ('zdarzenie'), które możemy opisać używając danego czasownika. Jeżeli występuje jedna wspólna konfiguracja kolekcji (angażująca wszystkie obiekty z wartości odpowiednich znaczników i tylko je), to oznacza, że opis wyrażony przez zdanie jest prawdziwy w odniesieniu do przyjętego modelu. Informacja wnoszona przez zdanie jest wyrażona z dokładnością do niedeterminizmu opisu konfiguracji kolekcji.

Tylko część z możliwych kombinacji operatorów zależnościowych w ramach operatora macierzowego ma odbicie w języku naturalnym. Należy rozważyć tu trzy czynniki: liczność rodzin zbiorów wygenerowanych przez poszczególne kwantyfikatory, wymagane cechy 'strukturalne' relacji zależności (np. brak cykli w łańcuchach zależności jednostronnej) oraz odmiany poszczególnych kwantyfikatorów (np. jeżeli q_i jest neutralny to nie może istnieć q_j, takie że: $q_i<q_j$). Dwa pierwsze czynniki odpowiadają regułom systemu Bellert. Ograniczenia na kombinacje operato-

rów zależnościowych są formalizowane w *SLS* w postaci aksjomatów określających działanie operatorów zależnościowych.

Zgodność rezultatu działania operatora macierzowego z denotacją predykatu czasownikowego, wg zasad określonych powyżej, jest testowana poprzez użycie *operatora przecięcia*:

- $\otimes^i$, gdzie $i \in \mathbf{Nat}$ – typu $((((et)^i\ t)\ t)\ ((((et)^i\ t)\ t)\ (\ (et)^i\ t)))$ – schemat operatora przecięcia łączącego predykat reprezentujący *i*-argumentowy czasownik z interpretacją jego argumentów,
- pobiera denotację predykatu czasownikowego (pierwszy argument), zbiór konfiguracji kolekcji utworzony przez operator macierzowy oraz sekwencję wartości znaczników (odpowiadających kwantyfikatorom – argument trzeci).
- operator przecięcia zwraca wartość prawdy w.t.w., gdy istnieje przynajmniej jedna wspólna konfiguracja kolekcji taka, że zbiory obiektów w niej występujące na odpowiednich pozycjach są identyczne z wartościami odpowiednich znaczników tzn. pewne potencjalne 'sytuacje' wygenerowane przez operator macierzowy są 'opisane' w denotacji predykatu czasownikowego i dotyczą dokładnie tych obiektów o których jest mowa w dyskursie.

Podsumowując, dzięki przypisaniu znacznikom zbiorów obiektów jako wartości i wprowadzeniu reprezentacji odmiany w postaci modyfikatorów proto-kwantyfikatorów, w *SLS*, w odróżnieniu od DRT_{Plur} [Kamp93] mamy do czynienia z jednym typem znaczników i jednolitą reprezentacją informacji o liczebności w postaci proto-kwantyfikatorów (w DRT_{Plur} liczebniki są interpretowane jako własności kolekcji a nie kwantyfikatory). Interesującym efektem ubocznym takiego podejście jest semantyczne uzasadnienie dla liczby mnogiej w zaimkach anaforycznych odnoszących się do fraz nominalnych typu *każdy uczeń* lub angielskich *each schoolboy*. Przypisane im znaczniki reprezentują zbiory, które poprzez mechanizm kwantyfikacji w odmianie dystrybutywnej są łączone z predykatem czasownikowym, co daje efekcie pożądane warunki prawdziwości. Nie ma potrzeby, tak jak w DRT_{Plur}, wprowadzania tu mechanizmu sumowania [Kamp93] (Def. 5.1.4-10) po atomowych znacznikach. Jednocześnie operator aktywacji znacznika wprowadza odpowiednik mechanizmu eksportu egzystencjalnego, znanego z *DRT*.

Jedynym miejscem, gdzie analog operacji sumowania wydaje się być koniecznym, jest zaimek mnogi powiązany anaforycznie z frazami NP występującymi wcześniej, traktowanymi zbiorczo (np. zadanie 183), rozdział 5.1.4).

Wielokrotnie podkreślaną cechą referencyjnych NP w literaturze (np. [Hess89, Kamp93]), jest fakt ich pozostawania poza zasięgiem referencji. np. zdanie

199) Two student bought this book.

nie ma interpretacji, w której mielibyśmy więcej niż jedną książkę. Referencyjna NP_2(*this book*) „nie wchodzi w relacje zasięgu" z NP_1(*two students*) w jakie by wchodziła np. NP(*a book*). Można to rozumieć na dwa sposoby.

1. Jeżeli kwantyfikator Q_1 stanowi część[83] reprezentacji NP_1 oraz Q_2 część reprezentacji NP_2 to takie użycie operatora macierzowego $\mathbf{M}^i$, w którym $Q_1 > Q_2$ jest wyrażeniem niepoprawnym.
2. Zależność liczebnościowa, jako element aspektu kwantyfikacji jest niezależna od referencji, czyli sytuacja opisana w punkcie 1 może mieć miejsce, ale definicja semantyki *SLS* gwarantuje nam, że zależność Q_2 nic nie zmienia - możemy mieć zawsze dokładnie jedną książkę.

Przyjęcie rozwiązania 1 uprościłoby semantykę *SLS*, ale doprowadziłoby do poważnych komplikacji w kompozycyjnej konstrukcji reprezentacji znaczenia. Fakt referencyjności danej NP należałoby reprezentować na poziomie składni i ograniczać przypisywane reprezentacje znaczenia do tych, które spełniałyby zasadę wyrażoną w punkcie 1. Dlatego też przyjęte zostało rozwiązanie typu 2.

Przeanalizujmy zakres koniecznego rozszerzenia dotychczasowego kształtu *SLS*. Mimo że operator referencji wiąże znacznik wprowadzany przez rozpatrywaną NP z innym znacznikiem, ustalając w ten sposób jego wartościowanie, to wiązanie, jak było to powiedziane już wcześniej,

[83] Złożona struktura reprezentacji semantycznej NP na bazie *SLS* wprowadzana jest w rozdziale 6.4.

odbywa się jednak jedynie na podstawie relacji dostępności i zawierania się pojęciowego. Nie jest brana pod uwagę podczas wyboru odpowiednich poprzedników liczność przypisanych do nich zbiorów obiektów. Jednak odpowiednią liczność zbioru dla rozpatrywanego znacznika referencyjnej NP znamy dopiero w momencie identyfikacji właściwej struktury relacji, spełniającej warunek wyrażony operatorem przecięcia - czyli na poziomie reprezentacji semantycznej zdania w języku naturalnym. Wprowadzanie tej bogatej informacji do działania operatora referencji komplikowałoby go nadmiernie, mimo to nie rozwiązując problemu np. rozważmy dyskurs:

200) NP_1(*Two students*) *wrote* NP_2(*three papers*). NP_3(*Two professors*) *revised* NP_4(*these three papers*).

Niech p_i oznacza znacznik aktywowany przez reprezentację *i*-tej NP. Niewątpliwie NP_4 jest referencyjna. Operator referencji może związać p_4 jedynie z p_2. Załóżmy ponadto, następujące zależności: $Q_1 < Q_2$, co może dać 6 książek, oraz $Q_3 < Q_4$, ponieważ nie wykluczyliśmy tej ostatniej możliwości jako wyrażenia niepoprawnego. W efekcie zbiór 6 książek przypisany do p_4 może dać nam strukturę relacji, dla której drugie zdanie jest prawdziwe (odpowiednia konfiguracja kolekcji może należeć do denotacji predykatu czasownikowego). Niestety, przypisanie 6 książek do p_4 nie daje nam poprawnej interpretacji NP_4. Ona powinna informować w dyskursie o dokładnie 3 książkach. Analogiczne problemy pojawiają się, gdy zastąpimy absolutny kwantyfikator *three* w NP_4 przez relatywny *most* - 'większości' nadal mogą 'mnożyć się'. W tym przypadku również widać, że nie można wymagać od operatora referencyjnego uwzględniania wymaganej liczności w identyfikacji odpowiednich znaczników - liczność taka często jest nieokreślona!

Nasuwającym się rozwiązaniem jest odpowiednie powiązanie operatora referencyjnego z ograniczeniem na konstruowane konfiguracje kolekcji, takim które gwarantuje, że w przypadku referencyjnych NP, w każdej konfiguracji kolekcji znajdzie się zawsze, niezależnie od zależności, dokładnie jeden zbiór kolekcji utworzonych z obiektów przypisanych do danej NP. W tym momencie powiązanie utworzone pomiędzy p_4 a p_2 prowadziłoby do pustej relacji na stanach jako reprezentacji dyskursu 200), przy określonych powyżej relacjach zależnościowych.

Powiązanie operatora referencyjnego ze strukturą relacji realizowane jest poprzez wprowadzenie dodatkowego modyfikatora ograniczające działanie operatorów zależnościowych. Modyfikator ten, nazwany *ogranicznikiem referencyjnym*, w zamierzeniu ma stanowić część reprezentacji semantycznej referencyjnych NP, równolegle z wystąpieniem w niej operatora referencyjnego, określony jest następująco:

- τ - typu (*op op*), gdzie *op* to typ operatora zależnościowego, czyli
  (((*et*) *t*) *t*) (((*et*) *t*) *t*) ((*et*)^2 *t*) *t*))) - pobiera operator zależnościowy jako argument i tworzy wyrażenie typu identycznego z typem operatora zależnościowego,
- eliminuje ze struktur generowanych przez operator zależnościowy, te w których na drugiej (wyjaśnienie poniżej) pozycji występuje więcej niż jeden zbiór z rodziny wygenerowanej przez kwantyfikator (blokowana jest w tym momencie możliwość dystrybucji po innym kwantyfikatorze),
- ogranicznik będzie stosowany tylko do opisu zależności w jedną stronę - ograniczenie w drugą stronę pojawia się jako konsekwencja definicji operatora macierzowego wymagającego części wspólnej.

W celu uproszczenia reprezentacji semantycznej NP i ujednolicenia reprezentacji referencyjnych i atrybutywnych NP, wprowadzony zostaje również *ogranicznik pusty* pozostawiający działania operatora zależnościowego bez zmian:

- ω - typu (*op op*), gdzie *op* to typ operatora zależnościowego - tworzy wyrażenie, którego semantyka nie różni się w niczym od semantyki 'modyfikowanego' operatora,
- rozwiązanie czysto techniczne ułatwiające kompozycyjną konstrukcję reprezentacji znaczenia (pozwala na uniknięcie dwóch różnych sposobów konstrukcji: z ogranicznikiem i bez).

Obydwa modyfikatory τ oraz ω będą dalej nazywane *ogranicznikami*.

6.2.Składnia *SLS*

Zgodnie z założeniem warstwowej konstrukcji *SLS* w oparciu o język L_{typ}, *SLS* stanowi rozszerzenie języka L_{typ}, zbiór poprawnie zbudowanych wyrażeń *SLS* stanowi nadzbiór zbioru poprawnie zbudowanych wyrażeń L_{typ}.

Typy termów *SLS* (Def. 6.1.1-1 i Def. 6.1.1-2) w znacznej mierze wyznaczają ich własności składniowe. W wielu jednak miejscach konieczne jest dalsze precyzyjne określenie zbioru poprawnie zbudowanych wyrażeń *SLS*.

W zapisie składni i semantyki *SLS* zostanie zastosowany zabieg techniczny poprawiający przejrzystość reguł, polegający na powiązaniu graficznego oznaczenia zmiennej z jej typem. Wykaz najczęściej używanych zmiennych w regułach *SLS* zawiera poniższa tabela:

Oznaczenia	Opis	Typ
i, j, k, l	zmienne po stanach	*s*
X,Y,Z	zmienne po zbiorach obiektów	(*et*)
X,Y,Z	zmienne po zbiorach zbiorów (w tym po zbiorach kolekcji)	((*et*) *t*)
$\boldsymbol{V}_i$	zmienne po predykatach czasownikowych, $i \in$ **Nat**	$((et)^i\ t)\ t)$, gdzie $i \in$ **Nat**
q_i	zmienne po proto-kwantyfikatorach, $i \in$ **Nat**	((*et*) ((*et*) *t*))
$\boldsymbol{Q}_i$	zmienne po kwantyfikatorach, $i \in$ **Nat**	((*et*) (((*et*) *t*) *t*))
p, r	zmienne po znacznikach	*m*
T_i	zmienne po formułach dynamicznych (rozdział 6.1.1)	(*s*(*st*))

Tab. 6.1.4.1 Skrócone nazwy zmiennych i stałych języka SLS.

Składnia *SLS* określona jest następująco:

A. Zbiór symboli *SLS*:
   1. Dla każdego typu *a*, istnieje zbiór *poza-logicznych stałych typu a*, oznaczony przez Con_a, gdzie indeks dolny „*a*" oznacza typ *a*; poszczególne stałe typu *a* (poza wyróżnionymi) będziemy oznaczać przez $con_{a,i}$, gdzie $i \in$ **Nat**.
   2. Dla każdego typu *a*, istnieje *zbiór zmiennych typu a*, oznaczony przez Var_a; poszczególne zmienne typu *a* będziemy oznaczać przez $var_{a,i}$, gdzie $i \in$ **Nat**.
   3. Zbiór operatorów – *stałych logicznych* (o interpretacji ustalonej przez reguły semantyczne) – zbiór ten określają reguły składniowe.

B. Dla każdego typu *a*, zbiór wszystkich poprawnych wyrażeń typu *a* będziemy oznaczać przez Wf_a.

C. Wyrażeniami poprawnymi języka L_{typ} są tylko wyrażenia zbudowane z symboli L_{typ} wg następujących reguł:
   1. Wyrażeniami poprawnymi *SLS* są wszystkie poprawne wyrażenia L_{typ} dowolnego typu.
   2. Jeżeli $i \in Wf_s$ oraz $j \in Wf_s$ to $\downarrow(i,j) \in Wf_t$.
   3. Jeżeli $i \in Wf_s$ oraz $j \in Wf_s$, $X \in Wf_{(et)}$ oraz $p \in Wf_m$ to $\uparrow(p, X, i,j) \in Wf_t$.
   4. $\iota(\uparrow) \in Wf_{(m\ ((et)\ (s\ (st))))}$ oraz $\varepsilon(\uparrow) \in Wf_{(m\ ((et)\ (s\ (st))))}$.
   5. Jeżeli $i \in Wf_s$ oraz $j \in Wf_s$ to $i=j \in Wf_t$.
   6. Jeżeli $i \in Wf_s$ to $\nabla(\mathrm{i}) \in Wf_m$.
   7. Jeżeli $i \in Wf_s$ to $\because(\mathrm{i}) \in Wf_m$
   8. Jeżeli $i \in Wf_s$ oraz $p \in Wf_m$ to $\#(\mathrm{i}, p) \in Wf_{(et)}$.
   9. Jeżeli $q \in Wf_{((et)\ ((et)\ t))}$ to każde z poniższych wyrażeń należy do $Wf_{(\ (e\ t)\ (((e\ t)\ t)\ t))}$ (zmodyfikowanych proto-kwantyfikatorów)
      - $\mathbf{D_1}(q)$, $\mathbf{C}^{\mathbf{a}}_{\mathbf{2}}(q)$, $\widetilde{\mathbf{C}}^{\mathbf{a}}_{\mathbf{2}}(q)$, $\mathbf{N_2}(q)$
   10. Jeżeli *o* jest zmienną typu (((*et*) *t*) *t*) (((*et*) *t*) *t*), $((et)^2\ t)\ t)$)) lub jednym z operatorów zależnościowych: '<', '>', ':', to $\omega(o)$ i $\tau(o)$ należą do $Wf_{(\ ((et)\ t)\ t)\ (\ ((et)\ t)\ t),\ ((et)2\ t)\ t)\ ))}$.

Wszystkie wyrażenia zbudowane wg schematu $\omega(o)$ i $\tau(o)$ będą dalej nazywane *zmodyfikowanym operatorem zależnościowym*.

11. Jeżeli $\boldsymbol{Q}_i \in Wf_{(((et)\,t)\,t)}$ i o_j jest zmodyfikowanym operatorem zależnościowym typu (((*et*) *t*) *t*) (((*et*) *t*) *t*), ((*et*)^2 *t*) *t*))) gdzie $i, j \in$ **Nat** oraz dla $k, n \in$ **Nat** takich, że $k=n*n-n$ to $\mathbf{M}^n(oz_1, ..., oz_k)(\boldsymbol{Q}_1, ..., \boldsymbol{Q}_n) \in Wf_{(((et)^n\,t)t)}$.

    Term $\mathbf{M}^n(oz_1, ..., oz_k)(\boldsymbol{Q}_1, ..., \boldsymbol{Q}_n)$ będzie nazywany dalej w regułach termem operatora macierzowego krotności n i oznaczany skrótem $\mathbf{Tm}^{\boldsymbol{n}}$.

12. Jeżeli $\boldsymbol{X} \in Wf_{((et)t)}$ to każde z poniższych wyrażeń należy do Wf_t:
    - $\delta(\boldsymbol{X})$, $\gamma(\boldsymbol{X})$, $\pi(\boldsymbol{X})$.
13. Jeżeli $\boldsymbol{V} \in Wf_{(((et)^n\,t)t)}$ gdzie $n \in$ **Nat** oraz $o_i \in Wf_{(\,((et)t)\,t)}$, gdzie $1 \le i \le$ n a każdy o_i to modyfikator predykatu czasownikowego, to $\Phi(o_1, ..., o_n, \mathbf{V}) \in Wf_{(((et)^i\,t)t)}$.
14. Jeżeli $\boldsymbol{V} \in Wf_{(((et)^n\,t)t)}$ gdzie $i \in$ **Nat** i $\boldsymbol{V}$ jest predykatem czasownikowym, $\boldsymbol{Tm^n} \in Wf_{(((et)^n\,t)t)}$ $\boldsymbol{Tm^n}$ i jest termem operatora macierzowego, $X_i \in Wf_{(et)}$, gdzie $i \in$ **Nat** i $1 \le i \le n$ i X_j jest wyrażeniem reprezentującym wartość pewnego znacznika, to $\otimes^n(\boldsymbol{V}, \boldsymbol{Tm^n}, X_1, \ldots, X_n) \in Wf_t$.

W definicji składni pojawia się operator identyczności stanów (punkt 5), niewymieniony wcześniej w nieformalnym wprowadzeniu. Ma on charakter czysto techniczny i dlatego też nie został omówiony wcześniej.

6.3.Semantyka

Zarówno model jak i reguły semantyczne *SLS* stanowią rozszerzenie analogicznych L_{typ}.

Modelem SLS jest czwórka $M=\langle A, Z, <_m, I \rangle$, gdzie $A=\mathbf{D}_e$, $Z=\mathbf{D}_m$, $<_m$ – relacja porządku całkowitego na Z, I – interpretacja określona identycznie jak w L_{typ}.

Denotację wszystkich pozostałych typów *SLS* określa Def. 6.1.1-2.

Wartościowaniem zmiennych nazywamy funkcję

$g : \bigcup_{a \in typów\ L_{typ}} Var_a \longrightarrow \bigcup_{a \in typów\ L_{typ}} \mathbf{D}_a$, taka że dla każdego typu a i dla każdego $v \in \mathrm{Var}_a\ g(d) \in \mathbf{D}_a$.

Jak to już było wspomniane, wartościowanie zmiennych odgrywa niewielką rolę w definicji semantyki *SLS*.

Operatory *SLS*, w większości wypadków (w przypadku kilku prostych operatorów poprzestano na opisie w języku naturalnym), są definiowane jako skróty notacyjne termów L_{typ}. Wykorzystane zostaną też skróty notacyjne, zdefiniowane w rozdziale 4.1.3, wprowadzające do wyrażeń logiki typów operatory teorii zbiorów. Dodatkowo wykorzystane zostaną, wspomniane już w nieformalnym wprowadzeniu, operacje wyznaczenia następnika i supremum dowolnego podzbioru zbioru Z.

W przypadku części operatorów (reguły:3, 20 i 21) definicje (jako skróty notacyjne) przybrały by bardzo skomplikowany kształt, dlatego też wydzielono w nich termy składowe (wyróżnione predykaty), odpowiadające istotnym właściwościom *SLS*. Definicje tych predykatów zostały wydzielone w rozdziale 6.3.2 i opatrzone dyskusją celowości ich wprowadzenia.

Detonacja wyrażenia ϕ języka L_{typ} zgodnie z modelem M i wartościowaniem zmiennych g, oznaczana $\|\phi\|^{M,g}$, zdefiniowana jest następująco:

1. Denotacja wszystkich termów L_{typ} pozostaje niezmieniona w *SLS*.
2. $\|\downarrow\| := \lambda i.\lambda j.[\ (j)^1 = succ((i)^1) \wedge (j)^2 = (i)^2 \wedge \forall p.[p \neq succ((i)^1) \rightarrow [(j)^3(p) = (i)^3(p)]\ ]$.
3. $\|\uparrow\| := \lambda p_2.\lambda X_1.\lambda i.\lambda j.[\ (j)^1 = (i)^1$
   $\wedge\ (j)^2 = (i)^2 \cup \mathrm{LNKD}(\ \{\ \langle p_1, p_2 \rangle : P_0 <_m p_1 \wedge \neg((i)^3(p_1) = \varnothing) \wedge (i)^3(p_1) \subseteq X_1\}\ )$
   $\wedge\ (j)^3 = (i)^3 \wedge \mathbf{WNR}(j)\ ]$,

   gdzie:
   - LNKD to pomocniczy operator typu $(s\ (\,((m \bullet m)t)\ ((m \bullet m)t)\ )\ )$, który ze zbioru potencjalnych poprzedników eliminuje znaczniki już powiązane łańcuchem powiązań w danym stanie, pozostawiając tylko pierwszy element łańcucha (‘głowę listy’), na który nie wskazuje żaden inny z danego zbioru,

- znaczniki już powiązane ze sobą nie są odróżniane od siebie,
- zanim przejdziemy do definicji operatora LNKD, konieczne jest jeszcze wprowadzenie jednej pomocniczej operacji określającej czy dwa znaczniki są już ze sobą powiązane łańcuchem powiązań w danym stanie w :
- $||\text{CNNTD}||:= \lambda i.\lambda p_1.\lambda p_2.(\langle p_1, p_2\rangle \in (i)^2 \vee \exists p'.(\langle p', p_2\rangle \in (i)^2 \wedge \text{CNNTD}(i, p_1, p')))$
- korzystając z możemy operator LNKD zdefiniować następująco:
- $||\text{LNKD}||:= \lambda i.\lambda \boldsymbol{P}.\lambda \boldsymbol{R}.(\boldsymbol{P}\subseteq \boldsymbol{R} \wedge \forall p \in \boldsymbol{R}|_1.(\neg\exists p'.(p' \in \boldsymbol{R}|_1 \wedge \text{CNNTD}(i, p, p'))))$
- **WNR** oznacza *własność niejednoznaczności referencji* (rozdział 6.3.2).

4. $||\iota|| := \lambda R.\lambda p_2.\lambda X_1.\lambda i.\lambda j.[R(p,X_1,i,j) \wedge |(j)^2 \backslash (i)^2|=1]$
5. $||\varepsilon|| := \lambda R.\lambda p_2.\lambda X_1.\lambda i.\lambda j.[R(p,X_1,i,j) \wedge |(j)^2 \backslash (i)^2|>0]$
6. $||\mathbf{?}^n||:=\lambda T.\lambda p_1. \ldots \lambda p_n.\lambda i.\lambda j.[T(i,j) \vee ((i)^1=(j)^1 \wedge (i)^2=(j)^2 \wedge (i)^3[p_1/\varnothing,\ldots, p_n/\varnothing](j)^3)]$, gdzie $n\in$**Nat** oraz w ostatniej części warunku, wykorzystując fakt, iż trzeci człon stanu jest funkcją, został użyty skrót notacyjny wprowadzony w rozdziale 1.2.
7. $||=||:=$ dla dowolnego stanu i i dowolnego stanu j, wartością $=(i,j)$ jest **1** w. t w. gdy odpowiadające sobie elementy składowe obu stanów są identyczne.
8. $||\nabla||:= \lambda i.(i)^1$
9. $||\because||:= \lambda i.succ((i)^1)$
10. $||\#|| := \lambda p.\lambda i.[(i)^3(p)]$
11. $||\mathbf{D_1}|| := \lambda q.\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.[q(X)(\cup(\boldsymbol{Y}\cap \text{AT}(X))) \wedge \boldsymbol{Y}\subseteq \text{AT}(X)]$, gdzie AT został zdefiniowany w Def. 4.4.2-3.
12. $||\mathbf{C}_2^{\mathbf{a}}|| := \lambda q.\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\exists Z\subseteq X.[q(X)(Z) \wedge Z\in \boldsymbol{Y} \wedge |\boldsymbol{Y}|=1]$
13. $||\widetilde{\mathbf{C}}_2^{\mathbf{a}}|| := \lambda q.\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\forall Z\in \wp(X)\cap \boldsymbol{Y}.[q(X)(Z) \wedge |\boldsymbol{Y}|=1]$
14. $||\mathbf{N_2}|| := \lambda q.\lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.[q(X) (\bigcup(\boldsymbol{Y}\cap \wp(X))) \wedge \boldsymbol{Y}\subseteq \wp(X)]$
15. $||<||:=\lambda \boldsymbol{Q}_1.\lambda \boldsymbol{Q}_2.\lambda \boldsymbol{Z}.\forall Z'\in \boldsymbol{Z}.\forall X\in Z'|_1.\exists \boldsymbol{X}\in \boldsymbol{Q}_1.[X\in \boldsymbol{X} \wedge \forall X'\in \boldsymbol{X}.\exists \boldsymbol{Y}\in \boldsymbol{Q}_2.\forall Y\in \boldsymbol{Y}.\langle X',Y\rangle \in Z' \wedge \forall \boldsymbol{Y}\in \boldsymbol{Q}_2.(\exists Y\in \boldsymbol{Y}.\langle X,Y\rangle \in Z' \rightarrow \forall Y'\in \boldsymbol{Y}.\langle X,Y'\rangle \in Z')]$
16. $||>||:= \lambda \boldsymbol{Q}_1.\lambda \boldsymbol{Q}_2.\lambda \boldsymbol{Z}.[<(\boldsymbol{Q}_2,\boldsymbol{Q}_1, \boldsymbol{Z})]$
17. $||:||:=\lambda \boldsymbol{Q}_1.\lambda \boldsymbol{Q}_2.\lambda \boldsymbol{Z}.[\forall Z'\in \boldsymbol{Z}.\exists S_1\in \boldsymbol{Q}_1.\exists S_2\in \boldsymbol{Q}_2.[Z'\subseteq S_1\times S_2]].$
18. $||\omega||:=\lambda o.\lambda \boldsymbol{Q}_1.\lambda \boldsymbol{Q}_2.\lambda \boldsymbol{Z}.o(\boldsymbol{Q}_1, \boldsymbol{Q}_2, \boldsymbol{Z})$
19. $||\tau||:=\lambda o.\lambda \boldsymbol{Q}_1.\lambda \boldsymbol{Q}_2.\lambda \boldsymbol{Z}.[o(\boldsymbol{Q}_1, \boldsymbol{Q}_2, \boldsymbol{Z}) \wedge \forall Z\in \boldsymbol{Z}.\exists \boldsymbol{X}\in \boldsymbol{Q}_2.\boldsymbol{X}=Z|_2]$
20. $||\mathbf{M}^2||:= \lambda o_{1,2}.\lambda o_{2,1}.\lambda \boldsymbol{Q}_1.\lambda \boldsymbol{Q}_2.\lambda \boldsymbol{W}.[\boldsymbol{W}\subseteq (o_{1,2}(\boldsymbol{Q}_1,\boldsymbol{Q}_2)\cap o_{2,1}(\boldsymbol{Q}_2,\boldsymbol{Q}_1)) \wedge \mathbf{WKD}^2(\langle o_{1,2}, o_{2,1}\rangle, \langle \boldsymbol{Q}_1, \boldsymbol{Q}_2\rangle, \boldsymbol{W}) \wedge \mathbf{WMD}^2(\langle o_{1,2}, o_{2,1}\rangle, \langle \boldsymbol{Q}_1, \boldsymbol{Q}_2\rangle, \boldsymbol{W})]$,
relacje zależności po wszystkimi parami kwantyfikatorów można opisać macierzą z wyłączoną przekątną:

	$\boldsymbol{Q}_1$	$\boldsymbol{Q}_2$
$\boldsymbol{Q}_1$		$o_{1,2}$
$\boldsymbol{Q}_2$	$o_{2,1}$	

, gdzie $\boldsymbol{Q}_1$, $\boldsymbol{Q}_2$ to produkty zmodyfikowanych protokwantyfikatorów (zmodyfikowane kwantyfikatory) oraz $\mathbf{WKD}^2$ to *własność korzenia dystrybucji* odpowiedniej krotności,
21. $||\mathbf{M}^3||:=\lambda o_{1,2}.\lambda o_{1,3}.\lambda o_{2,1}.\lambda o_{2,3}.\lambda o_{3,1}.\lambda o_{3,2}.\lambda \boldsymbol{Q}_1.\lambda \boldsymbol{Q}_2.\lambda \boldsymbol{Q}_3.\lambda \boldsymbol{W}.[\bigcup(W|_{1,2}\in \boldsymbol{W}) \subseteq (o_{1,2}(\boldsymbol{Q}_1,\boldsymbol{Q}_2)\cap o_{2,1}(\boldsymbol{Q}_2,\boldsymbol{Q}_1)) \wedge \bigcup(W|_{1,3}\in \boldsymbol{W}) \subseteq (o_{1,3}(\boldsymbol{Q}_1,\boldsymbol{Q}_3)\cap o_{3,1}(\boldsymbol{Q}_3,\boldsymbol{Q}_1)) \wedge \bigcup(W|_{2,3}\in \boldsymbol{W}) \subseteq (o_{2,3}(\boldsymbol{Q}_2,\boldsymbol{Q}_3)\cap o_{3,2}(\boldsymbol{Q}_3,\boldsymbol{Q}_2)) \wedge \mathbf{WKD}^3(\langle o_{1,2}, o_{1,3}, o_{2,1}, o_{2,3}, o_{3,1}, o_{3,2}\rangle, \langle \boldsymbol{Q}_1, \boldsymbol{Q}_2, \boldsymbol{Q}_3\rangle, \boldsymbol{W}) \wedge \mathbf{WMD}^3(\langle o_{1,2}, o_{1,3}, o_{2,1}, o_{2,3}, o_{3,1}, o_{3,2}\rangle, \langle \boldsymbol{Q}_1, \boldsymbol{Q}_2, \boldsymbol{Q}_3\rangle, \boldsymbol{W})]$,
gdzie $W|_{m,n}$ to, zgodnie z notacją wprowadzona w rozdziale 1.2, projekcja produktu kartezjańskiego po m-tej i n-tej składowej (zbiór $\boldsymbol{W}$ jest zbiorem konfiguracji kolekcji).
22. $||\mathbf{M}^i||$ (gdzie $i\in$**Nat** oraz $i>3$) := uogólnienie schematu operatora macierzowego z i=3.
23. $||\gamma||:=\lambda \boldsymbol{X}.\forall X.(\boldsymbol{X}(X) \rightarrow |X|>1)$

24. $||\pi||:= \lambda \boldsymbol{X}.[\ \boldsymbol{X}=\boldsymbol{X}\ ]$
25. $||\delta||:=\lambda \boldsymbol{X}.\forall X.(\boldsymbol{X}(X) \rightarrow |X|=1)$
26. $||\Phi^n||:= \lambda o_1. \ ... \ \lambda o_n.\lambda \boldsymbol{V}.\lambda \boldsymbol{X}.(\ \boldsymbol{V}(\boldsymbol{X}) \wedge o_1(\boldsymbol{X}|_1) \wedge ... \wedge o_n(\boldsymbol{X}|_n)\ )$
27. $||\otimes^i||:= \lambda \mathbf{V}.\lambda \mathbf{M}.\lambda X_1 \ldots \lambda X_i.\exists \boldsymbol{Z}.(\ \boldsymbol{Z} \in (\mathbf{V} \cap \mathbf{M}) \wedge \bigcup(\boldsymbol{Z}|_1) = X_1 \wedge \ldots \wedge \bigcup(\boldsymbol{Z}|_i) = X_i\ )$

Niektóre z powyższych reguł wymagają kilku słów wyjaśnienia, niezależnie od uprzedniego nieformalnego wstępu.

Zgodnie z tym, co było powiedziane wcześniej, kolekcje generowane przez zmodyfikowane proto-kwantyfikatory musiały zostać ograniczone jedynie do elementów pochodzących z argumentu proto-kwantyfikatora. W poszczególnych definicjach modyfikatorów proto-kwantyfikatorów: 11, 12, 13, 14, została dodana część wyrażenia gwarantującego, że wszystkie kolekcje należące do zbioru wynikowego $\boldsymbol{Y}$ są utworzone wyłącznie z elementów zbioru X podanego jako argument funktora.

Operator < generuje zbiór wszystkich możliwych, dwuelementowych konfiguracji kolekcji na podstawie dostarczonych kwantyfikatorów:

- począwszy od konfiguracji ‘o jednym korzeniu’, gdzie do struktury konfiguracji są włączane kolekcje tylko z jednego zbioru, z kwantyfikatora dominującego,
- skończywszy na konfiguracjach ‘z wieloma korzeniami’, gdzie do struktury konfiguracji są włączane wszystkie możliwe kolekcje z kwantyfikatora dominującego (dla każdego zbioru zawsze jednak są włączane wszystkie kolekcje w nim zawarte).

Działanie takie może się wydawać nadmiarowe, jednak jeżeli rozważymy zdanie proste (np. 160) z rozdziału 4.5.2) o większej liczbie argumentów niż dwa, to okaże się, że możemy mieć kwantyfikator, który jest zależny od innego i jednocześnie od niego zależy liczebnościowo jeszcze inny. Jeżeli zapiszemy w uproszczeniu schemat takiej interpretacji jako (relacje zależności tylko ‘w jedną stronę’): $Q_1 < Q_2 < Q_3$, to liczba zbiorów z Q_3 w strukturze konfiguracji kolekcji zależy od liczby zbiorów z Q_2, która to może być większa od jednego z powodu zależności liczebnościowej od Q_1. Jedynie w przypadku Q_1 mamy do czynienia z jedynym zbiorem włączonym do konfiguracji kolekcji. Zapewniają to jednak dopiero własności operatora macierzowego (definiowane w rozdziale 6.3.2), eliminujące nadmiarowość działania operatora ‘<’ w odniesieniu do kwantyfikatora na pozycji odpowiadającej Q_1.

W przypadku relacji zależności ‘<’, nie można również wzmocnić jej warunku, tak aby dla każdego K_1 istniał inny K_2, ponieważ relacja ‘<’ będzie również stosowana symetrycznie w reprezentacji kwantyfikacji rozgałęzionej (rozdział 3.3.7) oraz w przypadku mniejszej liczebności zbioru przypisanego do znacznika pewne zbiory kolekcji muszą się powtarzać w konfiguracji kolekcji, np. w zdaniu 98) liczba prac może być mniejsza niż 6, co oznacza, że może istnieć podzbiór prac ocenionych przez dwóch profesorów naraz, możliwość ta może być ewentualnie wykluczona w denotacji predykatu czasownikowego.

Operator niezależności ‘:’ działa w sposób bardzo niedeterministyczny – tworzy dowolne podzbiory produktu kartezjańskiego. Odpowiada to różnym formom kwantyfikacji kumulatywnej, wyrażając niejednoznaczność informacji (‘mały stopień poinformowania’) o możliwej strukturze relacji.

Definicje operatorów macierzowych (punkty 17-19) określają jedynie ramy ich działania – płaszczyznę możliwości. Stąd też, w definicjach pojawia się ‘niedospecyfikowany’ warunek zawierania się. Precyzyjne ograniczenia, równoważne regułom systemu Bellert, zostały sformułowane w postaci własności i aksjomatów nakładających ograniczenia na działanie operatorów macierzowych. Każdy z operatorów zależnościowych wyraża relację pomiędzy parą zmodyfikowanych kwantyfikatorów. Sposób kombinacji ich działania w postaci pobrania części wspólnej wynika z następujących obserwacji:

- działanie operatora niezależności nie jest kierunkowe, co współgra z jego zastosowaniem w modelowaniu interpretacji kumulatywnej[84] (sam operator jest jedynie jednym z elementów interpretacji kumulatywnej),
- kierunek obydwu operatorów zależności zastosowanych w interpretacji zależności liczebnościowej dwóch NP będzie zawsze zgodny tzn. $o_{i,j}$='<' oraz $o_{j,i}$='>', gdzie $i,j \in$ **Nat**,
- kwantyfikacja rozgałęziona interpretowana jako $o_{i,j}=o_{j,i}$= '<', stanowiąca szczególny przypadek kwantyfikacji kumulatywnej, nie jest również kierunkowa.

Z punktu widzenia formalnego, definicja operatora macierzowego stanowi narzędzie podobne do definicji schematu konstrukcji *kwantyfikatora poliadycznego*[85] (ang. *polyadic quantifiers*) na podstawie sekwencji kwantyfikatorów monadycznych zaproponowanego przez Benthema [Benthe89:462].

Jak już to było wspomniane, modyfikator odmiany neutralnej π (punkt 24) został tu zachowany ze względu na zgodność z systemem *CNDM* i zaczerpnięty stamtąd rachunek uzgodnień wartości odmiany pomiędzy czasownikiem i jego argumentami. Jego 'puste' działanie w *SLS* wynika ze zmiany koncepcji modyfikatora czasownikowego w *SLS*: nie nakłada on warunków na argumenty predykatu czasownikowego, tak jak w *CNDM* (Def. 4.4.2-6), a jedynie wycina z denotacji czasownika podzbiór odpowiedni pod względem typu kolekcji. Ponieważ odmiana neutralna dopuszcza zarówno kolekcje atomowe jak nieatomowe , modyfikator π interpretujący odmianę neutralną pozostawia niezmienioną denotację predykatu czasownikowego.

6.3.1. Skróty notacyjne

W rozdziale 6.1.2 wprowadzone zostały operatory dynamicznej negacji, implikacji, dysjunkcji oraz operator sekwencji. Łączą one formuły dynamiczne zapewniając odpowiednie zmiany w dostępności znaczników (poprzez 'zwalnianie' znaczników aktywowanych w formułach składowych), w sposób typowy dla interpretacji tych operacji w semantyce dynamicznej. Niestety, trudne byłoby zdefiniowanie grupy tych istotnych operatorów w notacji infiksowej. Nieuchronnie pojawiają się wtedy zmienne niezwiązane po stanach (będzie to widoczne w definicjach poniżej). Zapis prefiksowy tych operatorów nie oddaje dobrze istoty ich działania, dlatego też, 'operatory' te (ściślej pseudo-operatory) zostają zdefiniowane formalnie jako skróty notacyjne:

1) $\lambda T_1.\lambda T_2.(\ T_1(i,k)\ ;\ T_2(k,j)\ ) := \lambda i.\lambda j.(\ \exists k.[T_1(i,k) \wedge T_2(k,j)]\ )$ – pseudo-operator sekwencji,

W przypadku łączenia sekwencyjnego formuł oczekujemy, formuła dołączana 'zaakceptuje' stan kontekstu pozostawiony przez poprzednie formuły w sekwencji. Stanowi to odbicie spójności dyskursu, gdzie kolejne zdania łączą się sekwencyjnie w jedną całość. Warto tu zwrócić uwagę, że niektóre stany wyjściowe formuły pierwszej mogą zostać odrzucone przez drugą. Poszczególne stany wyjściowe T_1 różnią się między sobą tylko i wyłącznie komponentem zawartości informacyjnej – czyli funkcją wartościująca $(k)^3$. Komponent kontekstu: znaczniki dostępne i powiązania, jest w każdym przypadku identyczny. Ewentualne odrzucenie części stanów wejściowych przez T_2 spowodowane może być wprowadzeniem nowych informacji wyrażanych przez kwantyfikację i predykcję. W przypadku, gdyby stan wejściowego do T_2 nie spełniał wymagań nakładanych przez warunki presupozycyjne w T_2, nastąpiłoby odrzucenie wszystkich stanów.

[84] Należy tu podkreślić, że sam operator niezależności jest jedynie jednym z elementów interpretacji kumulatywnej. Pełną interpretację kumulatywnego użycia tworzy definicja operatora macierzowego wraz z ograniczającymi go własnościami i aksjomatami.

[85] Kwantyfikator poliadyczny, to kwantyfikator typu kwantyfikatorowego ⟨1,...,1⟩ [Benthe89].

2) $\lambda T.\mathbf{not}\ T := \lambda i.\lambda j.(\ \exists k.T(i,k) \wedge (j)^1=(i)^1 \wedge (j)^2=(i)^2$
$\wedge ((\neg\exists k.[T(i,k) \wedge \mathbf{WKI}(k)] \wedge (j)^3=(i)^3\ ) \vee$
$(\ \exists k.[T(i,k) \wedge \mathbf{WKI}(k)] \wedge\forall p.[(p<_m succ((i)^1)\ ) \rightarrow (j)^3(p)=\varnothing\ ]))\ )$
– pseudo-operator negacji dynamicznej,

gdzie **WKI** to *własność kompletnej informacji*, zdefiniowana w dalszej części pracy (Def. 6.3.2-5), spełniana przez wszystkie stany nie będące stanem z niekompletną informacją.

W powyższej definicji operatora dynamicznej negacji w graficzny sposób zostały wyróżnione istotne własności dynamicznej negacji:

- aktualizacja stanu *i* nie jest możliwa, gdy presupozycje w *T* nie są w tym stanie spełnione; zgodnie z przyjętym założeniem brak stanu wynikowego jest efektem nie spełnionych presupozycji oraz presupozycje formuły dynamicznej są również presupozycjami jej negacji,
- negacja dynamiczna domyka formułę dynamiczną *T* ze względu na aktywację znaczników (realizując zasady opisane w koncepcji – rozdział 6.1.2) tzn. wszystkie znaczniki aktywowane w ramach *T* przestają być aktywowane poza zasięgiem negacji dynamicznej,
- jeżeli nie istnieje stan wynikowy formuły dynamicznej *T* spełniający *własność kompletnej informacji*, to formuła dynamiczna *T* jest fałszywa w stanie *i* (nie jest spełniona - Def. 6.3.3-1, dalej w tym podrozdziale); w tym momencie spełniona jest negacja formuły dynamicznej *T*,
- jeżeli natomiast istnieje chociaż jeden stan wynikowy formuły dynamicznej *T* spełniający **WKI**, to jest ona spełniona; tym samym nie może być spełniona jej negacja, co jest osiągane przez przypisanie zbioru pustego do znaczników aktywowanych w stanie wynikowym *j*.

W oparciu o dynamiczną negację i sekwencję można zdefiniować dynamiczną implikację i dysjunkcję, w sposób typowy dla logiki:

3) $\lambda T_1.\lambda T_2.(\ T_1(i,k) \Rightarrow T_2(k,j)\ ) := \lambda i.\lambda j.(\ \mathbf{not}(\ T_1(i,k)\ ;\ (\mathbf{not}\ T_2(k,j))\ )\ )$
– pseudo-operator implikacji dynamicznej,

4) $\lambda T_1.\lambda T_2.(\ T_1(i,k)\ \mathbf{or}\ T_2(k,j)\ ) := \lambda i.\lambda j.(\ \mathbf{not}(\ (\mathbf{not}\ T_1(i,k))\ ;\ (\mathbf{not}\ T_2(k,j))\ )\ )$
– pseudo-operator dysjunkcji dynamicznej.

Dynamiczna implikacja (punkt 3), analogicznie do odpowiednich definicji w *DRT* [Kamp93] *DPL* [GroSto91], wymaga, aby każdy stan wyjściowy przesłanki był akceptowany i aktualizowany przez konkluzję. Dodatkowo dynamiczna implikacja 'domyka' zbiór dostępnych znaczników przywracając stan początkowy. Znaczniki wprowadzone w zasięgu implikacji dynamicznej są wykorzystywane jedynie przejściowo do sprawdzenia możliwości aktualizacji stanu. Podobne zachowanie wykazuje dynamiczna dysjunkcja.

Warto tu podkreślić, że wpływ operatorów dynamicznych na dostępność poszczególnych znaczników jest identyczny jak w *DRT* lub *DPL*. Zachowana została tym samym zdolność na poziomie *DRT* i *DPL* do wyrażania podstawowych ograniczeń strukturalnych na tworzenie się powiązań anaforycznych.

Podobnie jak w *CCP* Beavera [Beaver97] (omawiany w rozdziale 5.3), brak spełnienia presupozycji w zasięgu dowolnego z dynamicznych operatorów powoduje 'przeniesienie się' stanu niespełnienia presupozycji na całe wyrażenie. Warto tu również podkreślić, iż możliwości wyrażania presupozycji w *SLS* są zbliżone pod względem siły ekspresji do *CCP*. Jedynie w *SLS* mamy na zasadzie 'odbicia lustrzanego', zamiast łącznika presupozycyjnego z *CCP*, operator testu, otwierający kontekst interpretacji dowolnego warunku jako asercji a nie presupozycji, mimo to efekt jest identyczny – dowolny warunek może być potraktowany jako warunek presupozycyjny lub asercja. Co więcej, *SLS* wprowadza dwa specjalne operatory wyrażające własności presupozycji egzystencjalnej, wiązanej tradycyjnie z działaniem referencji.

6.3.2. Wyróżnione właściwości operatorów i aksjomaty

Prezentowane tu aksjomaty i własności, stanowiące element definicji niektórych operatorów *SLS*, można podzielić na dwie grupy. Należące do grupy pierwszej precyzują konstrukcje funkcji wartościującej, wprowadzając niezbędne ograniczenia na niedeterminizm operatora aktywacji. Należące do grupy drugiej wyrażają ograniczenia nałożone na możliwe struktury kwantyfikacji, wywodzące się ze zmodyfikowanych reguł systemu Bellert.

Wyróżniony znacznik zerowy to, niewątpliwie, czysto techniczne narzędzie. Przypisywany jest mu tu arbitralnie zbiór pusty jako wartość. Jednak każda inna wartość byłaby równie dobra, ponieważ, co należy tu podkreślić, znacznik zerowy jest wyłączony z dziedziny działania operatora referencji.

Def. 6.3.2-1 Aksjomat wartościowania stanu początkowego (AWSP)

$$\forall i \in \mathbf{D}_{\mathrm{s}}.(i)^3(P_0)=\varnothing$$

Pomimo przypisania znacznikowi zerowemu arbitralnie pewnej wartości, nie reprezentuje on żadnych obiektów znanych odbiorcy, czy to z percepcji, czy to z interpretacji wypowiedzi. Obecność znacznika zerowego w stanie początkowym jest rozwiązaniem czysto technicznym – krotka stanowiąca stan początkowy musiała mieć przypisaną jakąś wartość do pierwszej pozycji.

Niemniej wszelkie operacje odwoływania się do znacznika zerowego, zarówno poprzez powiązania referencyjne, jak i też poprzez pobieranie znacznika ze stanu do określenia jego wartości, nie powinny dawać sensownego rezultatu. Możliwość utworzenia powiązania referencyjnego ze znacznikiem zerowym została zablokowana od razu w definicji operatora referencji. Z racji typu operatora ∇, czyli (*sm*), nie jest możliwe określenie poprzez skrót notacyjny jego częściowego działania. Brak możliwości zastosowania operatora ∇ do pobrania znacznika zerowego P_0 zostanie określony aksjomatem

Def. 6.3.2-2 Aksjomat zakresu stosowalności operatora pobrania ostatniego aktywowanego znacznika (AZSOP)

$$\neg\exists p \in \mathbf{D}_{\mathrm{m}}.\nabla(S_0, p)$$

Aksjomat dostatecznej ilości stanów, podobnie jak u Muskensa [Muskens96], zapewnia, że dowolnemu znacznikowi może być przypisana dowolna wartość. Aksjomat podkreśla w ten sposób egzystencjalną interpretację dowolnego znacznika.

Def. 6.3.2-3 Aksjomat dostatecznej ilości stanów (ADS)

$$\forall i \in \mathbf{D}_{\mathrm{s}}.\forall p \in \mathbf{D}_{\mathrm{m}}.\forall X \in \mathbf{D}_{(\mathrm{et})}.[(\mathbf{WKI}(i) \wedge p=succ((i)^1)) \rightarrow \exists j \in \mathbf{D}_{\mathrm{s}}.(\downarrow(i)(j) \wedge (i)^3[p](j)^3 \wedge (j)^3=X)]$$

Ponieważ w *SLS* rozróżnienie pomiędzy niespełnieniem presupozycji a niespełnieniem warunku deskryptywnego jest wyrażane poprzez różnicę pomiędzy pustą relacją na stanach i relacją, której stanami wynikowymi są wyłącznie stany z niekompletną informacją konieczne jest upewnienie się, że zbiór pusty nie pojawi się jako denotacja predykatu rzeczownikowego oraz jako element konfiguracji kolekcji w denotacji predykatu czasownikowego. Zapewnia to *aksjomat kompletnej informacji* (lub raczej schemat pozwalający na 'wygenerowanie' nieskończonej ilości aksjomatów dla poszczególnych typów predykatu czasownikowego, różniących się od siebie ilością argumentów wejściowych), ograniczający kształt możliwych modeli *SLS*:

Def. 6.3.2-4 Aksjomat kompletnej informacji (AKI)

$$\forall N \in Con_{(et)}.\ \neg(N=\varnothing)$$

$$\forall \boldsymbol{V}_n \in Con_{(((et)^n t)t)}.(\neg\exists \boldsymbol{W}.(\boldsymbol{W} \in \boldsymbol{V}_n \rightarrow (\varnothing \in (\boldsymbol{W}|_1) \vee \ldots \vee \varnothing \in (\boldsymbol{W}|_n))))$$

W formułowanych dalej definicjach spełnialności formuły dynamicznej konieczne jest formalne rozróżnienie pomiędzy stanami z kompletną i niekompletną informacją. Rozróżnienie to definiuje *własność kompletnej informacji*. Konieczne było w niej odróżnienie znacznika począt-

kowego P_0 (elementu zerowego $\mathbf{D}_m$), któremu z definicji jest przypisany zbiór pusty jako wartość w każdym stanie, od pozostałych znaczników.

Def. 6.3.2-5 Własność kompletnej informacji (WKI)

$$||\mathbf{WKI}||:=\lambda i.\forall p.(\ (\neg(p=P_0) \wedge (p<_m(i)^1 \vee p=(i)^1)\ ) \rightarrow \neg(\ (i)^3(p)=\varnothing)\ )$$

Powiązanie referencyjne oznacza, że dwa znaczniki reprezentują ten sam zbiór obiektów, wprowadzany do dziedziny dyskursu przez dwie różne NP. Jednak operator referencji będzie również używany do interpretacji krypto-nieokreślonych fraz nominalnych (ang. *referential indefinite* NP), gdzie nie oczekuje się od odbiorcy jednoznacznej identyfikacji referenta. Słaba presupozycja egzystencjalna dopuszcza w tym przypadku istnienie więcej niż jednego powiązania. W celu wyrażenia niejednoznaczności identyfikacji, własność określająca interpretację powiązań referencyjnych nakłada wymóg, aby przynajmniej w jednym przypadku wartość przypisana do bieżącego znacznika była identyczna z wartością znacznika wskazywanego przez powiązanie. Użycie operatora referencyjnego połączonego ze słabą presupozycją może prowadzić do całego zbioru stanów wyrażających różne warianty identyfikacji.

Def. 6.3.2-6 Własność niejednoznaczności referencji (WNR)

$$||\mathbf{WNR}||:=\lambda i.\forall p'\in (i)^2\big|_2.\exists p\in (i)^2\big|_1.\left[\langle p,p'\rangle\in (i)^2 \wedge (i)^3(p)=(i)^3(p')\right]$$

Operator zależności liczebnościowej realizuje mechanizm ‘dystrybuowania’ łącząc ‘na ślepo’ poszczególne kolekcje ze zbiorów jednego z kwantyfikatorów ze wszystkimi kolekcjami z pewnego zbioru należącego do drugiego kwantyfikatora. Nie zapewnia podstawowej własności systemu Bellert wyrażonej regułą **Abs1** (Def. 4.5.2-6) oznaczającej, że do relacji można włączyć obiekty / kolekcje z więcej niż jednego zbioru należącego do pewnego kwantyfikatora tylko wtedy gdy jest on ‘dystrybuowany’ po innym kwantyfikatorze, czyli, w rozumieniu *SLS* wtedy gdy, jest zależny od innego kwantyfikatora. Reguły tej nie zapewnia też definicja operatora macierzowego, z konieczności sformułowana na tyle ogólnie, aby generować wszystkie elementy grafu opisującego strukturę relacji. Regule **Abs 1** odpowiada *własność korzenia dystrybucji* (Def. 6.3.2-9) gwarantująca, że kwantyfikator, który nie jest zależny liczebnościowo od żadnego innego, wprowadza do każdej konfiguracji kolekcji tylko jeden należący do niego zbiór (nie jest dystrybuowany). Warto tu podkreślić, że operator zależności włącza do generowanego przez siebie zbioru konfiguracji kolekcji, wszystkie możliwe przypadki relacji z jednym zbiorem jako ‘korzeniem’ relacji.

Zanim przejdziemy do definicji samej własności, wprowadzona zostanie pomocnicza relacja porządku częściowego na sekwencji kwantyfikatorów przekazanych jako argument operatora macierzowego. Relacja ta jest definiowana w oparciu o odpowiednią sekwencję operatorów zależnościowych określającą binarne zależności pomiędzy kwantyfikatorami. Dla uproszczenie zapisu własności podtrzymana jest konwencja postrzegania definicji zależności pomiędzy kwantyfikatorami z reprezentacji danego zdania w postaci macierzowej.

Def. 6.3.2-7 Relacja porządku częściowego na sekwencji operatorów

Niech:

- i to ilość zmodyfikowanych kwantyfikatorów łączonych przez operator macierzowy,
- **num** to funkcją częściowa $\mathbf{Nat}^2\rightarrow\mathbf{Nat}$, zwracającą na podstawie indeksów w macierzy numer operatora zależnościowego w sekwencji wejściowej do operatora macierzowego, **num** jest określona dla $n,m\in\mathbf{Nat}$ takich, że $n\neq m$ oraz $n,m\leq i$ w sposób następujący:

$$\mathbf{num}(n,m):=(n-1)(i-1)+\begin{cases} m & \text{dla } m<n \\ m-1 & \text{dla } m>n \end{cases}$$

- $\leq_{\mathbf{OP}}(n,m)$, gdzie $n,m \in \mathbf{Nat}$, to skrót notacyjny zdefiniowanymi następująco (gdzie o_j to jeden z operatorów zależnościowych przekazanych jako argumenty operatora macierzowego):

$$\leq_{\mathbf{OP}}(n,m) := \lambda n.\lambda m.(o_{\mathbf{num}(n,m)}=':' \vee o_{\mathbf{num}(n,m)}='<')$$

Wtedy relacja porządku częściowego na *i*i-i* elementowej sekwencji operatorów zależnościowych, oznaczana $<_{\mathbf{OP}}(n,m)$, gdzie $n,m \in \mathbf{Nat}$ oraz dla pewnego $i \in \mathbf{Nat}$ $n,m \leq i$, zdefiniowana jest następująco:

$$||<_{\mathbf{OP}}(n,m)|| := \lambda n.\lambda m.[\ (o_{\mathbf{num}(n,m)}='<' \wedge \neg\, o_{\mathbf{num}(m,n)}='<') \vee \exists k.(\ \leq_{\mathbf{OP}}(k,m) \wedge <_{\mathbf{OP}}(n,k)\ )\ ]$$

W definicji pomocniczego skrótu $\leq_{\mathbf{OP}}(n,m)$ sprawdzany jest operator niezależności tylko w jedną stronę ponieważ niezależność liczebnościowa dwóch kwantyfikatorów z samej swojej natury jest symetryczna. Formalnie definiuje to ograniczenie *aksjomat symetryczności niezależności* określając podzbiór języka *SLS*, którego elementy mogą być wykorzystywane w reprezentacji znaczenia języka naturalnego.

Def. 6.3.2-8 Aksjomat symetryczności niezależności (ASN)

$$\forall o_1 \ldots o_{i*i-i} \in \mathbf{D}_{\mathrm{OP}}.\forall \boldsymbol{Q}_1 \ldots \boldsymbol{Q}_i \in \mathbf{D}_{\mathrm{Q}}.\forall \boldsymbol{W} \in \mathbf{D}_{\mathrm{KK}}.[\ \mathbf{M}^i(o_1,\ldots,o_{i*i-i}, \boldsymbol{Q}_1,\ldots,\boldsymbol{Q}_n, \boldsymbol{W}) \rightarrow$$
$$\forall n,m \in \{1,\ldots,i\}.(\ o_{\mathbf{num}(n,m)}=':' \rightarrow o_{\mathbf{num}(m,n)}=':'\ )\ ]$$

Korzystając ze zdefiniowanej powyżej pomocniczej relacji porządku częściowego oraz mając zagwarantowaną symetryczność niezależności przez aksjomat *ASN*, podstawowy warunek istnienia jednoznacznego korzenia grafu struktury relacji możemy wyrazić w postaci następująco schematu definicji własności:

Def. 6.3.2-9 *Własność korzenia dystrybucji* ($\mathbf{WKD}^i$) –schemat predykatu

$$||\mathbf{WKD}^i|| \ \lambda S_O.\lambda \boldsymbol{S}_Q.\lambda \boldsymbol{W}.\forall o_1 \ldots o_{i*i-i}.\langle o_1, \ldots, o_{i*i-i}\rangle = S_O.\forall \boldsymbol{Q}_1 \ldots \boldsymbol{Q}_i.\langle \boldsymbol{Q}_1, \ldots, \boldsymbol{Q}_i\rangle = \boldsymbol{S}_Q.[$$
$$\forall n.(\ (1 \leq n \wedge n \leq i) \rightarrow \neg\exists m.(\ (1 \leq m \wedge m \leq i \wedge m \neq n \wedge <_{\mathbf{OP}}(m,n)) \rightarrow$$
$$\forall W \in \boldsymbol{W}.\exists \boldsymbol{X} \in \boldsymbol{Q}_n.(\boldsymbol{X} = W|_n)\ )\ )\ ]$$

Spełnienie reguły **Trans** systemu Bellert gwarantują nam same definicje operatora zależności i macierzowego. *Generalna zasada dystrybutywności* systemu Bellert znalazła swój wyraz w warunku pełnego zaangażowania wartości znaczników w relację czasownikową, stanowiącym element znaczenia operatora przecięcia.

Jak już to było wspomniane w rozdziale 4.5.2, w wartości +absolutności zaciera się niepotrzebnie różnica pomiędzy dwoma odrębnymi sytuacjami:

- sytuacją, kiedy NP jest referencyjna i rodzina zbiorów stanowiąca kwantyfikator zawiera dokładnie jeden element z powodu ograniczeń jakie narzuca referencja,
- oraz sytuacją, gdy jeden zbiór obiektów, ale nieokreślony, reprezentuje znaczenie danej NP w strukturze relacji czasownikowej.

W *SLS* pierwszy z tych dwóch przypadków jest reprezentowany poprzez mechanizm referencji, powiązany jedynie poprzez ograniczniki referencyjne z mechanizmem kwantyfikacji. Niemniej, referencja stanowi silne ograniczenie na wartość znacznika, a poprzez warunek pełnego zaangażowania i ograniczniki również na dopuszczalne struktury relacji.

Własność *WKD* wyraża drugi z przypadków: jeżeli dany kwantyfikator nie jest zależny od żadnego innego, to w każdej konfiguracji kolekcji, opisującej potencjalną strukturę relacji, znajduje się dokładnie jeden ze zbiorów należących do rodziny zbiorów wygenerowanej przez dany kwantyfikator. Na przykład, w przypadku nieokreślonej NP zawierającej relatywny determinator *most papers* istnieje bardzo wiele zbiorów (w zależności od modelu) należących do rodziny generowanej przez kwantyfikator, niezależnie od użycia danej NP w wąskim czy też szerokim zakresie. Niemniej, kiedy NP(*most papers*) jest użyta w 'szerokim zakresie' (nie jest zależna od żadnej innej) to w strukturze relacji zawsze jest reprezentowana przez jeden nieokreślony zbiór. Powstaje wiele potencjalnych struktur relacji spośród których jest wybierana ta, która spełnia warunek pełnego zaangażowania względem wartości odpowiedniego znacznika.

Problem sprawia reguła **Abs2**, a w szczególności jej zastosowanie do wykluczenia interpretacji takich jak 2) dla zdania 98) w rozdziale 4.5.2. Definicja +dystrybutywności nie wyklucza przypadku, w którym wszystkie obiekty ze zbioru z dominującego kwantyfikatora są połączone w relację z obiektami z tego samego zbioru kwantyfikatora zależnego. Powstaje wtedy struktura relacji identyczna jak w przypadku obustronnej zależności. Interpretację taką niejawnie wyklucza dopiero reguła **Abs2**. Analogiczne ograniczenie może być wprowadzone w *SLS* w postaci dodatkowej własności, która wprowadziłaby wymóg włączenia do struktury relacji przynajmniej dwóch zbiorów dla każdego zależnego kwantyfikatora. Na pytanie jednak, czy tak ostre ograniczenie jest konieczne, może odpowiedzieć dopiero kognitywna analiza faktów językowych.

Definicja operatora zależności liczebnościowej wymaga, aby dla każdej kolekcji kwantyfikatora 'nadrzędnego' istniała przynajmniej jeden podzbiór kolekcji w rodzinie wygenerowanej przez kwantyfikator zależny. Jednak definicja ta nie nakłada żadnego ograniczenia na ilość takich zbiorów kolekcji. Tymczasem, ilość ta jest zawsze ściśle ograniczona od góry np. w zdaniu 98) NP(*two papers*) może wprowadzać do dziedziny dyskursu 2 lub maksymalnie 6 prac ale nie więcej! Ograniczenie to objawia się również w przypadku nie-numerycznych determinatorów, gdzie ilość nie jest precyzyjnie określona. Definicja operatora zależności nie zabezpiecza nas przed wystąpieniem w produkcie operatora $\mathbf{M}^i$ 'nadmiernej' ilości kolekcji. Zabezpiecza przed tą sytuacją *własność maksymalnej dystrybucji*, która ogranicza, w przypadku kwantyfikatorów zależnych, ilość różnych podzbiorów kolekcji, z rodziny danego kwantyfikator, włączonych do struktury relacji, do ilości kolekcji wprowadzonych do struktury relacji przez kwantyfikator od którego jest zależny rozpatrywany (dla każdej kolekcji pochodzącej z kwantyfikatora 'nadrzędnego' może istnieć inny podzbiór kolekcji pochodzący z kwantyfikatora zależnego).

Def. 6.3.2-10 Własność maksymalnej dystrybucji ($\mathbf{WMD}^i$)

$$\|\mathbf{WMD}^i\| := \lambda S_O.\lambda \boldsymbol{S_Q}.\lambda \boldsymbol{W}.\forall o_1 \ldots o_{i*i-i}.\langle o_1, \ldots, o_{i*i-i}\rangle = S_O.\forall \boldsymbol{Q}_1 \ldots \boldsymbol{Q}_i.\langle \boldsymbol{Q}_1, \ldots, \boldsymbol{Q}_i\rangle = \boldsymbol{S_Q}.[$$
$$\forall n.(\ (1 \le n \wedge n \le i) \rightarrow \exists m.(\ (1 \le m \wedge m \le i \wedge m \ne n \wedge o_{\mathbf{num}(m,n)} = \text{'<'}) \rightarrow$$
$$\forall W \in \boldsymbol{W}.|W|_m = |\ \lambda \mathbf{Y}.(\boldsymbol{Q}_n(\mathbf{Y}) \wedge \forall Y \in \boldsymbol{Y}.(Y \in W|_n))\ |\ )\ )\ )\ ]$$

Liczba podzbiorów jest wiązana powyżej z kolekcjami włączonymi do struktury, a nie z licznością podzbiorów generowanych przez kwantyfikator, ponieważ przy złożonej strukturze zależności, kwantyfikator nadrzędny *m* może być sam zależny od innego kwantyfikatora, tym samym wprowadzając do struktury relacji więcej niż jeden podzbiór kolekcji.

6.3.3. Prawdziwość i wynikanie

Zgodnie z założeniami przedstawionymi w ramach koncepcji konstrukcji języka *SLS* (podrozdział 6.1.3), poszczególnym klasom interpretacji formuł dynamicznych przypisane zostają wartości logiczne prawdy i fałszu.

Def. 6.3.3-1 Prawdziwość formuły dynamicznej

Formuła dynamiczna *T* jest spełniona w modelu *M* i stanie *i*, co oznaczamy $\models_{M,i} T$,
w.t.w., gdy: $\|\exists j.(T(i)(j) \wedge \mathbf{WKI}(j))\|^M = \mathbf{1}$.

Formuła dynamiczna *T* jest niespełniona w modelu *M* i stanie *i*, co oznaczamy $\not\models_{M,i} T$,
w.t.w., gdy: $\|\ \neg(T(i) = \varnothing) \wedge \forall j.(T(i)(j) \rightarrow \neg\mathbf{WKI}(j))\|^M = \mathbf{0}$.

Formuła dynamiczna jest spełniona w modelu *M*, co oznaczamy $\models_M T$,
w.t.w., gdy jeżeli dla dowolnego stanu *i*, takiego że $\mathbf{WKI}(i)$, zachodzi $\models_{M,i} T$.

Z definicji prawdziwości formuły dynamicznej (Def. 6.3.3-1) wynika, iż mogą istnieć formuły dynamiczne, którym w pewnym modelu *SLS* nie zostanie przypisana ani wartość prawdy ani fałszu. Dzieje się tak wtedy, kiedy interpretacją danej formuły dynamicznej w pewnym modelu jest pusta relacja na stanach. Możliwość ta została wykorzystana w zastosowaniach *SLS* (rozdziały 6.4 i 7) do reprezentacji warunków presupozycyjnych, które kiedy są niespełnione, uniemożliwiają przypisanie reprezentacji znaczenia zdania w języku naturalnym wartości logicznej [Beaver97].

Def. 6.3.3-2 Wynikanie

Formuła dynamiczna T_2 wynika z T_1, co zapisujemy $T_1 \models_M T_2$, w.t.w., gdy dla każdego stanu i, w którym $\models_{M,i} T_1$ zachodzi również $\models_{M,i} [\lambda j.\lambda k.T_1(j,l) \Rightarrow T_2(l,k)]$.

Fakt 6.3.3-1 Jednoznaczny związek pomiędzy wynikaniem a sekwencją.

Niech T_1 oraz T_2 to dowolne formuły dynamiczne, jeżeli $T_1 \models_M T_2$, to dla każdego stanu i, w którym $\models_{M,i} T_1$ zachodzi również $\models_{M,i} [\lambda j.\lambda k.T_1(j,l)\ ;\ T_2(l,k)]$.

Dowód faktu Fakt 6.3.3-1 został zamieszczony w dodatku C. Fakt 6.3.3-1 można interpretować jako równoważność pomiędzy wynikaniem, a stwarzaniem odpowiedniego kontekstu początkowego przez formułę pierwszą drugiej.

Może się wydawać, że definicja spełnienia formuły w modelu narzuca zbyt mocne warunki. W analogicznym podejściu Vermeulena [Vermeu93] (prezentowanym w rozdziale 5.2.2) wymaga się jedynie, aby formuła spełniona w modelu była spełniona w stanie kontekstu interpretacji odpowiadającemu w *SLS* stanowi początkowemu S_0 (tzn. $\langle P_0, \varnothing, \{\langle P_0, \varnothing\rangle\}\rangle$). Odpowiedni warunek, przyjmujący postać: formuła dynamiczna T jest spełniona w modelu w.t.w., gdy $\models_{M,S_0} T_1$; jednak nie jest wystarczający, aby spełniająca go formuła dynamiczna była w pełni niezależna od kontekstu a tym samym spełniona w dowolnym stanie wejściowym, np. rozważmy następującą formułę dynamiczną:

(59) $\lambda i.\lambda j.\exists k.[\downarrow(i,k) \wedge \#(\nabla(k),k) \subseteq con_{(et),n} \wedge \iota(\uparrow)(\nabla(k), \mathbf{D}_e, k, j)]$, gdzie $n \in \mathbf{Nat}$

Dla dowolnej interpretacji stałej $con_{(et),n}$ (tzn. stałej typu (et) - definicja składni *SLS*) powyższa formuła dynamiczna jest spełniona w stanie S_0 tzn. zostanie wygenerowany w wyniku jej interpretacji niepusty zbiór stanów takich, że aktywowanemu znacznikowi zostanie przypisana dowolna wartość, co wystarczy aby operator referencji na podstawie dostępności i zawierania się wartości w dziedzinie $\mathbf{D}_e$ dodał dokładnie jedno powiązanie do listy powiązań w stanie wyjściowym. Niestety ta formuła dynamiczna nie będzie spełniona w wielu stanach różnych od S_0 tzn. wszędzie tam, gdzie w stanie wejściowym będzie aktywowany chociaż jeden dodatkowy znacznik. W każdym takim stanie presupozycja unikalna nie będzie spełniona.

Również, gdybyśmy ograniczyli definicję spełnialności formuły dynamicznej do warunku spełnienia w dowolnym stanie z kompletną informacją różnym od S_0, to nie dałoby by to pożądanej własności spełnienia w stanie początkowym S_0. Rozważmy poniższą formułę dynamiczną:

(60) $\lambda i.\lambda j.\varepsilon(\uparrow)(\nabla(i), \mathbf{D}_e, i, j)$

W formule dynamicznej (60) klasa poszukiwanych referentów została określona na pełną denotację typu e. Zawiera się w niej dowolna wartość znacznika. Jednocześnie mamy do czynienia z warunkiem presupozycji słabej, wymagającym utworzenia przynajmniej jednego powiązania, ale dopuszczającym jednocześnie dowolną ilość powiązań. Formuła (60) może stanowić reprezentację znaczenia FN typu *pewne byty*. Obecność dowolnego aktywowanego znacznika w stanie wejściowym wystarczy, aby formuła dynamiczna (60) była spełniona. Nie dzieje się tak dla stanu S_0, gdzie jedyny aktywowany znacznik P_0 jest wyłączony na mocy definicji z działania operatora referencji.

Przyjęta definicja spełnienia formuły dynamicznej w modelu, jako spełnienia w każdym stanie z kompletną informacją (zalicza się do nich również stan S_0), narzuca wymóg braku jakiejkolwiek zależności danej formuły dynamicznej od kontekstu.

6.4. Porównanie siły ekspresji *SLS* z wybranymi językami reprezentacji

SLS zostało skonstruowane w taki sposób, aby dostarczyć niezbędnych narzędzi formalnych do zbudowania kompozycyjnej reprezentacji znaczenia NP (FN) w szerokim spektrum jej użyć w ramach dyskursu. Nie można dowieść prawdziwości powyższego stwierdzenia, analogicznie jak nie można dowieść adekwatności opisu w ramach innych formalnych teorii znaczenia prezentowanych w rozdziałach 4 i 5. Jedyna dostępna metoda oceny adekwatności i siły ekspresji teorii znaczenia polega na uprzednim zastosowaniu jej do opisu możliwie dużego zbioru przykładów wypowiedzi językowych (ilustrujących możliwie dużo różnych typów użyć), a następnie na po-

równaniu uzyskanych interpretacji z intuicją rodzimych użytkowników danego języka. Metoda ta zostanie zastosowana w odniesieniu do *SLS* w dwóch różnych fazach oceny formalizmu. W bieżącym podrozdziale, w pierwszej fazie, *SLS* zostanie zastosowana do opisu języka angielskiego, co umożliwi porównanie otrzymywanych za jej pomocą reprezentacji z reprezentacjami uzyskiwanymi przy pomocy wcześniej zaprezentowanych teorii. Oceniona zostanie również względna siła ekspresji *SLS* w stosunku do innych formalizmów. Z racji porównawczego charakteru tej analizy, poprzestaniemy jedynie na dość powierzchownej i uproszczonej analizie składniowej przykładów angielskich (w stopniu adekwatnym do szczegółowości analizy zaproponowanej w porównywanych formalizmach).

W dalszej kolejności, w drugiej fazie oceny przeprowadzanej w rozdziale 7, na bazie *SLS* zostanie opracowana szczegółowa kompozycyjna analiza znaczenia polskiej frazy nominalnej, gdzie zaproponowana zostanie dość szczegółowa analiza składniowa wybranego podzbioru języka polskiego (szczegółowa w zakresie FN), stanowiąca próbę syntezy różnych rozwiązań zaproponowanych w literaturze. Ocena *SLS* w fazie drugiej, będzie się koncentrowała na jej sile ekspresji i zgodności generowanych interpretacji z intuicjami rodzimych użytkowników języka polskiego (również poprzez odniesienia do analiz prezentowanych w literaturze przedmiotu).

Ponieważ w większości przypadków, przykłady angielskie, będące podstawą oceny w pierwszej fazie, pochodzą z pracy Kampa i Reyle'go [Kamp93], analiza składniowa wszystkich prezentowanych przykładów jest oparta również na gramatyce frazowej zaproponowanej w pracy [Kamp93]. Gramatyka ta będzie nazywana tu G_{DRT}. G_{DRT} jest bardzo prostą gramatyką, ma charakter 'dydaktyczny', traktuje wiele konstrukcji w uproszczony sposób (będzie to widoczne poniżej). Jednakże jest wystarczająca jako podstawa do konstrukcji kompozycyjnego opisu znaczenia wszystkich analizowanych przykładów, w tym również pochodzących z innych prac. Jednocześnie analizy w G_{DRT} są zgodne z opisami składniowymi przyjętymi w innych analizowanych pracach.

Formalizm G_{DRT} jest pochodną formalizmu gramatyki *Generalized Phrase Structure Grammar* (*GPSG*) Gazdara i innych [GaKlPS85]. G_{DRT} opiera się na standardowych regułach przepisywania. Kategorie składniowe są subkategoryzowane *listą atrybutów* i ich *wartości*. Dla każdego atrybutu (rozróżnianego przez nazwę) jest ustalony zbiór wartości. Wartością atrybutu może być napis, lista napisów, kategoria składniowa (wraz z listą atrybutów i ich wartości) oraz *zmienna*. Zmienne zachowują się w G_{DRT} w sposób identyczny jak zmienne w programowaniu logicznym (np. w języku Prolog). Ta sama nazwa zmiennej w obrębie danej reguły oznacza tą samą zmienną. Wartość zmiennej wiązana jest mechanizmem unifikacji na niższym poziomie poprzez prawą stronę reguły. Jeżeli zmienna zostaje związana z pewną wartością, to wartość ta pozostaje niezmieniona w obrębie całej reguły. Jeżeli wartością atrybutu jest zmienna, to wartość atrybutu jest identyczna z wartością zmiennej. Do reguły mogą być dołączone wyrażenia logiczne operujące na zmiennych przypisanych do poszczególnych atrybutów. Reguła może być zastosowana tylko wtedy, gdy dołączone wyrażenie logiczne jest spełnione dla danych wartości zmiennych. Wyrażenie logiczne będzie dołączane na końcu reguły w nawiasach klamrowych (nawiązuje to do notacji gramatyki *DCG* [PerWar80]).

Reguły G_{DRT} będą przytaczane jedynie w zakresie niezbędnym do analizy struktury składniowej omawianych przykładów. G_{DRT} została w niniejszej pracy wzbogacona o dodatkowe atrybuty, zdefiniowane poniżej. Ponadto w opisie poszczególnych kategorii składniowych zostaną wprowadzone meta-zmienne, współdzielone z *niedospecyfikowaną reprezentacją semantyczną* (opis *mechanizmu niedospecyfikowania* poniżej). Opis poszczególnych kategorii składniowych na bazie G_{DRT} zostanie połączony z reprezentacją semantyczną poszczególnych wyrażeń w sposób podobny do zastosowanego w *CNDM* van der Doesa.

6.4.1. Przykład wprowadzający

Rozpocznijmy od analizy wielokrotnie już przytaczanego, 'klasycznego' przykładu niejednoznaczności relacji pomiędzy kwantyfikującymi NP:

98) Three examiners marked two papers.

Kamp i Reyle używają innej 'wersji' tego zdania [Kamp93:414]:

201) *Three lawyers hired five cleaners.*

Reguły frazowe G_{DRT} (oznaczana *PS*<numer> skrót od *Phrase Structure Rule*) opisujące strukturę zdania 201), nieznacznie zmodyfikowane poprzez wprowadzenie atrybutu czasu *Tense* w miejsce atrybutu formy czasownika *Fin*, zostały zaprezentowane poniżej w bazowej postaci, 'czysto składniowej', oddzielonej od reprezentacji semantycznej:

PS1) S[*Num*=α] →
NP[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=+*nom*, *Var*=*u*]
VP'[*Num*=α, *Tense*=γ, *VarLst*=*uw*]

PS5) VP'[*Num*=α, *Tense*=η, *Gap*=γ, *VarLst*=β] →
VP[*Num*=α, *Tense*=η, *Gap*=γ, *VarLst*=β]

PS6) VP[*Num*=α, *Tense*=β, *Gap*=γ, *VarLst*=*uw*] →
V[*Num*=α, *Tense*=β, *Trans*=+, *VarLst*=*uw*]
NP[*Num*=δ, *Gen*=η, *Case*= -*nom*, *Gap*=γ, *Var*=*w*]

PS9) NP[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=γ, *Quant*=η, *Refer*=μ, *Var*=ν] →
DET[*Num*=α, *Quant*=η, *Refer*=μ, *Var*=ν] N[*Num*=α, *Gen*=β]

W powyższych regułach wprowadzone zostały od samego początku rozszerzenia G_{DRT} związane z DRT_{Plur} oraz dodatkowe atrybuty *Refer, Var* zdefiniowane na potrzeby *SLS*. Atrybut *Quant* swoimi wartościami dzieli kategorię DET na trzy subkategorie:

a) *ind* (*indefinite*) – odpowiadającą absolutnym determinatorom [Hess89] (rozdział 3.3.6 *cardinality quantifiers* [Kamp93:461]),
b) + (*quantifiers*) – determinatorom relatywnym [Hess89] (*proportional* [Kamp93:461]))
c) *def* (*definite*) – subkategorie z determinatorem *the*, jako jedynym reprezentantem (w ramach G_{DRT}).

Rezygnując tutaj z trzeciej subkategorii (c), wprowadzimy dodatkowy atrybut *Refer* (*referential*) o dwóch wartościach +/ -, rozróżniający pomiędzy referencyjnymi i atrybutywnymi determinatorami (w sensie modelu lingwistycznego z rozdziału 3.3.9) np. krypto-określone użycie *a*(*n*) będzie scharakteryzowane jako *Quant*=*ind* oraz *Refer*=+.

Atrybut *Var*, przyjmujący wartości ze zbioru znaczników odmian {*c*, *n*, *d*} (rozdział 4.4.2), analogicznie do oryginalnego rozwiązania van der Doesa [Does94:94-107], charakteryzuje determinator pod względem dozwolonych odmian. Wartości atrybutów *Var* i *VarLst* (poniżej) dla wyrażeń niejednoznacznych będą reprezentowane poprzez meta-zmienną o określonym wartościowaniu.

Dla czasowników wprowadzony zostaje atrybut *VarLst*, określający akceptowalne odmiany dla poszczególnych argumentów. Jego wartościami są *n*-elementowe ciągi znaczników odmian (Def. 4.4.2-7), gdzie *n* to liczba argumentów czasownika. Jednakże, bardzo niewiele czasowników wprowadza jednoznaczne wymagania co do odmiany swoich argumentów. Bardzo często czasownik akceptuje wszystkie możliwe kombinacje odmian. Van der Does [Does94] zaproponował rozwiązanie tego problemu (przedstawione w rozdziale 4.4.2), polegające na wprowadzeniu znacznika *m*, oznaczającego 'niejednoznaczną' odmianę oraz na przypisaniu determinatorom kilku znaczeń (reprezentacji), różniących się użytym modyfikatorem odmiany. Ponieważ jednak w *CNDM* reguła gramatyczna wiążąca NP z VP wymaga identyczności odmian, odmiana czasownika musi zostać przekształcona poprzez odpowiedni modyfikator leksykalny do wartości zgodnej z odmianą NP (przejętą od determinatora). Leksykalne modyfikatory odmian rzadko jednak są używane zarówno w języku angielskim, jak i też polskim (problem omawiany w rozdziale 7.8). Pojawia się w tym momencie konieczność wprowadzenia albo pustych modyfikatorów, albo 'pustych' modyfikujących reguł gramatycznych, stosowanych niedeterministycznie. Wprowadzenie *mechanizmu niedospecyfikowania*, wykorzystywanego w konstrukcji reprezentacji semantycznej [Bos95], z działaniem rozszerzonym w niniejszej propozycji również na atrybuty reguł składniowych, pozwala na uniknięcie tych dwóch niekorzystnych rozwiązań. Rozszerze-

nie działania mechanizmu można uzyskać poprzez łączne ujęcie w regułach gramatyki trójek składających się z:

- opisu kategorii składniowej (obejmującego atrybuty i ich wartości),
- reprezentacji semantycznej w postaci *niedospecyfikowanego* wyrażenia *SLS*,
- zbioru funkcji określających wartości meta-zmiennych występujących w dwóch pierwszych.

Zastosowany tu uproszczony[86] mechanizm niedospecyfikowania opiera się na *mechanizmie niedospecyfikowanej reprezentacji semantycznej* (ang. *underspecified semantic representation*), w wersji zaproponowanej przez Bosa [Bos95]. Polega on na wprowadzeniu do formuł logicznych dodatkowych meta-zmiennych, zwanych '*dziurami*' (ang. *holes*) oraz *ograniczeń* (ang. *constrains*) warunkujących kolejność przypisywania wartości 'dziurom' (wartościami są wyrażenia danego języka logicznego). Zbiór wszystkich wynikowych, 'ujednoznacznionych' reprezentacji jest wyznaczany poprzez zbiór wszystkich funkcji specyfikujących wartości meta-zmiennych (ang. *possible plugging*) w sposób zgodny ze zdefiniowanymi ograniczeniami.

Wprowadzimy tutaj dodatkowy wymóg uporządkowania zbioru meta-zmiennych porządkiem liniowym. Uporządkowanie to ułatwi manipulacje niedospecyfikowanymi reprezentacjami podczas łączenia niedospecyfikowanych wyrażeń prostszych w wyrażenia bardziej złożone. Podczas swobodnego używania meta-zmiennych w poszczególnych regułach gramatyki, zawsze dojdzie do konfliktów nazw, które trzeba rozwiązywać poprzez zmianę nazw meta-zmiennych podczas łączenia.

Mechanizm niedospecyfikowania został pierwotnie zastosowany przede wszystkim do wyrażenia różnych możliwych relacji zasięgu w ramach struktur reprezentacji znaczenia. Zakres jego możliwego wykorzystania w *SLS* zawęża się jedynie do wyrażenia wielu możliwych sekwencji operatorów zależnościowych i znaczników odmiany (co pociąga za sobą rodzaj stosowanych modyfikatorów odmiany), dlatego też wprowadzona zostaje uproszczona forma mechanizmu niedospecyfikowania. Z powodu opisu odmiany, obejmująca jedna również swoim działaniem kategorię składniową.

Def. 6.4.1-1 Uproszczony mechanizm niedospecyfikowanych struktur reprezentacji semantycznej.

Niech:

- H będzie zbiorem meta-zmiennych, będącym dowolnym uporządkowanym liniowo zbiorem napisów nie występujących w wyrażeniach *SLS* i różnych od zbioru znaczników odmiany tzn. $\{c, n, d, m\}$,
- $<_H$ będzie porządkiem liniowym na zbiorze H,
- *N-SLS* – będzie językiem formalnym stanowiącym rozszerzenie *SLS*, takim, że meta-zmienne ze zbioru H mogą wystąpić na wybranych wyrażeń.

Wtedy, *niedospecyfikowaną strukturą reprezentacji* (język struktur oznaczany będzie *SN-SLS*) nazywamy trójkę $\langle Kt, t_N, F_P \rangle$, gdzie:

- Kt to opis kategorii składniowej w formalizmie G_{DRT} zmodyfikowanym o możliwość wystąpienia meta-zmiennych w miejsce wartości atrybutów,
- t_N to wyrażenie języka *N-SLS*,
- oraz F_P to zbiór funkcji częściowych $F_P = H \rightarrow \{c, n, d\}^{+1} \cup \{\text{'<'},\text{'>'},\text{':'}\}^{+2}$, przypisujących meta-zmiennym wyrażenia *SLS* (najczęściej: znaczniki odmian, sekwencje znaczników, lub też sekwencje, co najmniej dwuelementowe, operatorów zależnościowych - znaczniki odmian są następnie interpretowane jako elementy skrótów notacyjnych rozwijanych do wyrażeń *SLS*).

Funkcje ze zbioru F_P będą nazywane dalej *funkcjami wypełniającymi* (w skrócie *wypełnieniami*) a sam zbiór *zbiorem wszystkich możliwych wypełnień* (ang. *possible plugging*) dla termu t_N, zbiór F_P może być w szczególnym przypadku zbiorem pustym.

[86] Jego uproszczenie jest spowodowane ograniczonym, jedynie do kwestii odmiany i zależności liczebnościowych, celem jego zastosowania.

Niech $\langle Kt, t_N, F_P \rangle$ będzie pewną niedospecyfikowaną strukturą reprezentacji. Dla każdej funkcji $f \in F_P$:

- $[f]t_N$ oznacza wyrażenie *SLS* powstałe z t_N w wyniku zastosowania wypełniania tzn. meta-zmienne występujące w t_N i należące do $dom(f)$ zostają zastąpione (tekstowo) przez wartości przypisane im przez f (wypełnienie jest rodzajem podstawienia),
- analogicznie, $[f]Kt$ oznacza specyfikację kategorii syntaktycznej (stanowiącej rodzaj struktury atrybutów) powstałą z Kt poprzez zastąpienie meta-zmiennych z $dom(f)$ wartościami przypisanymi im przez f.

Niedospecyfikowanie termów ma wpływ jedynie na reprezentację semantyczną tych wyrażeń języka naturalnego, które są niejednoznaczne pod względem wartości odmiany czy też zależności liczebnościowych. Jednolita reprezentacja wyrażeń języka naturalnego wymagałaby przypisywania wyrażeń *SN-SLS* w miejsce termów *SLS* zarówno w każdej pozycji leksykonu semantycznego jak i też w każdej parze: reguła syntaktyczna - semantyczna. Jednakże tam, gdzie z powodu braku niejednoznaczności znaczeniowych, nie pojawiają się meta-zmienne ze zbioru H, możemy przyjąć, że wiążąc kategorie składniowe jedynie z wyrażeniami *SLS* mamy na myśli trójki postaci $\langle Kt, t_N, \varnothing \rangle$, z pustym zbiorem F_P. Konwencja ta będzie wykorzystywana wszędzie tam, gdzie nie powinna wprowadzać niejasności. Przyjmowane jest ponadto, że wszystkie operacje podstawienia funkcjonalnego i redukcji lambda[87], odbywają się na drugim elemencie trójki.

Objęcie mechanizmem niedospecyfikowania również opisu kategorii składniowych wiąże opis składniowy ściśle z reprezentacją semantyczną. Zmienia to zasadniczo koncepcję gramatyki w stosunku do G_{DRT}. Koncepcja gramatyki staje się bliższa przyjętej w systemie *CNDM* van der Doesa [Does94] lub nawet w gramatyce *HPSG* [PolSag94]. Zmodyfikowana gramatyka będzie dalej nazywana G_{SN} (*gramatyka struktur niedospecyfikowanych*). W ogólnym przypadku reguła G_{SN} przyjmuje następującą postać (po lewej i po prawej stronie występują struktury *SN-SLS*):

(61) $Kat_w+R(t_1, ..., t_n)+L(F_1, ..., F_n) \rightarrow Kat_1+t_1+F_1 \ ... \ Kat_n+t_n+F_n \ \{Cond\}$

gdzie:

- znak '+' łączy poszczególne elementy trójek[88],
- kategoria Kat_w jest w pełni określona poprzez unifikację zmiennych w atrybutach z kategoriami Kat_i,
- R jest funkcją określającą wynikową postać reprezentacji semantycznej,
- L jest funkcją określającą wynikowy zbiór wypełnień,
- oraz *Cond* to wyrażenie logiczne określone na zmiennych z Kat_1, ..., Kat_n; nawiasy '{ }' to element notacji reguły.

Funkcja R najczęściej przyjmie postać podstawienia funkcjonalnego. W konstrukcji funkcji L wykorzystywana jest *operacja złożenia wypełnień*, definiowana jako funkcja częściowa określona na zbiorze par wypełnień. Tylko wtedy gdy składane wypełnienia mają rozłączne dziedziny operacja złożenia wypełnień jest określona. Warunek ten chroni przed 'nadpisywaniem' wartości przypisanych do meta-zmiennych przez składane wypełnienia. Jak już to było wspomniane, aby można było nadawać nazwy meta-zmiennych swobodnie w poszczególnych regułach gramatyki, należy zapewnić odpowiedni mechanizm zmiany nazw w momencie wystąpienia konfliktu. W tym celu zdefiniowana zostanie dodatkowo operacja utworzenia na podstawie dwóch wypełnień podstawienia (funkcji) zmieniającego nazwy meta-zmiennych w łączonych wypełnieniach. Dodatkowo wprowadzona zostanie operacja złączenia utworzonego podstawienia z jednym łączonych wypełnień (w stosowanych tu gramatykach zawsze to będzie drugie wypełnienie). Operacja

[87] Analogicznie jak w przypadku znaczników w *C-DRT* Muskensa [Muskens96] meta-zmienne ze zbioru H, z punktu widzenia rachunku lambda, stanowią stałe o typie identycznym z typem zastępowanego wyrażenia *SLS*.

[88] Symbol '+' został użyty w celu uniknięcia niejasności z często używanym w *SLS* symbolem $\langle \ \rangle$.

generowania podstawień jest zdefiniowana deterministycznie[89] z wykorzystaniem wprowadzonego wcześniej porządku liniowego $<_H$.

Def. 6.4.1-2 Składanie wypełnień

Niech symbol '•' oznacza operację złożenia o sygnaturze $F_P \times F_P \to F_P$ określoną częściowo na zbiorze wypełnień, zdefiniowaną następująco

$$\forall h \in H.f_1 \bullet f_2(h) := \begin{cases} f_1(h) & \text{gdy } h \in dom(f_1) \wedge h \notin dom(f_2) \\ f_2(h) & \text{gdy } h \in dom(f_2) \wedge h \notin dom(f_1) \end{cases}$$

Niech symbol Θ oznacza operację częściowo określoną o sygnaturze $F_P \times F_P \to (H \to H)$, wygenerowania deterministycznego podstawienia usuwającego konflikt pomiędzy dziedzinami wypełnień, zdefiniowaną następująco:

$$\forall f_1, f_2 \in F_P.\Theta(f_1, f_2) := \begin{cases} \{\langle h, h\rangle : h \in dom(f_1) \cup dom(f_2)\} & \text{gdy } (dom(f_1) \cap dom(f_2)) = \varnothing \\ \theta : H \to H \text{ taka, że} : \forall h \in dom(f_1).\theta(h) = h & \\ \wedge\ \forall h', h'' \in dom(f_2).\left((h'' >_H h') \to \begin{pmatrix} \theta(h') >_H supp(dom(f_1)) \\ \wedge\ \theta(h'') >_H supp(dom(f_1)) \\ \wedge\ dist(\theta(h'), \theta(h'')) = dist(h', h'') \end{pmatrix} \right) & \\ & \text{gdy } (dom(f_1) \cap dom(f_2)) \neq \varnothing \end{cases},$$

gdzie: *supp* oznacza supremum zbioru wg $>_H$, oraz *dist* to skrót notacyjny zdefiniowany następująco: $dist(h,h') := |\lambda h''.(h' >_H h'' >_H h)|$, określający 'odległość' pomiędzy dwoma elementami H.

Niech symbol '$\circ$' oznacza operację o sygnaturze $(H \to H) \times F_P \to F_P$ złożenia podstawienia z wypełnieniem (założony tu kontekst wykorzystania to składanie wypełnień), zdefiniowaną następująco

$$\forall f_1, f_2 \in F_P.\Theta(f_1, f_2) \circ f_2 := \lambda h.(f_2(\Theta(f_1, f_2)(h))) \quad \text{gdy } rng(\Theta(f_1, f_2)) = dom(f_2)$$

Niech zapis $[\Theta(f_1,f_2)]K_1$, gdzie $f_1,f_2 \in F_P$ oraz K_1 to pewna kategoria syntaktyczna, oznacza efekt zastąpienia wszystkich meta-zmiennych w K_1 ich obrazem w podstawieniu $\Theta(f_1,f_2)$ – czyli innymi meta-zmiennymi.

Niech zapis $[\Theta(f_1,f_2)]S_1$, gdzie $f_1,f_2 \in F_P$ oraz S_1 to pewne wyrażenie *N-SLS* oznacza efekt zastąpienia wszystkich meta-zmiennych w S_1 ich obrazem w podstawieniu $\Theta(f_1,f_2)$ – jak wyżej.

Oprócz powyższych podstawowych operacji na wypełnieniach warto zdefiniować jeszcze jedną, która ułatwi później konstrukcję reguł. Zanim do tego przejdziemy, warto zauważyć jedną własność zbioru wypełnień stanowiącego element struktury *SN-SLS*. Wszystkie wypełnienia w nim zawarte mają z definicji tą samą dziedzinę, będącą zbiorem meta-zmiennych występujących w elementach składowych danej struktury *SN-SLS*. Oznacza to, że dla dwóch struktur *SN-SLS* podstawienie usuwające konflikt nazw wygenerowane dla dowolnej pary wypełnień, takiej, że poszczególne elementy pary należą do zbiorów wypełnień zawartych w odpowiedniej ze struktur, będzie identyczne. Korzystając z tej własności, zdefiniowana zostanie pomocnicza operacja, oznaczona **Θ**, generowania podstawienia usuwającego konflikt nazw meta-zmiennych na podstawie dwóch zbiorów wypełnień.

Def. 6.4.1-3 Pomocnicza operacja generowania podstawienia usuwającego konflikt nazw na podstawie zbiorów wypełnień.

Niech symbol **Θ** oznacza operację o sygnaturze $\wp(F_P) \times \wp(F_P) \to (H \to H)$ wygenerowania podstawienia usuwającego konflikt nazw meta-zmiennych pomiędzy

[89] Mechanizm ten przypomina strategię deterministycznej zmiany nazw znaczników wprowadzoną przez Vermeulena [Vermeu93] i rozważaną przez Eijcka i Kampa [EijKam97] dla operacji łączenia DRS'ów (rozdział 5.2.1)

wypełnieniami należącymi do podanych dwóch zbiorów wypełnień, zdefiniowaną następująco:

$$\forall X, Y \in \wp(F_P).\Theta(X,Y) = \bigcup_{f_1 \in X, f_2 \in Y} (\Theta(f_1, f_2))$$

W Def. 6.4.1-3 wykorzystany został fakt, iż podstawienie wygenerowane przez operator Θ może być postrzegane jako zbiór par. Sumując po wszystkich zbiorach par otrzymamy wynikowe podstawienie. Co prawda, poszczególne sumowane zbiory par będą w stosowanych tu gramatykach identyczne, jednak zastosowanie kwantyfikacji uniwersalnej czyni operację **Θ** deterministyczną (nie byłaby taką, gdybyśmy brali do wygenerowania jej wyniku dwa dowolnie wybrane podstawienia, mimo, iż efekt końcowy byłby ten sam).

Reguły leksykalne G_{SN}, podobnie jak w G_{DRT}, będą składały się jedynie z lewej strony. Ponieważ 'składowa syntaktyczna' G_{SN} w dużym stopniu bazuje na rozwiązaniach przyjętych w G_{DRT} zachowane zostaną oznaczenia reguł.

W G_{DRT} brakuje kategorii frazy determinatorowej (DP). Wyrażenie typu *the three* lub *these three* nie są analizowane. Powstrzymując się od analizy składni angielskich konstrukcji determinatorowych (składnia analogicznych polskich wyrażeń np. *tych trzech*, będzie szczegółowo przedstawiona w rozdziale 7.1), wyrażenia tego typu będą analizowane w uproszczony sposób jako wielosłowowe leksemy kategorii DET.

Poszczególne wyrazy w zdaniu *98)* wprowadzane są poprzez reguły leksykalne, oznaczane LI<numer> (ang. *Lexical Introduction*), G_{SN}, zmodyfikowane (w stosunku do G_{DRT}) w części składniowej ze względu na atrybuty *Refer* i *Quant* [Kamp93:53-55,333]. Z racji wprowadzenia niedospecyfikowania oraz połączenia części składniowej z częścią semantyczną, reguły leksykalne w G_{SN}, w odróżnieniu od G_{DRT}, są pozbawione prawej strony, przybierają postać faktów. Wprowadzony został dodatkowy atrybut *Lex*, określający postać ortograficzną wyrazu. Formalnie gramatyka G_{SN} w takim kształcie definiuje język podstawowych kategorii składniowych - kategorii leksykalnych. Jednak translacja kategorii leksykalnych poprzez atrybut *Lex* do wyrazów języka naturalnego jest jednoznaczna.

Numeracja reguł leksykalnych nawiązuje do oryginalnej numeracji z [Kamp93]. Natomiast, reguły LI30-LI32 (poniżej), dodane do oryginalnego zbioru G_{DRT}, wprowadzają jednoznaczne leksemy rzeczownikowe, których znaczeniem jest wyrażenie oceniające, czy wartość wskazanego znacznika zawiera się w denotacji predykatu rzeczownikowego typu (*et*). Tym samym, reprezentacja semantyczna rzeczownika stanowi rodzaj testu nałożonego na stan wejściowy (podobne rozwiązanie pojawia się w *CDRT* Muskensa, rozdział 5.2.3, i *D-DRT* Eijcka i Kampa, rozdział 5.2.1). W wyniku zastosowania operatora testu, otrzymujemy formułę dynamiczną, której interpretacją w dowolnym modelu będzie wartość logiczna prawdy lub fałszu (). Operator testu nie dopuści do interpretacji w postaci pustej relacji na stanach, interpretacji, której nie odpowiada żadna z wartości logicznych i która jest 'zarezerwowana' dla niespełnionych warunków presupozycyjnych.

Ponieważ w regułach LI30-LI32 nie pojawiają się meta-zmienne, zgodnie z przyjętym uproszczeniem w notacji, tylko w pierwszym przypadku jawnie jest reprezentowany pusty zbiór wypełnień:

LI 30) N[*Num*=plur, *Gen*=male, *Lex*="*examiners* / *producers*"]
$+\lambda p.\lambda i.\lambda j.\mathbf{?}^1(\ \lambda i.\lambda j.(\#(p,i) \subseteq \mathbf{examiner} \wedge i=j), p, i, j) + \varnothing$

LI 31) N[*Num*=plur, *Gen*=fem, *Lex*="*examiners* / *producers*"]
$+\ \lambda p.\lambda i.\lambda j.\mathbf{?}^1(\ \lambda i.\lambda j.(\#(p,i) \subseteq \mathbf{examiner} \wedge i=j), p, i, j)$

LI 32) N[*Num*=plur, *Gen*= -hum, *Lex*="*papers*"]+ $\lambda p.\lambda i.\lambda j.\mathbf{?}^1(\ \lambda i.\lambda j.(\#(p,i) \subseteq \mathbf{paper} \wedge i=j), p, i, j)$

Reguła LI27 wprowadza determinator, którego interpretacja tworzy szkielet reprezentacji znaczenia NP. Determinator może być, w szczególnym przypadku, niejednoznaczny pomiędzy wszystkimi trzema odmianami:

LI 27) DET[*Num=plur*, *Quant=ind*, *Refer*= –, *Var*=h_1, *Lex*=" *three*"]

$+\lambda N_1.\langle \lambda i.\lambda j.\exists k.(\downarrow(i,k) \wedge N_1(\nabla(k), k, j)),\ \lambda i.\lambda j.h_{1_n}(\mathbf{two})(\#(\because(i),j)),\quad \omega \rangle$

$+\{\{\langle h_1, \mathrm{c}\rangle\}, \{\langle h_1, \mathrm{n}\rangle\}, \{\langle h_1, \mathrm{d}\rangle\}\},$

gdzie:

- zapis "$_{\mathbf{n}}$" w indeksie oznacza post-fiksową notację funkcji (działającej na poziomie meta-opisu) dokonującej translacji symbolu znacznika odmiany na modyfikator odmiany determinatora ('nominalny'), zdefiniowanej następująco:
  $\|_{\mathbf{n}}\|:= \{\langle \mathrm{c}, \mathbf{C}_2^{\mathbf{a}}\rangle, \langle \mathrm{n}, \mathbf{N_2}\rangle, \langle \mathrm{d}, \mathbf{D_1}\rangle\}$,
- natomiast **two** to stała o ustalonej interpretacji:
  two:= $\lambda X.\lambda Y.(|X\cap Y|= 2 \wedge Y\subseteq X)$

Ponieważ, modyfikator odmiany kolektywnej zależy w przypadku determinatora od monotoniczności determinatora, konieczne jest wprowadzenie jeszcze drugiej 'wersji' funkcji translacji:

$\|_{\mathbf{N}}\|:= \{\langle \mathrm{c}, \widetilde{\mathbf{C}}_2^{\mathbf{a}}\rangle, \langle \mathrm{n}, \mathbf{N_2}\rangle, \langle \mathrm{d}, \mathbf{D_1}\rangle\}$

Wprowadzone funkcje translacji pozwalają na powiązanie znacznika odmiany występującego jako wartość atrybutu gramatycznego z odpowiednim modyfikatorem – innym dla proto-kwantyfikatorów i innym dla predykatów czasownikowych (definicja LI17, poniżej).

Reguła LI27 poprzez zmianę wartości atrybutu *Lex*="*two*" | "*three*" | "*most*" itd., oraz zmianę przypisywanej reprezentacji semantycznej oraz wypełnień opisuje wszystkie determinatory objęte gramatyką G_{DRT}.

Struktura reprezentacji znaczenia NP to trójka (wizualnie rozdzielona w LI27), gdzie pierwszy jej element określa głównie 'komponent kontekstu', czyli stanowi relację na stanach, typu (s(st)), obejmująca operacje aktywacji znacznika, utworzenia ewentualnych powiązań referencyjnych i wprowadzenia ograniczenia na wartość aktywowanego znacznika. Element drugi to wyodrębniony, głównie z powodów technicznych, produkt proto-kwantyfikatora, zmodyfikowanego pod względem odmiany. Element drugi jest włączany na poziomie reprezentacji znaczenia VP do wyrażenia operatora macierzowego jako jego argument. Stanowi w ten sposób wyodrębniony element konstrukcyjny struktury relacji. Natomiast element trzeci to ogranicznik wprowadzany przez determinator. W rozważanym tu przypadku, atrybutywnego[90] determinatora, jest to tożsamościowy operator (ogranicznik pusty) ω. Referencyjne frazy determinatorowe, np. *the three*, wprowadzają ogranicznik referencyjny τ.

Reguła LI17 (poniżej) wprowadza szkielet znaczenia VP, gdzie oprócz niejednoznaczności wartości odmiany poszczególnych argumentów mamy również do czynienia z niejednoznacznością operatorów zależnościowych:

LI 17) V[*Num*=sing/plur, *Tense*=pres/past, *Trans*=+, *Fin*=+, *VarLst*=h_1h_2, *Lex*="*marked* / *admire*"]

$+\lambda N_2.\lambda N_1.\lambda i.\lambda j.\exists k\big(\ ((N_1(i,k))^1 \wedge (N_2(k,j))^1) \wedge$

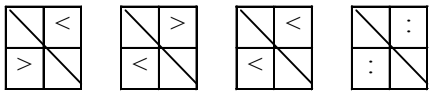
$\mathbf{?}^2(\ \lambda i.\lambda j.\otimes^2(\ \Phi(h_{1_v}, h_{2_v}, \mathbf{marked}),$

$\mathbf{M}^2(\ (N_2(i,k))^3((h_3)^1), (N_1(i,k))^3((h_3)^2), (N_1(i,k))^2, (N_2(k,j))^2\ ),$

$\#(\because(i),k), \#(\because(k),j)\ ),$

$\because(i), \because(k), i, j\ )$

$\big) + \{\ \{\langle h_1, o_1\rangle, \langle h_2, o_2\rangle, \langle h_3, z\rangle :$

$o_1, o_2 \in \{\mathrm{c}, \mathrm{n}, \mathrm{d}\} \wedge z \in \{$  $\}$

$\wedge\ cdv_match^2(\langle o_1, o_2\rangle, z)\ \big\}.$

[90] W sensie modelu z rozdziału 3.3.9

gdzie:

- N_1, N_2 to termy typu ($(s(st))\bullet(((et)t)t)\bullet(op\ op)$), gdzie *op* to typ operatora zależnościowego, stanowiące reprezentację semantyczną argumentów czasownika,
- symbol „_v" (podobnie jak „_n") oznacza post-fiksową notację funkcji dokonującej translacji symbolu znacznika odmiany na modyfikator odmiany czasownika ('werbalny'), zdefiniowanej następująco:

  $$||_v||:= \{ \langle c, \gamma\rangle, \langle n, \pi\rangle, \langle d, \delta\rangle\},$$

- diagramy w definicji zbioru wypełnień przedstawiają wizualnie możliwe sekwencje operatorów zależnościowych w ujęciu macierzowym, czyli w zapisie liniowym to: ⟨'<', '>'⟩, ⟨'>', '<'⟩, ⟨':', ':'⟩
- zbiór możliwych sekwencji uwzględnia tylko sekwencje spełniające aksjomat **ASN (**Def. 6.3.2-8**)**,
- natomiast predykat *cdv_match*[2] (nazwa to od *cardinality dependency – variety match*) określa które sekwencje operatorów zależnościowych są zgodne z wartościami odmiany przypisanymi do obydwóch argumentów; schemat predykatu *cdv_match*^{i} zostanie szczegółowo omówiony w rozdziale 6.4.3.

Analogicznie będą wyglądać definicje predykatów czasownikowych o większej liczbie argumentów niż dwa. W opisie czasownika *marked* przez regułę LI17 świadomie zostało pominięte zagadnienie czasu, jako leżące poza obszarem definiowanego tu opisu (formie *marked* zostanie przypisany predykat **marked** jako jej znaczenie).

Przyjmujemy upraszczające założenie, że formy bezokolicznikowe, atrybut *Fin*= –, będą otrzymywały identyczny opis z dokładnością do wartości atrybutu *Fin*.

Zgodnie z intuicjami kryjącymi się za definicją *SLS*, struktura reprezentacji VP, ustalona na poziomie reprezentacji czasownika w LI17, wiąże znaczenie argumentów NP z predykatem czasownikowym za pomocą dwuargumentowych operatorów: macierzowego $\mathbf{M}^2$ (generującego konfiguracje kolekcji) i przecięcia $\otimes^2$ (testującego zgodność). Operator macierzowy wymaga określenia odpowiedniej liczby operatorów zależnościowych. Wypowiedź składająca się jedynie ze zdania 98) jest niejednoznaczna w odniesieniu do relacji zależnościowych. Kilka różnych sekwencji operatorów zależnościowych jest możliwych. Wszystkie możliwe sekwencje operatorów są reprezentowane poprzez przypisane do meta-zmienne h_3 (LI17) wartości (sekwencje), określane poprzez niepusty zbiór wypełnień definiowany w regule LI17. Znaczniki odmian przypisane do meta-zmiennych h_1 i h_2 określają wymagane wartości odmiany dla obydwu argumentów czasownika. Liczba meta-zmiennych wykorzystywanych w leksykalnej regule LI17 może być mniejsza dla czasowników o jednoznacznej interpretacji wartości odmian poszczególnych argumentów.

Reguła LI17 powiela rozdzielenie komponentu kontekstu od definicji struktury relacji: pierwszy element trójki $||NP||^{SLS}$ jest włączany do koniunkcji warunków określających głównie związki z kontekstem, drugi element 'wykorzystywany' jest do konstrukcji opisu struktury relacji wyrażanych przez dane zdanie. Natomiast trzeci $(N_1(i,k))^3$, ogranicznik referencyjny, modyfikuje odpowiedni operator zależnościowy.

'Czysto składniowa' część reguł, przedstawiona na początku tego podrozdziału, wyznacza strukturę składniową zdania 98). Jego pełny kompozycyjny opis: zarówno składniowy (niedospecyfikowanie odmian) jak i semantyczny, możliwy jest po uzupełnieniu reguł gramatycznych o pozostałe elementy (reprezentację semantyczną i wypełnienia).

PS 9) $NP[Num{=}\alpha, Gen{=}\beta, Case{=}\gamma, Quant{=}\eta, Refer{=}\mu, Var{=}\nu]+D(N)+F_D \rightarrow$
$DET[Num{=}\alpha, Quant{=}\eta, Refer{=}\mu, Var{=}\nu, Lex{=}\varphi]+D+F_D$
$N[Num{=}\alpha, Gen{=}\beta, Lex{=}\sigma]+N+F_N$

Wartości atrybutów morfo-syntaktycznych są ustalane poprzez prostą unifikację (sprowadzającą się najczęściej do identyczności). Meta-zmienne, zarówno z punktu widzenia części składniowej reguł, jak i reprezentacji semantycznej, są traktowane jako stałe np. wartość odmiany ustalona w DET na meta-zmienną przenosi się do atrybutu NP. Poprzez zastosowanie kolejnych wypełnień, można otrzymać wszystkie potencjalne analizy danej konstrukcji. Symbol $D(N)$, będąc wyrażeniem *N-SLS*, oznacza podstawienie funkcjonalne. Zbiór wypełnień F_N wnoszony przez

reprezentację rzeczownika jest ignorowany w PS9, ponieważ w prostej gramatyce G_{DRT} jest on zawsze pusty.

Reguła PS6 (poniżej) łączy czasownik przechodni z wymaganą frazą NP (dopełnieniem):

PS 6) VP[*Num*=α, *Tense*=β, *Fin*=μ, *Gap*=γ, *VarLst*=uv] $+V([\Theta(F_V,F_N)]N)$
$+\{f\colon \exists f_V\in F_V.\exists f_N\in F_N.(f=f_V\bullet(\Theta(f_V,f_N)\circ f_N)\wedge [f]\mathrm{v} = [f]([\Theta(f_V,f_N)]\mathrm{w})\} \rightarrow$
V[*Num*=α, *Tense*=β, *Fin*=μ, *Trans*=+, *VarLst*=uv]$+V+F_V$
NP[*Num*=δ, *Gen*=η, *Case*= -nom, *Gap*= –, *Var*=w]$+N+F_N$
$\{\exists f_v\in F_V.\exists f_N\in F_N.[f_v]\mathrm{v} = [f_N]\mathrm{w}\}$
gdzie dodane wyrażenie logiczne sprawdza czy istnieje para wypełnień umożliwiająca uzgodnienie wartości odmiany pomiędzy odpowiednią pozycją V i NP.

Operacja podstawienia meta-zmiennych $V([\Theta(F_V,F_N)]N)$ usuwa potencjalny konflikt pomiędzy nazwami meta-zmiennych w wyrażeniu *V* i *N*.

Wyrażenie *N-SLS* reprezentujące znaczenie konstruowanej frazy powstaje w wyniku podstawienia funkcjonalnego $V([\Theta(F_V,F_N)]N)$: zgodnie z LI17, poprzez lambda redukcję, poszczególne elementy trójki stanowiącej reprezentację semantyczną frazy NP 'trafiają' na swoje miejsce. Meta-zmienne są interpretowane jako stałe z punktu widzenia redukcji lambda.

W konstrukcji wynikowego zbioru wypełnień należy uwzględnić konieczność dopasowania się znacznika odmiany argumentu i znacznika odmiany wymaganego przez czasownik. Ponieważ, z powodu niejednoznaczności, obydwa znaczniki mogą być określane przez meta-zmienne, których nazwy są nieznane (mogą się zmieniać w wyniku złożenia wypełnień), konieczne jest sprawdzenie, czy wypełnienia z wynikowego zbioru dają specyfikację kategorii spełniającą wspomniany warunek. W niejawny sposób, rezygnujemy w tym miejscu z mechanizmu uzgodnień polegającego na unifikacji wartości atrybutów *VarLst* i *Var* (zadanie to jest wypełniane poprzez tworzenie zbioru wypełnień) Ponieważ meta-zmienne z punktu widzenia składniowej części reguł są stałymi, unifikacja w tym miejscu prowadziłaby do wymogu przypisania identycznych meta-zmiennych, co jest niemożliwe z punktu widzenia przyjętej definicji mechanizmu niedospecyfikowania.

Poziom kategorii VP' jest niezbędny ze względu na konieczność uwzględnienia negacji zdaniowej i czasowników posiłkowych, jednak reguła PS5 dokonuje jedynie przepisania poszczególnych elementów opisu:

PS 5) VP'[Num=α, Tense=+, Gap=γ, VarLst=β]$+V+F_V \rightarrow$
VP[Num=α, Tense=+, Fin=+, Gap=γ, VarLst=β]$+V+F_V$

Podobnie do reguły PS6, konstruowana jest reguła PS1 tworząca zdanie proste:

PS 1) S[*Num*=α]$+ V([\Theta(F_V,F_N)]N)+ \{f\colon \exists f_V\in F_V.\exists f_N\in F_N.(f=f_V\bullet(\Theta(f_V,f_N)\circ f_N)\wedge$
$[f]([\Theta(f_V,f_N)]\mathrm{u}) = [f]([\Theta(f_V,f_N)]\mathrm{NP}.Var)\}\rightarrow$
NP[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=+nom, *Gap*= -, *Var*=v] $+N + F_N$
VP'[*Num*=α, *Tense*=η, *VarLst*=uw] $+V + F_V \{\exists f_v\in F_V.\exists f_N\in F_V.[f_v]\mathrm{u} = [f_N]\mathrm{v}\}$

W PS1 reprezentacja semantyczna jest 'uzupełniania' o reprezentację drugiej wymaganej frazy NP (podmiotu). Również i zachodzi konieczność nałożenia na wynikowy zbiór wypełnień przestrzegania warunku uzgodnienia wartości odmiany pomiędzy wymaganiami czasownika a odmianą argumentu NP.

Zgodnie z G_{DRT} zdanie 98) otrzymuje analizę składniową, której struktura jest przedstawiona poniżej (tylko część składniowa, zawierająca meta-zmienne, oraz symbole reguł):

S[*Num=plur*] (**PS1**)(
NP$_1$[*Num*=plur, *Gen*=male, *Case*=nom, *Quant*=ind, *Refer*= -, *Var*= h_5] (**PS9**)(
DET[*Num*=plur, *Quant*=ind, *Refer*= -, *Var*= h_5, *Lex*=" *three*"] (**LI27**)
N[*Num*=plur, *Gen*=male, *Lex*="*examiners*"] (**LI30**))
VP'[*Num*= sing/plur, *Tense*=past, *Gap*= -, *VarLst*= $h_2\,h_3$] (**PS5**) (
VP[*Num*= sing/plur, *Tense*=past, *Fin*=+,*Gap*= -, *VarLst*= $h_2\,h_3$] (**PS6**) (
V[*Num*=sing/plur, *Tense*=past, *Trans*=+, *Fin*=+, *VarLst*= $h_2\,h_3$,
Lex=" *marked*"](**LI17**)))
NP$_2$[*Num*=plur, *Gen*=male, *Case*=-nom, *Quant*=ind, *Refer*= -, *Var*= h_1] (**PS9**) (
DET[*Num*=plur, *Quant*=ind, *Refer*= -, *Var*=h_1, *Lex*="*two*"] (**LI27**)
N[*Num*=plur, *Gen*= -hum, *Lex*="*papers*"] (**LI32**)))))

Hipotetyczny parser podzbioru języka angielskiego typu *bottom-up*, działający wg G_{SN}, przypisałby najpierw kategorie składniowe[91] wg reguł LI do poszczególnych wyrazów w zdaniu 98). Następnie stosując reguły PS, zgodnie z określonymi w nich warunkami, skonstruowałby drzewo przedstawione powyżej. Realizacja części semantycznej reguł konstruuje niedospecyfikowaną reprezentację zdania 98) w sposób ściśle przestrzegający zasady kompozycyjności, w stylu Montague [Montag73]. Niedospecyfikowana struktura reprezentacji wyznaczona dla 'korzenia' drzewa (kategoria S) zawiera zbiór wypełnień określający wszystkie możliwe analizy składniowe i reprezentacje semantyczne zdania 98) (z dokładnością do G_{SN}). Kolejne kroki procesu analizy semantycznej zilustrowane są poniżej. W celu uproszczenia rozbudowanych formuł tylko wypełnienia dające interpretację dystrybutywną oraz zależności odpowiadające szerszemu 'zasięgowi' *three examiners* są zaprezentowane. Węzły drzewa są przedstawiane w kolejności redukcji: od lewej do prawej i od dołu do góry.

(62) DET[*Num=plur*, *Quant=ind*, *Refer*= -, *Var*=h_1, *Lex*="*two*"]+ $\lambda N_1.\langle \lambda i.\lambda j.\exists k.(\downarrow(i,k) \wedge N_1(\nabla(k), k, j)\,),\ \lambda i.\lambda j.h_{1_\mathbf{n}}(\mathbf{two})(\,\#(\because(i),j)\,),\ \omega\rangle + \{\ \{\langle h_1, \mathrm{d}\rangle\}, \ldots\ \},$

(63) N[*Num*=plur, *Gen*= -hum, *Lex*="*papers*"]+ $\lambda p.\lambda i.\lambda j.?^1(\,\lambda i.\lambda j.(\#(p,i)\subseteq\mathbf{paper} \wedge i=j), p, i, j)$

Z powyższych reprezentacji *two* i *papers*, za pomocą PS9 otrzymujemy:

(64) NP$_2$[*Num*=plur, *Gen*=male, *Case*=-nom, *Quant*=ind, *Refer*= -, *Var*= h_1]
$+\langle \lambda i.\lambda j.\exists k.(\downarrow(i,k) \wedge ?^1(\,\lambda i.\lambda j.(\#(\nabla(k),i)\subseteq\mathbf{paper} \wedge i=j), \nabla(k), k, j)\,),$
$\lambda i.\lambda j.h_{1_\mathbf{n}}(\mathbf{two})(\,\#(\because(i),j)\,),\quad \omega\rangle \quad +\{\ \{\langle h_1, \mathrm{d}\rangle\}, \ldots\ \}$

(65) V[*Num*=sing/plur, *Tense*=past, *Trans*=+, *VarLst*= $h_2\,h_3$, *Lex*=" *marked*"]+
$+\lambda N_2.\lambda N_1.\lambda i.\lambda j.\exists k(\,((N_1(i,k))^1 \wedge (N_2(k,j))^1) \wedge$
$?^2(\,\lambda i.\lambda j.\otimes^2(\,\Phi(h_{1_\mathrm{v}}, h_{2_\mathrm{v}}, \mathbf{marked}),$
$\mathbf{M}^2(\,(N_2(i,k))^3((h_3)^1), (N_1(i,k))^3((h_3)^2), (N_1(i,k))^2, (N_2(k,j))^2\,),$
$\#(\because(i),k), \#(\because(k),j)\,),$
$\because(i), \because(k), i, j\,)\,)+\{\ \{\langle h_2, \mathrm{d}\rangle, \langle h_3, \mathrm{d}\rangle, \langle h_4, \langle\text{'<'}, \text{'>'}\rangle\rangle\}, \ldots\ \}\ \}$

Z powyższego oraz reguły PS6 otrzymujemy:

(66) VP[*Num*= sing/plur, *Tense*=past, *Gap*= -, *VarLst*= $h_2\,h_3$]
$+\lambda N_1.\lambda i.\lambda j.\exists k(\,((N_1(i,k))^1 \wedge \exists l.(\downarrow(k,l) \wedge ?^1(\,\lambda i.\lambda j.(\#(\nabla(l),i)\subseteq\mathbf{paper} \wedge i=j), \nabla(l), l, j)\,) \wedge$
$?^2(\,\lambda i.\lambda j.\otimes^2(\,\Phi(h_{2_\mathrm{v}}, h_{3_\mathrm{v}}, \mathbf{marked}), \mathbf{M}^2(\,\omega((h_4)^1), (N_1(i,k))^3((h_4)^2), (N_1(i,k))^2,$
$h_{1_\mathbf{n}}(\mathbf{two})(\,\#(\because(\mathrm{k}),\mathrm{j})\,)\,), \#(\because(i),k), \#(\because(k),j)\,),$
$\because(i), \because(k), i, j\,)\,)$
$+\{\{\langle h_1, \mathrm{d}\rangle, \langle h_2, \mathrm{d}\rangle, \langle h_3, \mathrm{d}\rangle, \langle h_4, \langle\text{'<'}, \text{'>'}\rangle\rangle\}, \ldots\}\}$

(67) VP'[*Num*= sing/plur, *Tense*=past, *Gap*= -, *VarLst*= $h_2\,h_3$]
$+\lambda N_1.\lambda i.\lambda j.\exists k(\,((N_1(i,k))^1 \wedge \exists l.(\downarrow(k,l) \wedge ?^1(\,\lambda i.\lambda j.(\#(\nabla(l),i)\subseteq\mathbf{paper} \wedge i=j), \nabla(l), l, j)\,) \wedge$

[91] Przyjmujemy tutaj wielce idealizujące założenie, że parser jest połączony ze 100% skutecznym *taggerem* co pozwala mu na określenie wartości niejednoznacznych atrybutów np. rodzaju (*Gen*) w przypadku rzeczownika *examiners*.

$?^2(\ \lambda i.\lambda j.\otimes^2(\ \Phi(h_{2_v}, h_{3_v}, \mathbf{marked}), \mathbf{M}^2(\ \omega((h_4)^1), (N_1(i,k))^3((h_4)^2), (N_1(i,k))^2,$
$h_{1_n}(\mathbf{two})(\ \#(\because(\mathrm{k}),\mathrm{j})\ )\ ), \#(\because(i),k), \#(\because(k),j)\ ),$
$\because(i), \because(k), i, j\ )\ )$
$+\{\ \{\langle h_1, \mathrm{d}\rangle, \langle h_2, \mathrm{d}\rangle, \langle h_3, \mathrm{d}\rangle, \langle h_4, \langle\text{‘<’}, \text{‘>’}\rangle\rangle\}, \ldots\ \}$

Reprezentacja frazy *three examiners*:

(68) DET[*Num*=plur, *Quant*=ind, *Refer*= -, *Var*= h_5, *Lex*=” *three*”]
$+\lambda N_1.\langle\ \lambda i.\lambda j.\ \exists k.(\downarrow(i,k) \wedge N_1(\nabla(k), k, j)\ ),\ \lambda i.\lambda j.h_{5_n}(\mathbf{three})(\ \#(\because(i), j)\ ), \omega\ \rangle$
$+\{\ \{\langle h_5, \mathrm{d}\rangle\}, \ldots\ \},$

(69) N[*Num*=plur, *Gen*=male, *Lex*=”*examiners*”]
$+\lambda p.\lambda i.\lambda j.?^1(\ \lambda i.\lambda j.(\#(p,i)\subseteq\mathbf{examiner} \wedge i=j), p, i, j)+\varnothing$

(70) NP_1[*Num*=plur, *Gen*=male, *Case*= nom, *Quant*=ind, *Refer*= -, *Var*= h_5]
$+\langle\ \lambda i.\lambda j.\ \exists k.(\downarrow(i,k) \wedge ?^1(\ \lambda i.\lambda j.(\#(\nabla(k),i)\subseteq\mathbf{examiner} \wedge i=j), \nabla(k), k, j)\ ),$
$\lambda i.\lambda j.h_{5_n}(\mathbf{three})(\ \#(\because(i),j)\ ),\quad \omega\ \rangle + \{\ \{\langle h_5, \mathrm{d}\rangle\}, \ldots\ \}$

Z (67) i (70) za pomocą reguły PS1 dostajemy:

(71) S[*Num=plur*]+ 0
$+\lambda i.\lambda j.\exists k.(\ \exists r.(\downarrow(i, r) \wedge ?^1(\ \lambda i.\lambda j.(\#(\nabla(r),i)\subseteq\mathbf{examiner} \wedge i=j), \nabla(r), r, k)\ )$
$\wedge \exists l.(\ \downarrow(k, l) \wedge ?^1(\ \lambda i.\lambda j.(\#(\nabla(l),i)\subseteq\mathbf{paper} \wedge i=j), \nabla(l), l, j)\ ) \wedge$
$?^2(\ \lambda i.\lambda j.\otimes^2(\ \Phi(h_{1_v}, h_{2_v}, \mathbf{marked}),$
$\mathbf{M}^2(\ \omega((h_4)^1), \omega((h_4)^2), h_{5_n}(\mathbf{three})(\ \#(\because(i),j)\ ),\quad h_{1_n}(\mathbf{two})(\ \#(\because(k),j)\ )\ ),$
$\#(\because(i),k), \#(\because(k),j)\ ),$
$\because(i), \because(k), i, j\ )\ )$
$+\{\ \{\langle h_1, \mathrm{d}\rangle, \langle h_2, \mathrm{d}\rangle, \langle h_3, \mathrm{d}\rangle, \langle h_4, \langle\text{‘<’}, \text{‘>’}\rangle\rangle, \langle h_5, \mathrm{d}\rangle\}, \ldots\ \}$

Z niedospecyfikowanej części reprezentacji semantycznej (71), poprzez stosowanie kolejnych wypełnień ze zbioru ustalonego w (71), można otrzymać kolejne wyrażenia *SLS*, reprezentujące możliwe znaczenia zdania 98). Zgodnie z założeniami *SLS*, reprezentacją zdania 98) jest w każdym przypadku formuła dynamiczna. Zastosowanie wypełniania uwidocznionego na (71) daje nam formułę dynamiczną (72), wyrażającą interpretację 98), w której NP(*three examiners*) ma szerszy zasięg niż NP(*two papers*) oraz obie są interpretowane dystrybutywnie:

(72) $\lambda i.\lambda j.\exists k.(\ \exists r.(\downarrow(i, r) \wedge ?^1(\ \lambda i.\lambda j.(\#(\nabla(r),i)\subseteq\mathbf{examiner} \wedge i=j), \nabla(r), r, k)\ )$
$\wedge \exists l.(\ \downarrow(k, l) \wedge ?^1(\ \lambda i.\lambda j.(\#(\nabla(l),i)\subseteq\mathbf{paper} \wedge i=j), \nabla(l), l, j)\ ) \wedge$
$?^2(\ \lambda i.\lambda j.\otimes^2(\ \Phi(\delta, \delta, \mathbf{marked}),$
$\mathbf{M}^2(\omega(<), \omega(>), \mathbf{D_1}(\mathbf{three})(\ \#(\because(i),j)\ ),\quad \mathbf{D_1}(\mathbf{two})(\ \#(\because(k),j)\ )\ ),$
$\#(\because(i),k), \#(\because(k),j)\ ),$
$\because(i), \because(k), i, j\ )\ )$

Interpretację (72) można sparafrazować następująco: „*trzech egzaminatorów osobno sprawdziło po dwie prace*”.

Jeżeli interpretację (72) oznaczymy przez $||\mathrm{S}||^{\mathrm{SLS}}$ i na podstawie zdania 98) zbudujemy jednozdaniowy dyskurs, to przy założeniu pustego kontekstu początkowego, reprezentacją znaczenia tego dyskursu jest formuła dynamiczna *SLS*:

(73) $S_0\ ;\ ||\mathrm{S}||^{\mathrm{SLS}}$

gdzie S_0 to pusty kontekst (wprowadzona wcześniej) wyróżniona stała *SLS*.

Analizując pozostałe wypełnienia z wynikowego zbioru, które z racji ‘pełnej’ niejednoznaczności determinatorów i czasownika zależą jedynie od predykatu *cdv_match*^{2}, można odnaleźć praktycznie wszystkie znaczenia identyfikowane dla zdania 98) w różnych pozycjach literaturowych (dokładna analiza w rozdziale 6.4.4):

a) $\{\langle h_1, \mathrm{d}\rangle, \langle h_2, \mathrm{d}\rangle, \langle h_3, \mathrm{d}\rangle, \langle h_4, \langle\text{‘<’}, \text{‘>’}\rangle\rangle, \langle h_5, \mathrm{d}\rangle\}$ – interpretacja dystrybutywna, szeroki ‘zasięg’ *three examiners*, warto tu przypomnieć, że h_1, h_2 określają odmianę argumentów czasownika, natomiast warunek $h_3= h_2$ i $h_5=h_1$ musi być spełniony ze względu na uzgodnienia na poziomie VP i S.

b) $\{\langle h_1, d \rangle, \langle h_2, d \rangle, \langle h_3, d \rangle, \langle h_4, \langle `>', `<' \rangle \rangle, \langle h_5, d \rangle\}$ – interpretacja dystrybutywna, szeroki 'zasięg' *two papers*,

c) $\{\langle h_1, d \rangle, \langle h_2, d \rangle, \langle h_3, d \rangle, \langle h_4, \langle `<', `<' \rangle \rangle, \langle h_5, d \rangle\}$ – kwantyfikacja równoległa.

d) $\{\langle h_1, d \rangle, \langle h_2, c \rangle, \langle h_3, c \rangle, \langle h_4, \langle `<', `>' \rangle \rangle, \langle h_5, d \rangle\}$ – dystrybutywny podmiot i kolektywne, zależne od podmiotu dopełnienie.

e) $\{\langle h_1, d \rangle, \langle h_2, n \rangle, \langle h_3, n \rangle, \langle h_4, \langle `<', `>' \rangle \rangle, \langle h_5, d \rangle\}$ – dystrybutywny podmiot i neutralne, zależne od podmiotu dopełnienie.

f) $\{\langle h_1, d \rangle, \langle h_2, d \rangle, \langle h_3, d \rangle, \langle h_4, \langle `:', `:' \rangle \rangle, \langle h_5, d \rangle\}$ – wersja interpretacji kumulatywnej: obydwie NP dystrybutywne ale niezależne od siebie, znana jest liczba obiektów, nie znana jest struktura relacji,

g) $\{\langle h_1, d \rangle, \langle h_2, n \rangle, \langle h_3, n \rangle, \langle h_4, \langle `<', `>' \rangle \rangle, \langle h_5, d \rangle\}$ – wersja interpretacji kumulatywnej: podmiot dystrybutywny, dopełnienie neutralne.

h) $\{\langle h_1, n \rangle, \langle h_2, d \rangle, \langle h_3, d \rangle, \langle h_4, \langle `:', `:' \rangle \rangle, \langle h_5, n \rangle\}$ – wersja interpretacji kumulatywnej: podmiot neutralny, dopełnienie dystrybutywne.

i) $\{\langle h_1, n \rangle, \langle h_2, n \rangle, \langle h_3, n \rangle, \langle h_4, \langle `:', `:' \rangle \rangle, \langle h_5, n \rangle\}$ – 'klasyczna' interpretacja kumulatywna: podmiot i dopełnienie są neutralne.

j) $\{\langle h_1, c \rangle, \langle h_2, d \rangle, \langle h_3, d \rangle, \langle h_4, \langle `:', `:' \rangle \rangle, \langle h_5, c \rangle\}$ – interpretacja z kolektywnym podmiotem: zbiorowy wykonawca działań na pojedynczych obiektach (dystrybutywne dopełnienie).

k) $\{\langle h_1, d \rangle, \langle h_2, c \rangle, \langle h_3, c \rangle, \langle h_4, \langle `:', `:' \rangle \rangle, \langle h_5, d \rangle\}$ – interpretacja z kolektywnym dopełnieniem: indywidualni wykonawcy (dystrybutywny podmiot) działań na jednym wspólnym zbiorze obiektów.

l) $\{\langle h_1, c \rangle, \langle h_2, n \rangle, \langle h_3, n \rangle, \langle h_4, \langle `:', `:' \rangle \rangle, \langle h_5, c \rangle\}$ – kolektywny podmiot, neutralne dopełnienie: zbiorowy wykonawca działań na grupach obiektów lub pojedynczych obiektach.

m) $\{\langle h_1, c \rangle, \langle h_2, c \rangle, \langle h_3, c \rangle, \langle h_4, \langle `:', `:' \rangle \rangle, \langle h_5, c \rangle\}$ – 'klasyczna' kolektywna interpretacja: zbiorowy wykonawca (kolektywny podmiot) działania na zbiorze obiektów (kolektywne dopełnienie).

n) $\{\langle h_1, n \rangle, \langle h_2, c \rangle, \langle h_3, c \rangle, \langle h_4, \langle `:', `:' \rangle \rangle, \langle h_5, n \rangle\}$ – neutralny podmiot, kolektywne dopełnienie: wykonawcy grupowi bądź indywidualni działający na tej samej grupie obiektów.

Bardzo często zdanie w języku naturalnym nie posiada wszystkich wymienionych powyżej interpretacji. Przyczyną mogą być zarówno ograniczenia możliwych odmian danych determinatorów (system *CNDM* [Does94]), ograniczenia akceptowanych odmian argumentów danego czasownika (system *CNDM* [Does94]), wpływ referencyjności poszczególnych NP na relacje zależności liczebnościowej (poprzez ograniczniki) czy też denotacja samego predykatu czasownikowego. Kwestia ta w odniesieniu do języka polskiego szczegółowo zostanie rozważona w rozdziale 7.

Warto również zauważyć, że nawet jeżeli zdanie pojedyncze posiada interpretacje a)-n) to nie wszystkie one są jednakowo prawdopodobne. Istnieje szereg znaczników leksykalnych, w postaci specyficznych leksemów i konstrukcji, w języku angielskim i polskim (część z nich wspomniana jest w rozdziale 6.4.4), czyniących pewne interpretacje bardziej prawdopodobnymi niż inne. W przypadku języka polskiego dodatkowym czynnikiem jest również szyk. Do zagadnień tych powrócimy w rozdziale 7.

Porównując interpretacje otrzymywane w wyniku zastosowania wypełnień od a) do n) można zauważyć, że część z nich nie jest możliwa do wyrażenia w prezentowanych wcześniej formalnych językach reprezentacji semantycznej. Często w pozostałych przypadkach konstrukcja reprezentacji semantycznej dla niektórych z interpretacji (np. kumulatywnej), sprawia dużo problemów natury technicznej i wymaga stosowania innego sposobu postępowania (np. odmiennych struktur reprezentacji [Does94]).

W systemie Bellert, zaprezentowanym w rozdziale 4.5.2, praktycznie możliwe do wyrażenia są jedynie interpretacje dystrybutywne: a) - c) oraz f). Interpretacje kolektywne, odpowiadające: d), j), k), m), są nieco sztucznie reprezentowane przez tzw. zero-dystrybutywność, która w przypadku kwantyfikatora generującego zbiory więcej niż jedno elementowe może być interpretowana jako sygnalizacja relacji do całego zbioru. Zero-dystrybutywność nie jest reprezentowana w

formalizacji systemu Bellert dokonanej przez Zawadowskiego (rozdział 4.5.3). Również nie wszystkie interpretacje dystrybutywne mogą być skutecznie reprezentowane w poprzez łańcuchy kwantyfikatorów Zawadowskiego. W przypadku interpretacji b), kwantyfikator reprezentujący dopełnienie (*two papers* w 98)), musiałby się znaleźć na pierwszym miejscu dwu-elementowego łańcucha kwantyfikatorów. W rezultacie krotki utworzone przez łańcuch zawierałyby obiekty pochodzące z reprezentacji dopełnienia na pierwszym miejscu. Porządek taki musiałby być uwzględniony w denotacji predykatu czasownikowego, jako że Zawadowski reprezentuje zdanie przez przynależność denotacji predykatu czasownikowego do zbioru wygenerowanego przez łańcuch kwantyfikatorów (rozdział 4.5.3). Jest to praktycznie niemożliwe do realizacji np. w przypadku *marked*, na pierwszej pozycji w krotkach znaleźliby się zarówno osoby-sprawcy, jak i też nieożywione obiekty będące przedmiotem czynności.

W *SLS* kolekcje reprezentujące poszczególne NP trafiają zawsze dokładnie na to samo miejsce[92]. Natomiast konfiguracja operatorów zależnościowych decyduje o tym, że np. w przypadku interpretacji b) atomy należące do reprezentacji dopełnienia są łączone w krotki z każdym atomem z pewnego zbioru należącego do reprezentacji podmiotu.

W systemie Bellert, a tym samym i formalizacji Zawadowskiego, brak jest rozróżnienia pomiędzy mechanizmem kwantyfikacji i referencji. W *SLS* wymóg wprowadzenia tylko jednego zbioru kolekcji do struktury relacji przez kwantyfikator 'dominujący' (od którego zależą jakieś inne, a sam jest niezależny) nie jest równoważny z wymogiem, tak jak się to dzieje u Bellert, że NP odpowiadająca temu kwantyfikatorowi reprezentuje tylko ten jeden zbiór obiektów (z którego są wydzielane kolekcje w *SLS*). W *SLS* w różnych stanach znacznikowi dyskursu dla danej nieokreślonej NP mogą być przypisane różne zbiory, a mimo to, w każdym z tych stanów, ze względu na własności struktury relacji wyrażone przez konfiguracje operatorów zależnościowych, w każdej możliwej strukturze relacji, znajda się elementy tylko jednego ze zbiorów wygenerowanych przez zmodyfikowany proto-kwantyfikator będący częścią reprezentacji semantycznej danej NP.

Z racji oparcia się w *SLS* na sposobie modelowania zjawiska odmiany wprowadzonym w systemie *CNDM* van der Doesa [Does94] (rozdział 4.4.2), można zauważyć duże podobieństwo pomiędzy interpretacjami proponowanymi w *SLS* (powyżej) oraz wprowadzonymi w *CNDM*. Jednak należy podkreślić tu istotne różnice. W *CNDM* kwestia statusu referencyjnego jest potraktowana w sposób bardzo uproszczony i została sprowadzona do wymogu spełniania przez wszystkie obiekty z danej denotacji (argumentu determinatora) określonej własności np. [Does94:95] w odmianie dystrybutywnej mamy:

(74) $||\textit{every}||, ||\textit{all}||, ||\textit{the}_{sg/pl}|| := \lambda X.\lambda \boldsymbol{Y}.\mathrm{AT}(X) \subseteq \boldsymbol{Y}$

W myśl (74) wyrażenie *the dogs* jest interpretowane jako wymóg spełniania przez wszystkie obiekty, spełniające własność *dog*, również własności określonej przez predykat czasownikowy (wszystkie są włączane do zbiorów z rodziny generowanej przez determinator-funktor). Wyraża to swoistą wersję warunku unikalności: istnieją tylko psy które, spełniają własność określoną przez reprezentację frazy czasownikowej. Oczywiście na uproszczony charakter tej analizy wskazuje zarówno przypisanie tego samego znaczenia do *all* i *every*, jak i także brak różnicy w znaczeniu pomiędzy pojedynczym i mnogim *the*. Jak było to wiele razy podkreślane w rozdziale 3.3, taka analiza referencji jest niezgodna z faktami językowymi i jest przez to błędna. W *SLS* identyfikacyjne działanie referencji (wyrażane poprzez operator referencji) jest oddzielone od kwantyfikacyjnego działania *the* (wyrażanego przez stosowny proto-kwantyfikator). Ilustrują to przykłady zaprezentowane w kolejnych podrozdziałach.

SLS również nie posługuje się mechanizmem zasięgu, wykorzystywanym w *CNDM*. W rezultacie w *SLS* nie ma różnicy pomiędzy strukturą reprezentacji semantycznej prostego zdania wyrażającej interpretację kumulatywną i), a reprezentacjami 'klasycznych' interpretacji dystrybutywnych 'szerokiego' i 'wąskiego' zasięgu podmiotu a) i b). Co więcej niezależnie od 'zasięgu', czyli

[92] Problemem swobodnego szyku w języku naturalnym, np. polskim, zajmiemy się w rozdziale 7. Zaproponowane tam rozwiązanie sprowadza się, w pewnym uproszczeniu, do tego, że 'forma logiczna' jest stała przy zmiennym szyku, natomiast zmienność szyku jest czynnikiem składniowo-semantycznym wpływającym na preferowane znaczenie.

w *SLS* konfiguracji operatorów zależnościowych, reprezentacje semantyczne poszczególnych NP zajmują dokładnie te same pozycje w strukturze reprezentacji całego zdania, odzwierciedlającą strukturę składniową zdania w języku naturalnym[93]. W *CNDM* interpretacja kumulatywna zdania wymaga zastosowania specjalnego modyfikatora na poziomie reprezentacji znaczenia czasownika (Def. 4.4.2-5), co oznacza, że *de facto* w leksykonie musimy przypisać każdemu czasownikowi dwa znaczenia odrębne pod względem struktury reprezentacji. W *CNDM* brak jest możliwości wyrażenia kwantyfikacji równoległej (odpowiadającej interpretacji c)), chociaż schematy interpretacji kwantyfikacji równoległej, konstruowane w sposób podobny do Def. 4.4.2-5, van der Does prezentuje w [DoeEij96, Does96].

Tylko interpretacje dystrybutywne i kolektywne, z ustalonymi relacjami 'zasięgu' poszczególnych NP, tzn. dla zdania 98) interpretacje: a), d), j) oraz m), są możliwe do wyrażenia w *DRT-Plur* (rozdział 5.1.4). Interpretacja odpowiadająca odmianie neutralnej, podobna do c), jest ograniczona w DRT_{Plur} jedynie do interpretacji *bare plurals* (tzn. NP w liczbie mnogiej z pustym determinatorem) na pozycji dopełnienia, wyrażanej przy pomocy znaczników zależnych np. interpretacja zdania 181) przedstawiona na Rys. 5.1.4-3.

Interpretacja b), z szerokim 'zasięgiem' dopełnienia, sprawia już kłopoty w *DRT*. Jak już to było wspomniane (rozdział 5.1.4), reguły konstrukcyjne, zarówno *DRT* jak i DRT_{Plur}, generują reprezentację, gdzie kolejność wprowadzanych znaczników, a tym samym ich zasięg, odpowiada kolejności NP w zadaniu. Kamp i Reyle rozważają szkic rozwiązania tego problemu [Kamp93:rozdz. 3.7.2], sprowadzający się do niedeterministycznego porządku stosowania reguł konstrukcyjnych, ale rodzi to problemy z reprezentacja anafory. Z powodu 'opóźnionego' pojawienia się pewnego znacznika (reprezentującego wcześniejszą linearnie NP w zdaniu) w DRS'ie, może on nie być dostępny w momencie identyfikacji poprzednika anaforycznego w ramach reguły CR.PRON. Problem ten nie pojawia się w *SLS*[94]. Pojęcie zasięgu nie jest stosowane, kolejne znaczniki są zawsze wprowadzane do struktury reprezentacji w porządku odpowiadającym porządkowi NP w strukturze składniowej zdania.

Również możliwość reprezentowania interpretacji kumulatywnej jest tylko rozważana w *DRT-Plur* (schemat prezentuje Def. 5.1.4-12). Wymagałaby ona odrębnej reguły konstrukcyjnej. W *SLS* interpretacja kumulatywna jest uzyskiwana poprzez odpowiednią kombinację znaczników odmiany i operatorów zależności liczebnościowej, czyli i).

W dziedzinie rozróżnienia pomiędzy odmianą dystrybutywną i kolektywną, konstrukcję reprezentacji w DRT_{Plur} komplikuje mocno podział na dwa typy znaczników. Ponieważ dość szczegółowa analiza tego zagadnienia została przedstawiona w rozdziale 5.1.4, tutaj przypomnimy jedynie najważniejsze spostrzeżenia. W DRT_{Plur} mamy konsekwentny podział determinatorów na:

- *cardinality quantifiers* (absolutne w *SLS*) - wprowadzające zawsze znaczniki zbiorowe, nie tworzące warunku kwantyfikatorowego, reprezentowane 'przymiotnikowo' jako warunek odpowiedniej liczności zbioru przypisanego do znacznika,
- *proportional quantifiers* (relatywne w *SLS*) - wprowadzające zawsze znaczniki atomowe, tworzące warunek kwantyfikatorowy, reprezentowane jako kwantyfikator uogólniony.

Istnienie dwóch typów kwantyfikatorów wprowadza dla zdań typu 98) (np. 180)) konieczność 'konwersji' znaczników do pożądanej odmiany poprzez niedeterministyczne stosowanie reguł konstrukcyjnych typu opcjonalnego: abstrakcji (Def. 5.1.4-9) i opcjonalnej dystrybucji (Def. 5.1.4-11). Obydwie wprowadzają dodatkowe znaczniki, nie mające swojego odbicia w strukturze składniowej zdania. Również i w tym przypadku, uzyskanie odpowiednich interpretacji w *SLS* sprowadza się do ustalenia znaczników odmiany i ustalenia odpowiedniej kombinacji operatorów zależności liczebnościowej.

---

[93] Kwestia konieczności pozornego odstępstwa od tej zasady w przypadku języków o swobodnym lub prawie swobodnym szyku (np. język polski) zostanie rozważona w rozdziale 7.

[94] Również i w kompozycyjnym *CDRT* Muskensa (rozdział 5.2.3), ale tam tylko dlatego, że operacja wyboru dostępnego poprzednika nie jest realizowana. Jak to było wspominane, powiązania anaforyczne w *CDRT* są reprezentowane przez przypisanie tej samej nazwy znacznika na podstawie uprzedniego poindeksowania na poziomie składniowym.

Użycie relatywnego determinatora (np. *most*) w zdaniu 184)

165) Most students gathered in the square.

zawierającym typowo kolektywny czasownik *gather*, prowadzi do jeszcze poważniejszych problemów w DRT_{Plur}. Regułę abstrakcji można by było zastosować dopiero do warunku kwantyfikatorowego, opisującego 'indywidualne gromadzenie się na placu pojedynczych osób'. Podobne problemy stwarza zdanie 185), zawierające modyfikator *together* 'wymuszający' kolektywną interpretację czasownika. W obydwu przypadkach Kamp i Reyle [Kamp93:471-482] rozważają dość skomplikowany sposób konstrukcji reprezentacji (rozdział 5.1.4, strona 107). W *SLS* kolektywny czasownik 'automatycznie', poprzez mechanizm uzgodnienie znacznika odmiany (jako wartości atrybutu gramatyki) wymusi na determinatorze *most*, niejednoznacznym pomiędzy wszystkimi trzema wartościami odmiany (wzorem *CNDM* [Does94]), interpretację kolektywną (ze zbioru wypełnień zostaną wyeliminowane, podczas łączenia NP z VP, wszystkie wypełnienia ustalające dla NP inną odmianę niż kolektywna). Interpretacja modyfikatora *together* w ramach *SN-SLS* byłaby połączona z redukcją niejednoznaczności dla VP. Analogiczny mechanizm dla języka polskiego zostanie przedstawiony w rozdziale 7.

Istnienie trzech[95] typów znaczników w DRT_{Plur} komplikuje również zasady reprezentacji powiązań anaforycznych. Do porównania przyjętych w tej dziedzinie rozwiązań z możliwościami stwarzanymi przez *SN-SLS* powrócimy w rozdziale 6.4.3, po uprzednim wprowadzeniu w rozdziale następnym notacji graficznej dla wyrażeń *SLS* poprawiającej ich czytelność.

Niewątpliwie termy i formuły *SLS*, użyte powyżej jako reprezentacja semantyczna, są często bardzo skomplikowane i mało czytelne. Warto jednak zauważyć, że tylko niewielka cześć potencjalnych konstrukcji *SLS* jest wykorzystywana. Poprzez wprowadzenie kolejnego poziomu skrótów notacyjnych można byłoby uprościć zapis języka. Za przykładem popularności i łatwości użycia graficznej notacji DRS'ów w zastosowaniach lingwistycznych, wprowadzony zostanie język graficznych symboli, definiowanych jako skróty notacyjne wyrażeń z podzbioru *SLS*, wykorzystywanego w reprezentacji semantycznej języka naturalnego. Kształt proponowanych symboli nawiązuje zarówno do diagramów stosowanych w modelowaniu obiektowym (np. język UML, np. [RumJac02], tzn. *Unified Modelling Language*), reprezentacji wiedzy oraz samego *DRT*.

6.4.2. Język skrótów graficznych.

Podstawowym założeniem języka graficznej notacji, nazywanego *Graficzna SLS* (w skrócie *GSLS*), jest powiązanie kształtu symbolu graficznego z typem odpowiadającego mu wyrażenia *N-SLS*. W odróżnieniu od dotychczasowej praktyki, nie będzie wyróżniany osobny język niedospecyfikowanych wyrażeń graficznych. Od samego początku, pod nazwą *GSLS* kryje się język wyrażeń niedospecyfikowanych, gdzie cały mechanizm niedospecyfikowanej reprezentacji pozostaje bez zmian. W przypadku, gdy wyrażenie *GSLS* nie zawiera meta-zmiennych, pusty zbiór wypełnień będzie pomijany.

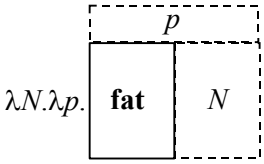
Zgodnie z przyjętą zasadą ścisłego powiązania pomiędzy typem wyrażenia i jego kształtem graficznym, wyrażenie lambda są reprezentowane poprzez wyróżnienie linią przerywaną fragmentów wyrażenia odpowiadających zmiennym operatora lambda. Kształt fragmentu oznaczonego linią przerywaną również określa typ zmiennej. Dodatkowo zmienne lambda mogą być nazwane literami, co umożliwia zastosowanie kilku operatorów w ramach jednego wyrażenia. Jak już było wspomniane, zachowana zostaje konwencja nazywania meta-zmiennych i definiowania wypełnień.

Prezentację wyrażeń podstawowych zaczniemy od symbolu graficznego oznaczającego reprezentację znaczenia rzeczownika, stanowiącego w przypadku prostej frazy N (tzn. realizowanej przez pojedynczy leksem) test oparty na pojedynczym predykacie rzeczownikowym:

(75) $\lambda p.$ [*p* | **man**] $:= \lambda p.\lambda i.\lambda j.\mathbf{?}^1(\lambda i.\lambda j.(\#(p,i) \subseteq \mathbf{man} \wedge i=j), p, i, j)$

[95] Znaczniki zależne funkcjonują w zasadzie jako odrębny typ.

Bardzo często rzeczownik jest modyfikowany poprzez przymiotniki. Przymiotniki, których denotacja w pewnym uproszczeniu wyznacza pewną klasę bytów określoną ze względu na pewne własności, mogą być interpretowane jako dodatkowe ograniczenia ‘dokładane’ do ograniczenia już zdefiniowanego:



$$\lambda N.\lambda p. \quad := \lambda N.\lambda p.\lambda i.\lambda j.\mathbf{?}^1(\lambda i.\lambda j.(\ \#(p,\ i) \subseteq \mathbf{fat} \wedge N(p)(i,\ j) \wedge i{=}j),\ p,\ i,\ j) \tag{76}$$

Ponieważ wprowadzane wyrażenia *GSLS* w sposób jednoznaczny odnoszą się do wyrażeń *SLS*, ‘dziedzicząc’ zarówno własności składniowe, jak i semantyczne, używane będą nieformalne ‘obrazowe’ definicje wyrażeń *GSLS* zawierające od razu konkretne przykłady.

Równanie (76) definiuje ‘pudełko’ zawierające więcej niż jeden symbol jako koniunkcję kilku predykatów typu (*et*), w tym predykatów reprezentujących przymiotniki. W związku z odwoływaniem się do predykatu rzeczownikowego w reprezentacji NP, jako do zbioru (warunek zawierania się wartości znacznika), koniunkcja sprowadza się do wyznaczenia części wspólnej denotacji łączonych predykatów.

W gramatyce G_{SN} fraza determinatorowa, nawet gdy jest realizowana przez złożenie kilku leksemów, jest traktowana jako pojedyncza jednostka leksykalna. Jej reprezentacja semantyczna jest definiowana za pomocą leksykonu (reguł leksykalnych LI). Pozostając nadal przy tej praktyce, znaczenie frazy determinatorowej będzie jednak reprezentowane poprzez złożenie kilku graficznych symboli. Umożliwi to później (rozdział 7.2) wprowadzenie w pełni kompozycyjnej analizy fraz języka polskiego, które są semantycznymi odpowiednikami fraz determinatorowych języka angielskiego.

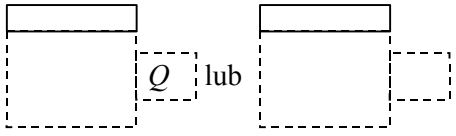
Znaczenie frazy determinatorowej można rozbić na trzy elementy:

- aktywacja znacznika (powiązana z nałożeniem na niego określonego warunku),
- utworzenie powiązania referencyjnego (opcjonalne)
- oraz zastosowanie zmodyfikowanego proto-kwantyfikatora do odpowiedniego zbioru (wartości znacznika, w przypadku kwantyfikatorów absolutnych, lub denotacji predykatu rzeczownikowego, w przypadku relatywnych kwantyfikatorów – rozdział 6.1.4).

Dwa pierwsze elementy, z racji przyjętych dalej rozwiązań w dziedzinie opisu języka naturalnego, będą ze sobą stale powiązane. W efekcie otrzymujemy dwa typy bloków ‘budulcowych’ wykorzystywanych w reprezentacji znaczenia frazy determinatorowej.

Typ pierwszy ((77) poniżej) to *wyrażenia aktywujące znacznik*, powiązane w niektórych przypadkach (kolejna definicja, (78)) z zastosowaniem operatora referencyjnego i modyfikatorów presupozycyjnych. Wyrażenia te jednocześnie konstruują szkielet reprezentacji NP, w którym brakującymi elementami są: test wartości aktywowanego znacznika reprezentujący wyrażenia kategorii N (uzupełnienie pierwszego członu), zmodyfikowany kwantyfikator (drugi człon) budowany poprzez połączenie zmodyfikowanego proto-kwantyfikatora i zbioru wejściowego oraz ogranicznik referencyjny (człon trzeci), określony w każdym przypadku, nawet wtedy gdy jest to ‘pusty’ operator ω.

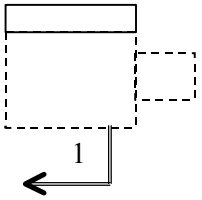
Brakujące elementy są ‘dostarczane’ jako składowe reprezentacji tego aspektu znaczenia frazy determinatorowej, który wiąże się z określeniem liczności zbioru obiektów reprezentowanego przez daną NP w dyskursie. W rozdzieleniu kwantyfikatora na proto-kwantyfikator i zbiór wejściowy (równanie (80)) mamy podobieństwo do tradycyjnego rozróżnienia kwantyfikatora i restrykcji (ciało jest zastępowane poprzez aplikację wyrażenia predykatu czasownikowego).



$$\lambda Q. \quad := \lambda Q.\langle\ \lambda i.\lambda j.\exists k.(\downarrow(i,k) \wedge (Q)^1(\nabla(k),\ k,\ j)\ ),\ \lambda i.\lambda j.(Q)^2(\ (Q)^3(i,j)\ ),\ \omega\ \rangle \tag{77}$$

W wyrażeniu (77) obecność operatora aktywacji jest zaznaczana poprzez wydzielenie z ‘pudełka’ dodatkowego przedziału. Możemy w nim umieścić opcjonalną, przeznaczoną dla czytelni-

ka, nazwę znacznika, jako dodatkowe oznaczenie o charakterze meta-językowym, poprawiające czytelność złożonych diagramów. W przypadku pojedynczego operatora lambda, gdy nie ma problemu z określeniem kolejności redukcji, można poprzestać jedynie na graficznym zaznaczeniu obecności zmiennej wiązanej przez operator lambda. Wyrażenie (77) stanowi część reprezentacji rodzajnika *a* użytego atrybutywnie (w sensie modelu lingwistycznego z rozdziału 3.3.9).

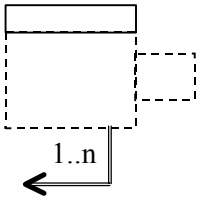


$:= \lambda Q.\langle\, \lambda i.\lambda j.\exists k.\exists u.(\downarrow(i, k) \wedge \iota(\uparrow)(\nabla(k),$
$\lambda n.\exists i'.\exists j'.((k)^1=(i')^1 \wedge (k)^2=(i')^2 \wedge \forall p.((p <_m \nabla(k)) \rightarrow \#(p,k)=\#(p,i'))$
$\wedge (Q)^1(\nabla(i'), i', j) \wedge \#(\nabla(i'), j')(n)\,), k, u) \wedge (Q)^1(\nabla(k), u, j)\,),$
$\lambda i.\lambda j.(Q)^2(\,(Q)^3(i,j)\,), \tau \,\rangle$

(78)

Wyrażenie (78) łączy operator referencyjny z operatorem presupozycji unikalnej, stanowiącym modyfikator operatora referencji. Obecność operatora presupozycji unikalnej wyraża znak „1", wskazujący na ilość powiązań, które są akceptowane. Znak strzałki może być przekształcony na diagramie reprezentującym dyskurs w łuk skierowany, łączący dany znacznik z jego odpowiednim poprzednikiem. Zapis ten ma charakter opcjonalny i podkreśla interpretację danego powiązania referencyjnego (nie zmieniając semantyki samego wyrażenia). Warto zwrócić uwagę na zmianę ogranicznika z pustego w (77) na referencyjny w (78). Wyrażenie (78) stanowi część reprezentacji rodzajnika określonego *the*.

Bardzo istotnym elementem wyrażenia (78) jest określenie zbioru stanowiącego podstawę dla operatora referencji do wyznaczanie odpowiednich poprzedników. Zbiór ten ('klasa' w której muszą się pojęciowo zawierać poprzednicy) jest określany na podstawie reprezentacji aspektu deskryptywnego NP, czyli na podstawie wyrażenia reprezentującego frazę N. Jak już to było wspomniane powyżej, wyrażenie to jest 'dostarczane' (równanie (80)) jako odpowiednia składowa reprezentacji semantycznej tego aspektu znaczenia frazy determinatorowej, który wiąże się z określeniem liczności. Do zbioru, konstruowanego na podstawie dostarczanego wyrażenia, włączane są wszystkie możliwe obiekty, które mogą wystąpić jako wartości aktywowanego znacznika w stanie (różniącym się od rzeczywistego jedynie wartością tego znacznika), który może być zaktualizowany[96] przez wyrażenie reprezentujące N. Konstruowana jest w ten sposób denotacja wyrażenia reprezentującego aspekt deskryptywny. Wyrażenie to może być bardzo skomplikowane w przypadku wystąpienia wielu modyfikatorów NP (np. modyfikacji NP poprzez zdanie względne). Podanie do operatora referencji jedynie wartości znacznika, zamiast rekonstruowanej denotacji, prowadziłoby do odnalezienia nie wszystkich potencjalnych poprzedników (przede wszystkim tych, którym są przypisane identyczne wartości). Byłoby to niezgodne z przyjętą koncepcją reprezentacji interpretacji krypto-nieokreślonej (koncepcji wyrażanej przez własność niejednoznaczności referencji, Def. 6.3.2-6), gdzie reprezentacja jest konstruowana przy użyciu operatora presupozycji słabej:



$:= \lambda Q.\langle\, \lambda i.\lambda j.\exists k.\exists u.(\downarrow(i, k) \wedge \iota(\uparrow)(\nabla(k),$
$\lambda n.\exists i'.\exists j'.((k)^1=(i')^1 \wedge (k)^2=(i')^2 \wedge \forall p.((p <_m \nabla(k)) \rightarrow \#(p,k)=\#(p,i'))$
$\wedge (Q)^1(\nabla(i'), i', j) \wedge \#(\nabla(i'), j')(n)\,), k, u) \wedge (Q)^1(\nabla(k), u, j)\,),$
$\lambda i.\lambda j.(Q)^2(\,(Q)^3(i,j)\,), \tau \,\rangle$

(79)

Wyrażenie (79) różni się od (78) jedynie zastosowanym operatorem presupozycji - w tym przypadku jest to operator presupozycji słabej, który dopuszcza utworzenie więcej niż jednego powiązania (stąd napis „1..n" na diagramie). Wyrażenie (79) stanowi część reprezentacji krypto-nieokreślonego użycia rodzajnika *a*. Z racji niejednoznaczności referencji w przypadku (79), łuki skierowane mogą połączyć dany znacznik z kilkoma jego potencjalnymi poprzednikami na diagramie reprezentującym znaczenie dyskursu.

[96] Możliwość aktualizacji danego stanu przez pewną formułę dynamiczną, jest rozumiana jako istnienie stanu wyjściowego dla danego.

(80)

$:=\lambda N.\langle\, \lambda p.\lambda i.\lambda j.N(p, i, j),\ \mathbf{D_1}(\textbf{three}),\ \lambda i.\lambda j.(\ \#(\because(i)), j)\ )\ \rangle$

Wyrażenie (80) reprezentuje aspekt kwantyfikacji w NP, a ściślej aspekt kwantyfikacji obecny w znaczeniu determinatora. Wyrażenie (80), nazywane dalej *wyrażeniem kwantyfikatora*, łączy się z reprezentacją rzeczownika (wyrażenia kategorii N), stając się później argumentem dla wyrażenia aktywującego znacznik – 'górnej warstwy' znaczenia determinatora. Podział reprezentacji determinatora na dwie 'warstwy' i przyjęta kolejność redukcji[97] wynika z rozwiązań składniowo-semantycznych zaproponowanych dla języka polskiego w rozdziale 7, gdzie reprezentacja liczebnika bierze jako argument reprezentację rzeczownika, a następnie staje się argumentem dla reprezentacji semantycznej wyrażenia językowego, odpowiadającego w dużym uproszczeniu, rodzajnikom angielskim.

Zadaniem wyrażenia kwantyfikatora jest przede wszystkim wprowadzenie odpowiedniego kwantyfikatora, zmodyfikowanego pod względem odmiany. Jednakże, z punktu widzenia semantyki polskich leksemów modyfikujących znaczenie liczebnika[98], rozważanej w rozdziale 7.6, korzystne okazało się rozdzielenie na poziomie wyrażenia kwantyfikatora zmodyfikowanego proto-kwantyfikatora od jego argumentu. Dodatkowo wyrażenie kwantyfikatora pośredniczy w przekazywaniu reprezentacji aspektu deskryptywnego ('klasy') na poziom konstrukcji reprezentacji kompletnej NP. W przypadku kwantyfikatorów relatywnych dołączany jest tu warunek presupozycyjny niepustego zbioru bazowego. Ostatecznie reprezentacja tej 'warstwy' znaczenia frazy determinatorowej składa się z trzech członów:

i) warunku nałożonego na predykat (połączonego w przypadku relatywnych (81) z warunkiem presupozycji niepustego zbioru bazowego),
ii) proto-kwantyfikatora zmodyfikowanego pod względem odmiany,
iii) zbioru, argumentu wejściowego proto-kwantyfikatora, łączonego z proto-kwantyfikatorem na poziomie reprezentacji pełnej NP.

Reprezentacja graficzna wyrażenia kwantyfikatorowego wprowadza dodatkowy prostokąt z symbolem proto-kwantyfikatora w środku reprezentujący efekt zastosowania[99] proto-kwantyfikatora do podanego argumentu, którym jest, w przypadku (80), wartość znacznika.

Poza symbolami proto-kwantyfikatorów **two** i **three**, wprowadzonymi w poprzednim podrozdziale, przykładami proto-kwantyfikatorów mogą być:

$||\textbf{\textit{exst}}_{sg}|| := \lambda X.\lambda Y.[(X\cap Y) \neq \varnothing \wedge Y\subseteq X\,]$

$||\textbf{\textit{exst}}_{pl}|| := \lambda X.\lambda Y.[\,|X\cap Y| \geq 2 \wedge Y\subseteq X\,]$

$||\textbf{every}|| := \lambda X.\lambda Y.[\,X=Y\,]$

$||\textbf{most}|| := \lambda X.\lambda Y.[|X\cap Y| > \frac{|X|}{2} \wedge Y\subseteq X\,]$

$||\textbf{few}|| := \lambda X.\lambda Y.[|X\cap Y|>2 \wedge |X\cap Y|<\varepsilon \wedge Y\subseteq X]$, gdzie ε to pewna liczba naturalna.

$||\textbf{at_most_<n>}|| := \lambda X.\lambda Y.[\,|X\cap Y|\leq \mathbf{n} \wedge Y\subseteq X\,]$

$||\textbf{at_least_<n>}|| := \lambda \mathrm{X}.\lambda \mathrm{Y}.[\,|\mathrm{X}\cap Y|\geq \mathbf{n} \wedge Y\subseteq X\,]$

$||\textbf{exactly_<n>}|| := \lambda X.\lambda Y.[\ |X\cap Y|= \mathbf{n} \wedge Y\subseteq X\,]$

Ostatnie trzy stanowią bardziej schematy generowania nieskończonej liczby proto-kwantyfikatorów, różniących się liczbą określającą ograniczenie.

Zgodnie z założeniami zaprezentowanymi w rozdziale 6.1.4, poświęconym koncepcji *SLS*, wszystkie powyższe proto-kwantyfikatory spełniają własności (rozdział 4.3.1): EXT, CONS, UNIV, PERM, ISOM.

[97] Połączenie najpierw predykatu (aspekt deskryptywny) z kwantyfikatorem (aspekt kwantyfikacji) a następnie z komponentem kontekstu (aspekt referencyjności).

[98] Wydzielenie proto-kwantyfikatora umożliwia jego kompozycję z inną funkcją – modyfikatorem.

[99] Proto-kwantyfikator 'wystawia' do włączenia w strukturę relacji zdania utworzoną rodzinę zbiorów.

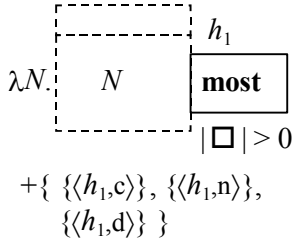
Powyżej graficznego symbolu proto-kwantyfikatora podany jest znacznik odmiany, jednoznacznie powiązany (poprzez meta-funkcje $_{\mathbf{n}}$ oraz $_{\mathbf{N}}$) z odpowiednim modyfikatorem odmiany.

$:=\lambda N.\langle\, \lambda p.\lambda i.\lambda j.N(p, i, j),\ h_{1_\mathbf{n}}(\mathbf{three}),\ \lambda i.\lambda j.(\ \#(\because(i), j)\ )\rangle$
$+\{\ \{\langle h_1,\mathrm{c}\rangle\},\ \{\langle h_1,\mathrm{n}\rangle\},\ \{\langle h_1,\mathrm{d}\rangle\}\ \}$

$+\{\ \{\langle h_1,\mathrm{c}\rangle\},\ \{\langle h_1,\mathrm{n}\rangle\},\ \{\langle h_1,\mathrm{d}\rangle\}\ \}$

(81)

Wyrażenie (81) to niedospecyfikowana pod względem wartości odmiany wersja wyrażenia (80). Sposób konstrukcji i wykorzystania niedospecyfikowanych wyrażeń pozostaje w *GSLS* niezmieniony w stosunku do *N-SLS*. Warto tu podkreślić, że wyrażenia *GSLS* (symbole graficzne) odpowiadają jedynie wyrażeniom *N-SLS* a nie całym strukturom *SN-SLS*.



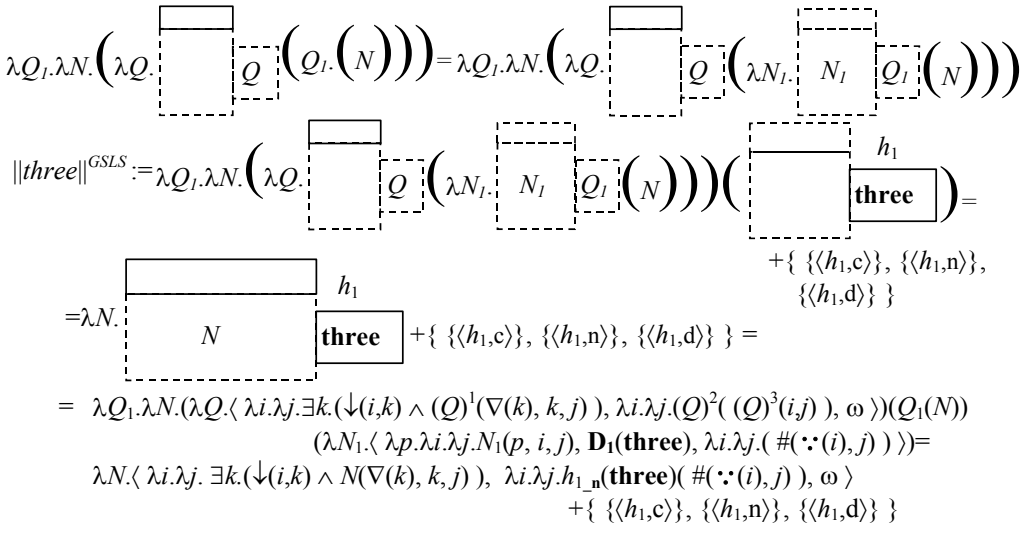
$:= \lambda N.\langle\, \lambda p.\lambda i.\lambda j.(N(p, i, j)$
$\wedge|\lambda n.\exists i'.\exists j'.(\downarrow(i,i') \wedge N(\nabla(i'), i', j') \wedge \#(\nabla(i'), j')(n)\ )|>0),$
$h_{1_\mathbf{n}}(\mathbf{most}),$
$\lambda i.\lambda j.\lambda n.\exists i'.\exists j'.(\downarrow(i,i') \wedge N(\nabla(i'), i', j') \wedge \#(\nabla(i), j')(n)\ )\rangle$
$+\{\ \{\langle h_1,\mathrm{c}\rangle\},\ \{\langle h_1,\mathrm{n}\rangle\},\ \{\langle h_1,\mathrm{d}\rangle\}\ \}$

$+\{\ \{\langle h_1,\mathrm{c}\rangle\},\ \{\langle h_1,\mathrm{n}\rangle\},$
$\{\langle h_1,\mathrm{d}\rangle\}\ \}$

(82)

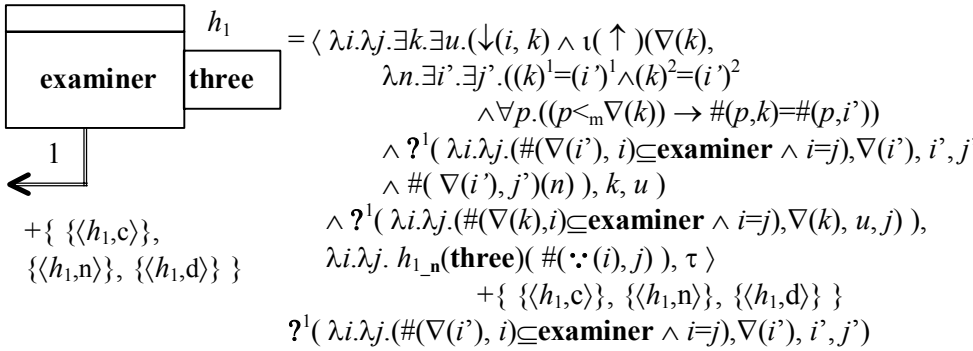
Równanie (82) definiuje wyrażenie relatywnego kwantyfikatora. Jak już to było omawiane wcześniej, podstawą działania kwantyfikatora relatywnego jest zbiór bazowy, którego podzbiory są włączane do rodziny generowanej przez kwantyfikator. Wyrażenie relatywnego kwantyfikatora odróżnia się od wyrażenia absolutnego kwantyfikatora przede wszystkim konstrukcją zbioru bazowego zawierającego wszystkie obiekty spełniające deskrypcję danej NP. Zbiór bazowy jest konstruowany na podstawie wyrażenia reprezentującego aspekt deskryptywny znaczenia NP w sposób zbliżony do metody wprowadzonej przy okazji definicji wyrażenia operatora referencji (równanie (78)), tzn. włączane są do niego wszystkie obiekty, które mogą wystąpić jako wartość znacznika. Dodatkowo, wyrażenie relatywnego kwantyfikatora dodaje do pierwszego członu warunek presupozycyjny niepustego zbioru bazowego (reprezentujący presupozycję niepustego zbioru bazowego indukowaną kwantyfikatorowo). Warunek ten graficznie jest reprezentowanym poniżej symbolu proto-kwantyfikatora w postaci warunku odpowiedniej ‘liczności klasy wyznaczanej przez deskrypcję’ (aspekt deskryptywny reprezentowany jest graficznie w postaci prostokąta). Warto zwrócić uwagę , że warunek niepustego zbioru bazowego został wprowadzony poza zasięgiem jakiegokolwiek operatora testu. W momencie kiedy warunek ten nie jest spełniony, otrzymujemy pustą relację jako interpretację pierwszego członu reprezentacji determinatora, co w konsekwencji prowadzi do pustej relacji jako interpretacji formuły dynamicznej reprezentującej całe zdanie (pierwszy człon jest włączany do koniunkcji wyrażeń). W rezultacie reprezentacji zdania nie zostaje przypisana żadna z wartości logicznych. Otrzymujemy tym samym pożądane działanie warunku niepustego zbioru bazowego jako warunku presupozycyjnego.

Notację dla podstawienia funkcjonalnego i redukcji lambda w *GSLS* prezentuje równanie (83), poniżej, na przykładzie złożenia wprowadzonych dotychczas wyrażeń: aktywacji znacznika i kwantyfikatora (dwóch warstw) w reprezentację znaczenia determinatora *three*. W przypadku jednoznacznego z dwóch podstawianych wyrażeń został pominięty pusty zbiór wypełnień. Sposób konstrukcji wynikowego zbioru wypełnień w ogólnym przypadku zapisany będzie w stosownej regule gramatyki, tutaj jest to przekopiowany zbiór z wyrażenia lambda.



(84)

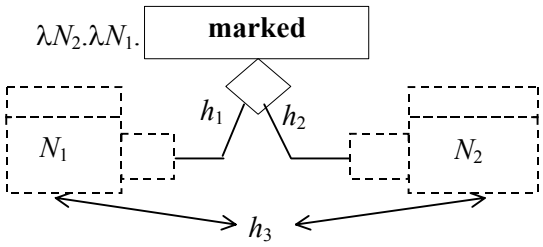
Kolejny przykład wykorzystania *GSLS*, to wersja referencyjna frazy z (84), NP(*the three examiners*), która otrzymuje następującą reprezentację:



(85)

Kształt graficzny wyrażenia (86), stanowiącego reprezentację frazy czasownikowej, to świadome nawiązanie do symboli asocjacji wielokrotnych spotykanych w obiektowych językach modelowania systemów informatycznych. Prostokąt powyżej rombu wyraża predykat czasownikowy, natomiast sam romb sygnalizuje użycie trójki operatorów: filtru, macierzowego i przecięcia. Wartości odmiany poszczególnych argumentów czasownika są wyrażane poprzez znaczniki odmiany (lub meta-zmienne, jak w tym przypadku) przypisane poszczególnym łukom. Użycie meta-

zmiennej, określającej sekwencje operatorów zależności liczebnościowej, jest połączone z graficznym symbolem ‘wszystkich możliwych kierunków zależności’.

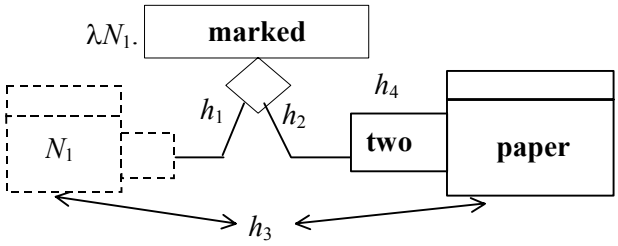


$+\{\ \{\langle h_1, o_1\rangle, \langle h_2, o_2\rangle, \langle h_3, z\rangle :$
$o_1,o_2 \in \{c, n, d\} \wedge z \in \{\langle\text{'<'}, \text{'>'}\rangle,$
$\langle\text{'>'}, \text{'<'}\rangle, \langle\text{'<'}, \text{'<'}\rangle, \langle\text{':'}, \text{':'}\rangle\} \wedge$
$cdv_match^2(\langle o_1, o_2\rangle, z)\ \}$

$:= \lambda N_2.\lambda N_1.\lambda i.\lambda j.\exists k(\ ((N_1(i,k))^1 \wedge (N_2(k,j))^1) \wedge \mathbf{?}^2(\ \lambda i.\lambda j.\otimes^2(\ \Phi(h_{1_v}, h_{2_v}, \mathbf{marked}),$
$\mathbf{M}^2(\ (N_2(i,k))^3((h_3)^1), (N_1(i,k))^3((h_3)^2), (N_1(i,k))^2, (N_2(k,j))^2\ ),\quad \#(\because(i),k), \#(\because(k),j)\ ),$
$\because(i), \because(k), i, j\ ) + \{\ \{\langle h_1, o_1\rangle, \langle h_2, o_2\rangle, \langle h_3, z\rangle : o_1,o_2 \in \{c, n, d\} \wedge$
$z \in \{\langle\text{'<'}, \text{'>'}\rangle, \langle\text{'>'}, \text{'<'}\rangle, \langle\text{'<'}, \text{'<'}\rangle, \langle\text{':'}, \text{':'}\rangle\} \wedge cdv_match^2(o_1, o_2, z)\ \}$

(86)

Częściowo zredukowane wyrażenie czasownikowe (po funkcjonalnym podstawieniu argumentu NP i uzgodnieniu zbioru wypełnień), powstałe z (86) w wyniku zastosowania[100] reguły PS6, prezentowane jest poniżej:



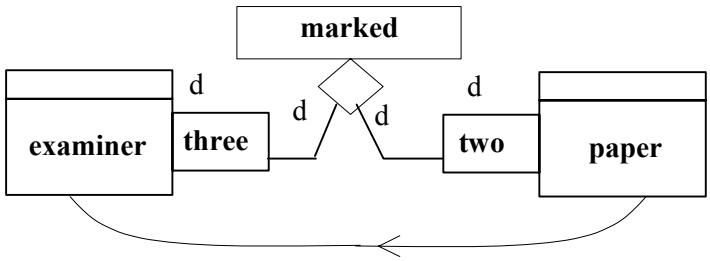
$+\{\ \{\langle h_1, d\rangle, \langle h_2, d\rangle, \langle h_3, \langle\text{'<'}, \text{'>'}\rangle\rangle, \langle h_4, d\rangle\}, \ldots\ \}\ \}$

$= \lambda N_1.\lambda i.\lambda j.\exists k(\ ((N_1(i,k))^1 \wedge \exists l.(\downarrow(k,l) \wedge \mathbf{?}^1(\ \lambda i.\lambda j.(\#(\nabla(l),i) \subseteq \mathbf{paper} \wedge i=j), \nabla(l), l, j))$
$\wedge \mathbf{?}^2(\ \lambda i.\lambda j.\otimes^2(\ \Phi(h_{2_v}, h_{3_v}, \mathbf{marked}), \mathbf{M}^2(\ \omega((h_4)^1), (N_1(i,k))^3((h_4)^2), (N_1(i,k))^2,$
$h_{1_n}(\mathbf{two})(\ \#(\because(k),j)\ )\ ), \#(\because(i),k), \#(\because(k),j)\ ), \because(i), \because(k), i, j\ )\ )$
$+\{\ \{\langle h_1, d\rangle, \langle h_2, d\rangle, \langle h_3, \langle\text{'<'}, \text{'>'}\rangle\rangle, \langle h_4, d\rangle\}, \ldots\ \}\ \}$

(87)

Równanie (88) prezentuje formułę dynamiczną, jednoznaczną pod względem sekwencji operatorów zależności liczebnościowej, gdzie łuki skierowane wprowadzone do wyrażenia *GSLS* określają relację zależności liczebnościowej w jedną stronę pomiędzy dwoma NP (tzn. łuk na (88) wyraża sekwencję $\langle\text{'<'}, \text{'>'}\rangle$).

[100] Same reguły zachowują swoją postać wprowadzoną wcześniej. Język *GSLS* służy jedynie do prezentacji wyrażeń *N-SLS*, nie obejmuje składniowej części reguł.

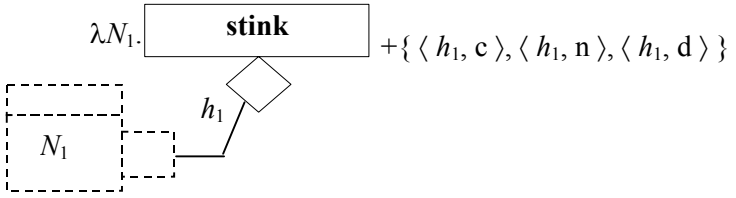


$$:= \lambda i.\lambda j.\exists k.(\ \exists r.(\downarrow(i, r) \wedge \mathbf{?}^1(\ \lambda i.\lambda j.(\#(\nabla(r),i)\subseteq\mathbf{examiner} \wedge i{=}j),\ \nabla(r),\ r,\ k)\ )$$
$$\wedge\ \exists l.(\ \downarrow(k,\ l) \wedge \mathbf{?}^1(\ \lambda i.\lambda j.(\#(\nabla(l),i)\subseteq\mathbf{paper} \wedge i{=}j),\ \nabla(l),\ l, j)\ ) \wedge$$
$$\mathbf{?}^2(\ \lambda i.\lambda j.\otimes^2(\ \Phi(\delta,\ \delta,\ \mathbf{marked}),$$
$$\mathbf{M}^2(\omega(<),\ \omega(>),\ \mathbf{D_1(three)}(\ \#(\because(i),j)\ ),\quad \mathbf{D_1(two)}(\ \#(\because(k),j)\ )\ ),$$
$$\#(\because(i),k),\ \#(\because(k),j)\ ),$$
$$\because(i),\ \because(k),\ i, j\ )\ )$$

(88)

W przypadku wzajemnej zależności dwóch NP, wprowadzane będą dwa osobne łuki skierowane wyrażające obydwa kierunki zależności. Braku zależności zawsze będzie wyrażany poprzez brak łuku w strukturze.

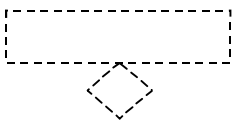
W przypadku czasownika nieprzechodniego, kategoria IV (od ang. *intransitive verb*), wymagającego tylko jednego argumentu (podmiotu), rodzina zbiorów kolekcji, stanowiąca drugi element trójki reprezentującej NP, jedyny argument czasownika, jest już odpowiedniego typu aby być przekazana bezpośrednio do operatora przecięcia. W efekcie, w wyrażeniu reprezentującym frazę VP utworzoną na podstawie czasownika IV, nie będzie się pojawiał operator macierzowy. Wymagałoby to albo wprowadzenia innej notacji graficznej lub też dodania do *SLS* operatora $\mathbf{M}^1$. Rozwiązanie drugie stanowiłoby nieuzasadnioną redundancję (obecny kształt *SLS* jest wystarczający do opisania znaczenia czasownika IV), natomiast rozwiązanie pierwsze prowadziłoby do komplikacji notacji graficznej. Dlatego też, symbol graficzny reprezentujący frazę VP zostanie 'przeciążony' i wersji jedno argumentowej będzie również reprezentował wyrażenie *SLS* uproszczone o brak operatora macierzowego, np. dla czasownika *stink* mamy:



$$:= \lambda N_1.\lambda i.\lambda j.(\ (N_1(i,j))^1 \wedge$$
$$\mathbf{?}^1(\lambda i.\lambda j.\otimes^1(\ \Phi(h_{1_v},\ \mathbf{stink}),\ (N_1(i,j))^2,\ \#(\because(i),j)\ ),\ \because(i),\ i, j)\ )$$
$$+\{\ \langle\ h_1,\ \mathrm{c}\ \rangle, \langle\ h_1,\ \mathrm{n}\ \rangle, \langle\ h_1,\ \mathrm{d}\ \rangle\ \}$$

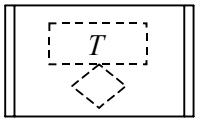
(89)

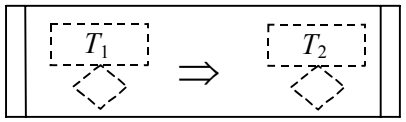
Z racji różnej liczby argumentów czasownika, formuły dynamiczne reprezentujące zadanie proste przybierają różną postać. Wszystkie są jednak identycznego typu (po zredukowaniu, niezależnie od ilości argumentów). Aby zachować, wprowadzoną wcześniej w *GSLS*, zasadę powiązania typu zmiennej lambda z kształtem graficznym 'brakującego' elementu diagramu, zostanie wprowadzony jeden wspólny kształt zmiennej dla formuły dynamicznej:

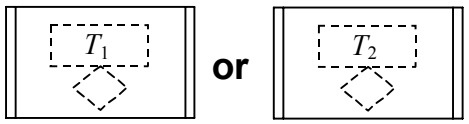


(90)

Korzystając ze symbolu (90), reprezentującego formułę dynamiczną, można wprowadzić graficzne odpowiedniki spójników dynamicznych:

(91) $\lambda T.$ **not**  $:= \lambda T.\mathbf{not}\ T(i,j)$

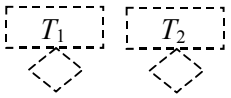
(92) $\lambda T_1.\ \lambda T_2.$  $:= \lambda T_1.\lambda T_2.(\ T_1(i,k) \Rightarrow T_2(k,j)\ )$

(93) $\lambda T_1.\ \lambda T_2.$  $:= \lambda T_1.\lambda T_2.(\ T_1(i,k) \vee T_2(k,j)\ )$

Podwójne boki ‘pudełek’ wyrażają graficznie domknięcie zbioru dostępnych znaczników poprzez spójniki dynamiczne (np. w dynamicznej dysjunkcji znaczniki wprowadzone w ramach pierwszego członu nie są dostępne w członie drugim, inaczej niż w implikacji).

Efektem działania spójników dynamicznych jest również formuła dynamiczna, czyli wyrażenie identycznego typu jak typ symbolu (90). W związku z tym, należy dopuścić podstawianie formuł konstruowanych przez spójniki dynamiczne w miejsca sygnowane symbolem (90), pomimo odstępstwa od notacyjnej konwencji podobieństwa kształtu (jednak zasada powiązania kształtu z typem wyrażenia zostaje zachowana).

Zastosowanie operatora będzie wyrażane w *GSLS* poprzez prostą graficzną ‘konkatenację’ łączonych wyrażeń ((94) niżej). Brak dodatkowego ‘pudełka’ wynika z braku domknięcia w działaniu operatora.

(94) $\lambda T_1.\ \lambda T_2.$  $:= \lambda T_1.\lambda T_2.(\ T_1(i,k)\ ;\ T_2(k,j)\ )$

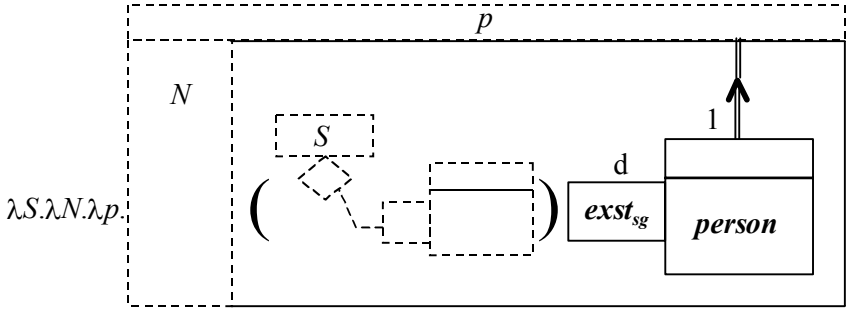
Ostatni z wprowadzanych symboli graficznych wynika z reprezentacji semantycznej przyjętej dla zaimków względnych. Zdanie względne podobnie, jak przymiotnik, stanowi składnik komponentu deskryptywnego NP, jednakże, w odróżnieniu od przymiotnika, aktywuje ‘własne’ znaczniki, zawierając jako składową formułę dynamiczną reprezentującą zdanie.

Szczegółowa analiza składniowo-semantyczna zdań względnych zostanie przedstawiona w kolejnych rozdziałach (dotyczących przykładów angielskich i polskich). Warto jednak tu od razu przedstawić intuicje leżące u podstaw przyjętego rozwiązania:

- NP zmodyfikowana zdaniem względnym powinna nadal mieć reprezentację identyczną co do typu i struktury jak ‘prosta’ NP (z punktu widzenia składniowego testu podstawieniowego mogą być używane wymiennie),
- reprezentacją zdania względnego powinna być formuła dynamiczna podobnie, jak każdego innego zdania,
- zaimek względny spełnia w strukturze zdania względnego, poprzez powiązaną z nim *lukę* (ang. *gap*)[101] rolę podobną do roli spełnianej przez inne argumenty czasownika np. frazy NP,
- zaimek względny, np. *who*, powinien być reprezentowany przez osobny znacznik, jednakże jednoznacznie powiązany ze znacznikiem reprezentującym modyfikowaną NP; przy ustalonej strukturze składniowej, nie ma nigdy najmniejszych wątpliwości, z którą NP jest powiązany dany zaimek względny.

W rezultacie formuła dynamiczna reprezentująca zdanie względne musi zostać włączona przez koniunkcję do pierwszego elementu trójki reprezentującej modyfikowaną NP. Reprezentacja graficzna tej operacji oraz postać wyrażenia *N-SLS* jest prezentowana poniżej:

[101] Tłumaczenie za pracą [PrzKMM01].



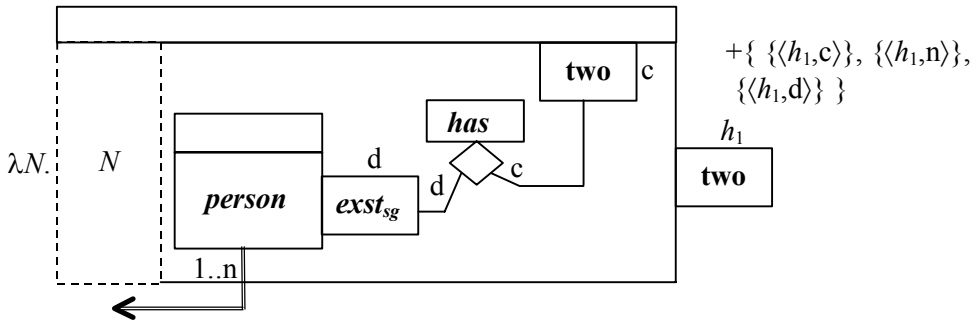
$:= \lambda S.\lambda N.\lambda p.\lambda i.\lambda j.\exists k.(\ N(p)(i,k) \wedge S(\ \langle\ \lambda l.\lambda r.\exists u.(\ \downarrow(l,u) \wedge \#(\nabla(u),\ u) \subseteq \textbf{\textit{person}} \wedge$
$(r)^1=(u)^1 \wedge (r)^2=(u)^2 \cup \{\langle \because(i), \nabla(u)\rangle\} \wedge (r)^3=(u)^3\ ),$
$\lambda i.\lambda j.\mathbf{D_1}(\textbf{\textit{exst}}_{sg})(\ \#(\because(i),j)\ ),\ \tau\rangle\ )(k,\ j)\ )$

(95)

Zaimek względny wiąże jednoznacznie lukę w zdaniu względnym z reprezentacją modyfikowanej NP, a w szczególności ze znacznikiem wprowadzanym przez modyfikowaną NP. Stąd łuk skierowany pomiędzy znacznikiem wprowadzanym przez zaimek i symbolem reprezentującym użycie operatora aktywacji w reprezentacji modyfikowanej NP. Użycie operatora referencyjnego prowadziłoby do niedeterminizmu w tworzeniu powiązania. Zamiast tego, powiązanie w (95) jest dołączane jawnie do listy powiązań. Wprowadzanie kolejnego operatora *SLS* na potrzeby reprezentacji tego jednego mechanizmu językowego wydaje się też być zbędne, i tak operatory *SLS* są definiowane jako skróty notacyjne.

Należy tu podkreślić, że znaczniki wprowadzane w formule dynamicznej reprezentującej zdanie względne są dostępne w dalszej części wyrażenia *N-SLS* (kolejnych stanach). Zostają one aktywowane po[102] znaczniku reprezentującym modyfikowaną NP. Można określić wizualnie porządek aktywacji jako: od lewej do prawej i, wewnątrz reprezentacji NP, od góry do dołu. Na diagramie znajduje to wyraz w pojedynczych liniach boków prostokąta (w odróżnieniu od podwójnych sygnalizujących domknięcie w reprezentacji operatorów dynamicznych) oraz w kolejności symboli od lewej do prawej.

Zapis graficzny w postaci dodatkowego przedziału (analogicznie jak w (95)), obrazujący włączanie kolejnych formuł dynamicznych do części deskrypcyjnej reprezentacji NP, będzie również stosowany w przypadku dzierżawczych konstrukcji na pozycji determinatora oraz w przypadku modyfikacji przez konstrukcje przyimkowe oraz imiesłowowe np. reprezentacja semantyczna *her two* w *her two hands* [Brough90] będzie wyglądała następująco:



$:= \lambda N.\langle\lambda i.\lambda j.\exists k.\exists l.\exists r.(\ \downarrow(i,k) \wedge N(\nabla(k),k,l) \wedge \downarrow(l,r)$
$\wedge\ \varepsilon(\uparrow)(\ \nabla(r),\ \lambda n.\exists i'.\exists j'.(\ (r)^1=(i')^1 \wedge (r)^2=(i')^2 \wedge \forall p.((p <_m \nabla(r)) \rightarrow \#(p,r)=\#(p,i'))$
$\wedge\ N(\nabla(r),\ i',\ j') \wedge \#(\ \nabla(r),\ i')(n)\ ),\ r,\ j)$
$\wedge\ \otimes^2(\ \Phi(\ \delta,\ \delta,\ \textbf{\textit{has}}),\ \mathbf{M}^2(\ \omega(<),\ \tau(>),$
$\mathbf{D_1}(\textbf{\textit{exst}}_{sg})(\ \#(\because(l),\ j)\ ),\ \mathbf{D_1}(\textbf{two})(\ \#(\because(i),\ j)\ ),\ \#(\because(l),\ j),\ \#(\because(i),\ j)\ )\ ),$
$\lambda i.\lambda j.\mathbf{D_1}(\textbf{two})(\ \#(\because(i),\ j)\ ),\ \omega\rangle \quad +\varnothing$

(96)

[102] Niejako przykrywają one znacznik modyfikowanej NP, co miało istotny wpływ na przyjęty kształt reprezentacji semantycznej NP.

Konstrukcja dzierżawcza (w tym przypadku zaimek dzierżawczy *her*) spełnia rolę determinatora aktywując znacznik dla całej frazy NP. Jednocześnie wiąże wartość tego znacznika z relacją ***has*** reprezentującą asocjację kryjącą się we znaczeniu konstrukcji dzierżawczej.

Asocjacja ta ma charakter warunku presupozycyjnego (np. [Beaver97:3, Tokarz93:193] np. jedną z presupozycji wypowiedzi 202) jest presupozycja opisana zdaniem 203), analogicznie w przypadku języka polskiego, jedną z presupozycji [Tokarz93:193] 204) jest presupozycja opisana zdaniem 205):

202) Her children are intelligent.
203) She has children.
204) Wszystkie dzieci Jan śpią.
205) Jan ma dzieci.

Własność 'posiadania' dzieci wynika niewątpliwie zarówno w przypadku 202), jak i 204) ze znaczenia zaimka dzierżawczego. Dlatego też w reprezentacji semantycznej zaimka dzierżawczego, zdefiniowanej równaniem (96), warunek oparty na predykacie ***has***, reprezentujący asocjację dzierżawczą, nie został objęty działaniem operatora testu. W razie niespełnienia generuje pusta relację na stanach, równoważną z brakiem wartości logicznej i niespełnieniem warunku presupozycyjnego. Brak zastosowania operatora testu do dowolnej formuły dynamicznej realizującej ocenę wartości znaczników pozwala na przekształcenie jej w warunek presupozycyjny. Drugi z warunków presupozycyjnych obecny w równaniu (96) to warunek identyfikacji referenta zaimka dzierżawczego.

Pomimo iż zaimek dzierżawczy wprowadza powiązanie obiektu (lub obiektów), reprezentowanego przez daną NP w dyskursie, z obiektem 'posiadacza', to obiektów spełniających taką relację powiązania może być dużo. NP z zaimkiem nie wprowadza wymogu identyfikacji konkretnego obiektu ze zbioru. Dlatego też nie jest tu opisywana jako referencyjna.

6.4.3. Analiza porównawcza

W rozdziale 6.4.1 zaprezentowane zostało porównanie możliwości *SLS* i wybranych innych podejść w zakresie wyrażania odmian kwantyfikacji i zależności liczebnościowej dla izolowanego zdania interpretowanego 'egzystencjalnie' (bez powiązań z kontekstem interpretacji). W niniejszym podrozdziale, przeanalizowane zostaną możliwości opisywania pozostałych aspektów znaczenia NP, ze szczególnym uwzględnieniem kompozycyjnej analizy anafory i referencji.

Jako pierwszy przykład rozważmy dyskurs 194) (powtórzony poniżej):

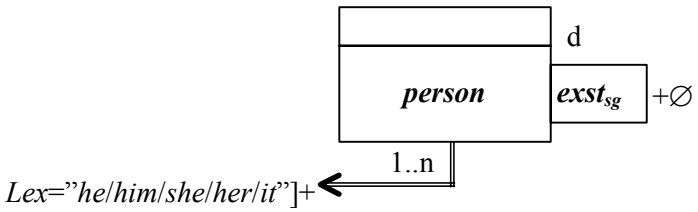
194) [The man who smiles]$^{1}{}_{2}$ *does not hate Bill*$_3$*. He*$_1$ *respects Bill*$_3$*.*

którego kompozycyjna interpretacja w ramach *D-DRT* Eijcka i Kampa [EijKam97] została zaprezentowana w rozdziale 5.2.1.

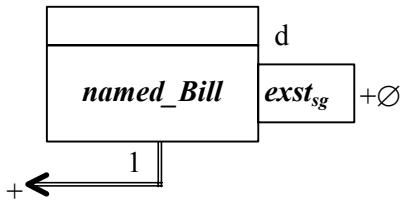
Obecność w 194) konstrukcji składniowych i podstawowych kategorii składniowych nowych w stosunku do pierwszego przykładu 98) (negacji zadaniowej, nazw własnych, zaimków) wymaga wprowadzenia kolejnych reguł G_{SN}, częściowo bazujących w swojej części składniowej na G_{DRT} a częściowo modyfikujących przyjęte tam rozwiązania.

Zaimki osobowe, kategorii PRO, oraz nazwy własne (PN), stanowią 'pełne' NP zarówno pod względem właściwości składniowych, jak i semantycznych:

LI 2) PRO[*Num*=sing, *Gen*=male/fem/-hum, *Case*=+nom/-nom, *Quant*=ind, *Refer*=+, *Var*=d,



LI9) PN[*Num*=sing, *Gen*=male, *Quant*=ind, *Refer*=+, *Var*=d, *Lex*="*Bill*"]



Zaimki osobowe mogą być użyte w dyskursie jako narzędzie budowy powiązań anaforycznych lub też, rzadziej, jako wyrażenie wprowadzające referencje do pewnego bytu z kontekstu interpretacji. Obydwa te przypadki są modelowe poprzez operator referencji obecny w reprezentacji wprowadzanej przez LI2. Operator referencji zwiąże znacznik wprowadzany przez LI2 z dowolnym dostępnym znacznikiem, którego wartość zawiera się w denotacji predykatu ***person***. Wyróżnienie predykatu ***person*** inną czcionką podkreśla jego podstawowy charakter. Nie odzwierciedla on żadnego konkretnego leksemu języka naturalnego (jak np. **examiner**) a jedynie wyodrębnia w modelu (poprzez swoją interpretację) zbiór obiektów o określonych własnościach.

Przyjęcie dla zaimków osobowych słabej presupozycji (dopuszczającej utworzenie więcej niż jednego powiązania), gdy tymczasem w przypadku klasycznych wyrażeń referencyjnych jakimi są PN mamy unikalną presupozycję, wyraża przekonanie, że dyskursy:

206) There are a student and a professor in the room. He is listening to him carefully.

207) W pokoju znajduje się student i profesor. On słucha jego uważnie.

są przynajmniej akceptowalne jeżeli nie całkiem poprawne, w przeciwieństwie do dyskursów:

*208) *There are a student of linguistics and a student of computer science in the room. This student explains something.*

*209) *W pokoju znajduje się student fizyki i student informatyki. Ten student wyjaśnia coś.*

Niepoprawność dyskursów 208) oraz 209) wydaje się wynikać z użycia zaimków wskazujących wymagających ścisłej (unikalna presupozycja) identyfikacji referenta w kontekście interpretacji. Tymczasem w obydwu przypadkach precyzyjna identyfikacja nie jest możliwa.

Unikalna presupozycja pojawia się jako element reprezentacji klasycznych wyrażeń referencyjnych jakimi są nazwy własne, reguła LI9. Przyjęta reprezentacja nazw własnych stanowi formę pośrednią pomiędzy deskryptywnym działaniem nazwy własnej w podstawowym *DRT* [Kamp93], a mechanizmem zakotwiczenia rozważanym w modyfikacjach *DRT* (rozdział 5.1.5). Powiązanie utworzone przez operator referencyjny ogranicza wartościowanie aktywowanego znacznika. Powiązanie jest tworzone dynamicznie poprzez identyfikację odpowiednich poprzedników (modelując w ten sposób czynność rozpoznawania) w oparciu o własność 'bycia nazwanym'. Poprzez wyłączenie wyróżnionych stałych typu ***named_Bill*** z interpretacji w modelu *SLS*, zgodnie z postulatem Fernando [Fernan97] (rozdział 5.1.5), można wyeliminować rolę deskrypcji w reprezentacji PN zbliżając się w ten sposób do koncepcji Kripkego.

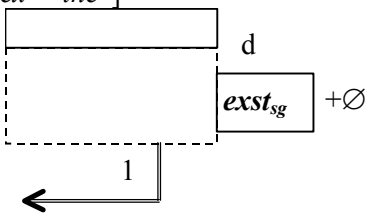
Składniowo PRO i PN stanowią pełne realizacje NP:

PS 10) NP[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=γ, *Var*=ν]+P_P+F_P →
PN[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=γ, *Var*=ν, *Lex*=φ]+ P_P+F_P

PS 11) NP[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=γ, *Gap*= –, *Quant*=η, *Refer*=μ, *Var*=ν]+P_P+F_P →
PRO[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=γ, *Var*=ν, *Lex*=φ]+ P_P+F_P

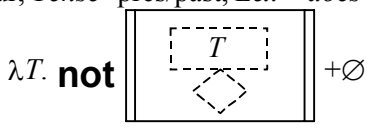
W 194) pojawia się również rodzajnik określony, interpretowany w G_{SN} następująco:

LI29) DET[*Num*=sing, *Quant*=ind, *Refer*= +, *Var*=d, *Lex*=" *the*"]+



Reguły G_{DRT}, pomimo swojej prosty, wciąż wprowadzają zbyt szczegółowy opis konstrukcji frazy VP, jak na potrzeby analizy przykładów w niniejszym podrozdziale. Dlatego też wprowadzone zostanie jedynie rozróżnienie pomiędzy zanegowanymi i niezanegowanymi frazami VP' oraz rozróżnienie pomiędzy formą czasu przeszłego (jedynie *Simple Past*) i teraźniejszego czasownika (jedynie *Simple Present*). Atrybut *Tense* będzie przyjmował dwie wartości: *past* i *pres*, kontrolując łączenie się konstrukcji negacji z formami czasownika (reguła PS4 poniżej). Fraza zbudowana z czasownika posiłkowego i partykuły *not* np. *does not* będzie traktowana jako pojedyncza jednostka leksykalna:

LI15) AUX-NEG[*Num*=sing/plur, *Tense*=pres/past, *Lex*="*does not* / *do not* / *did not*"]+

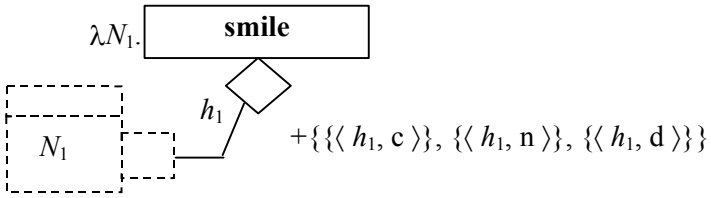


LI15 należy traktować jako schemat reguły, rozwijany do kolejnych wersji LI15a, LI15b, itd.. w zależności od wartości atrybutu *Lex*.

PS 4) VP'[*Num*=α, *Tense*=η, *Gap*=γ, *VarLst*=β]+$A(V)$+F_V →
AUX-NEG[*Num*=α, *Tense*=η]+A+F_A
VP[*Num*=α, *Tense*=μ, *Fin*= –, *Gap*=γ, *VarLst*=β]+V+F_V

Wyrażenie kategorii AUX-NEG, w przyjętej tu reprezentacji *SN-SLS*, zawsze ma pusty zbiór wypełnień F_A, dlatego też jest on ignorowany podczas konstrukcji reprezentacji frazy VP' w PS4.

LI18) V[*Num*=sing, *Tense*=pres, *Trans*= –, *Fin*=+, *VarLst*=h_1, *Lex*="*smiles*"]+



Reguła LI18 wprowadza dotychczas nieobecne czasowniki nieprzechodnie. Zgodnie tym, co było powiedziane wcześniej (punkt (89), rozdział 6.4.2), symbol graficzny reprezentacji semantycznej czasownika jest przeciążony i oznacza wyrażenie nie zawierające operatora macierzowego. Dlatego też niedospecyfikowanie dotyczy jedynie wartości odmiany argumentu czasownika (podmiotu). Czasownik nieprzechodni jest przekształcany we frazę VP poprzez PS7:

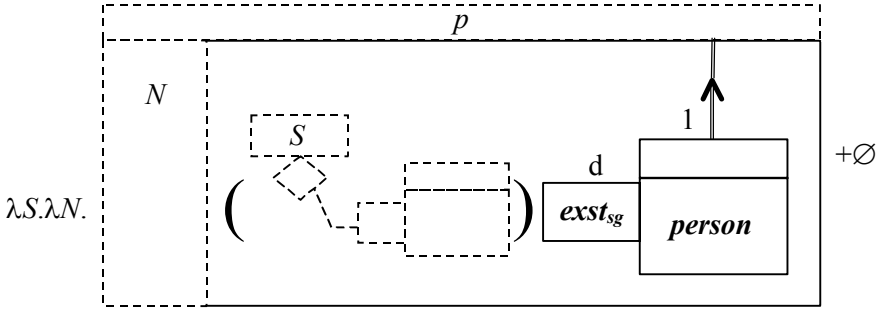
PS 7) VP[*Num*=α, *Tense*=η, *Fin*=μ, *Gap*=γ, *VarLst*=β]+V+F_V →
V[*Num*=α, *Tense*=η, *Trans*= -, *Fin*=μ, *VarLst*=β]+V+F_V

Ostatnim nieopisanym dotychczas elementem pierwszego zdania dyskursu 194) jest zaimek względnym. Gramatyka G_{DRT} proponuje tu uproszczone ale standardowe rozwiązanie składniowe (np. gramatyka przyjęta w *D-DRT* [EijKam97], rozdział 5.2.1, czy też fundamentalna praca Pollarda i Saga [PolSag94]) włączając zdanie względne, kategoria RC (ang. *relative clause*), do struktury NP jako modyfikator rzeczownika:

PS 13) N[*Num*=α, *Gen*=β, *Lex*=μ]+R([Θ(F_R,F_N)]N)+{f: ∃f_R∈F_R.∃f_N∈F_N.(f=f_R •(Θ(f_R,f_N)°f_N)} →
N[*Num*=α, *Gen*=β, *Lex*=σ]+N+F_N RC[*Num*=α, *Gen*=β]+R+F_R

Strukturę reprezentacji semantycznej zdania względnego jako modyfikatora frazy N definiuje reprezentacja zaimka względnego:

LI21) RPRO[*Num*=sing, *Gen*=male/fem, *Quant*=ind, *Refer*=+, *Var*=d, *Lex*="*who*"]+



Zaimek względny (LI21 powyżej) tworzy wyrażenie odpowiadające reprezentacji NP, wiążące lukę w zdaniu względnym (reguła PS14 poniżej) ze znacznikiem (i jego wartością) modyfikowanej NP.

W przypadku zaimka względnego liczby mnogiej konieczna jest zamiana proto-kwantyfikatora na $\boldsymbol{exst_{pl}}$ oraz wprowadzenie reprezentacji niedospecyfikowanej ze względu na wartość odmiany proto-kwantyfikatora. Tak zmodyfikowana reguła oznaczana będzie dalej LI21a):

LI21a) RPRO[*Num*=sing, *Gen*=male/fem, *Quant*=ind, *Refer*=+, *Var*=h_1,
Lex="*who*"]+modyfikacje związane z niedospecyfikowaną odmianą $\boldsymbol{exst_{pl}}$.

Mechanizm luk będzie stosowany w G_{SN} w sposób bardzo uproszczony. Poprzez atrybut *Gap* o złożonej wartości, wyrażającej specyfikację składniowych własności luki, wprowadzane będzie uzgodnienie pomiędzy zaimkiem względnym a luką. W dziedzinie semantyki interpretacja luk ograniczy się jedynie do odpowiedniej manipulacji wyrażeniami lambda tak, aby argument odpowiadający luce był wiązany jako ostatni przez zaimek względny.

PS 14) RC[*Num*=α, *Gen*=β]+R([Θ(F_R,F_S)]S)+{f: ∃f_R∈F_R.∃f_S∈F_S.(f=f_R•(Θ(f_R,f_S)°f_S)} →
RPRO[*Num*=α, *Gen*=β, *Lex*=β]+R+F_R S[*Num*=α, *Gap*=NP[*Num*=α]]+S+F_S

W PS14 znalezienie podstawienia dla wypełnień jest konieczne, ponieważ w przypadku mnogiego zaimka względnego zbiór F_R nie będzie pusty.

Ewentualne wystąpienie luk wymaga wprowadzenia dodatkowych reguł:

PS 2) S[*Num*=α, *Gap*=NP[*Num*=α]]+V+F_V →
NP[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=γ, *Gap*=NP[*Num*=α], *Quant*=η, *Refer*=μ, *Var*=ν]+N+F_N
VP'[*Num*=α, *Tense*=η, *Gap*=γ, *VarLst*=νβ]+V+F_V

PS 6a) VP[*Num*=α, *Tense*=β, *Fin*=+, *Gap*=γ, *VarLst*=uv]+λN_1.λN_2.V(N_2)(N_1)+F_V →
V[*Num*=α, *Tense*=β, *Trans*=+, *Fin*=+, *VarLst*=uv]+V+F_V
NP[*Num*=δ, *Gen*=η, *Case*= -nom, *Gap*=NP[*Num*=α], *Var*=w]+N+F_N ,

PS 8) NP[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=γ, *Gap*=NP[*Num*=α]]+N+∅ → ∅

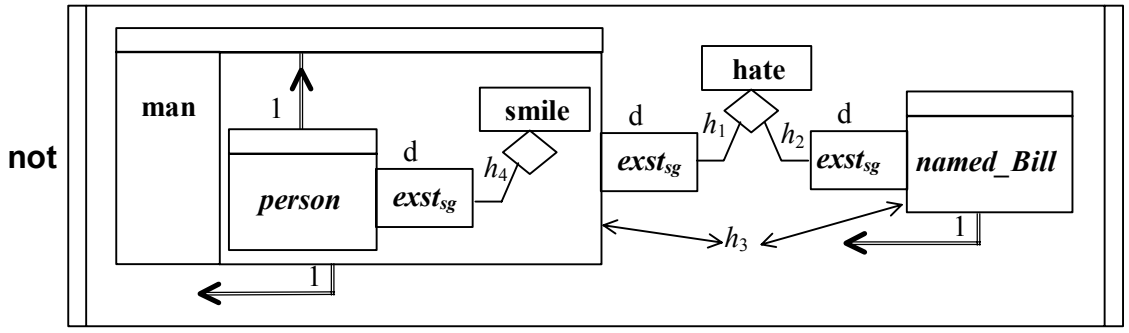
Luka jest narzędziem umożliwiającym wprowadzenie wyrażenia określonej kategorii o pustej realizacji ortograficznej. Dlatego też w PS2 pominięta została reprezentacja semantyczna luki. Zbiór wypełnień luki jest również zawsze pusty. Analogicznie jak w G_{DRT}, zapis „→ ∅", w PS8, oznacza pustą ortograficznie realizację wyrażenia kategorii NP.

Reguła PS6a wprowadza uproszczony semantyczny mechanizm obsługi luki polegający na opóźnieniu redukcji drugiego argumentu czasownika (dopełnienia) do poziomu frazy RC, gdzie drugi argument jest redukowany z reprezentacją semantyczną zaimka względnego.

Zgodnie ze wprowadzonymi regułami G_{SN}, pierwsze zdanie dyskursu 194) otrzymuje strukturę składniową zaprezentowaną poniżej. Pominięta została większość atrybutów reguł, pozostawiono jedynie, jako ilustrację, atrybuty związane z uzgodnieniem pomiędzy zaimkiem względnym i luką. Poszczególne węzły drzewa zostały opatrzone identyfikatorami reguł.

S (**PS1**)(
  NP_1 (**PS9**)(
    DET[..., *Lex*=”*the*”] (**LI29**)
    N[*Num*=sing, *Gen*=male, *Lex*=α] (**PS13**) (
      N[*Num*=sing, *Gen*=male, *Lex*=”*man*”]
      RC[*Num*=sing, *Gen*=male] (**PS14**) (
        RPRO[*Num*=sing, *Gen*=male, *Lex*=”*who*”]
        S[*Num*=sing, *Gap*=NP[*Num*=sing]] (
          NP_{11}[..., *Num*=sing] (**PS8**)
          VP’ (**PS5**) (
            VP (**PS7**) (
              V[..., *Lex*=”*smiles*”] (**LI18**)))))))
  VP’ (**PS4**) (
    AUX-NEG[..., *Lex*=”*does not*”] (**LI15**)
    VP (**PS6**) (
      V[..., *Lex*=”*hate*”] (**LI17**)
      NP_2 (**PS10**) (
        PN[..., *Lex*=”*Bill*”] (**LI9**)))))

Zgodnie z powyższym drzewem, definicjami reguł oraz ściśle kompozycyjną metodą postępowania wprowadzoną w rozdziale 6.4.1, dla pierwszego zdania dyskursu 194) otrzymujemy reprezentację semantyczną przedstawioną na Rys. 6.4.3-1.

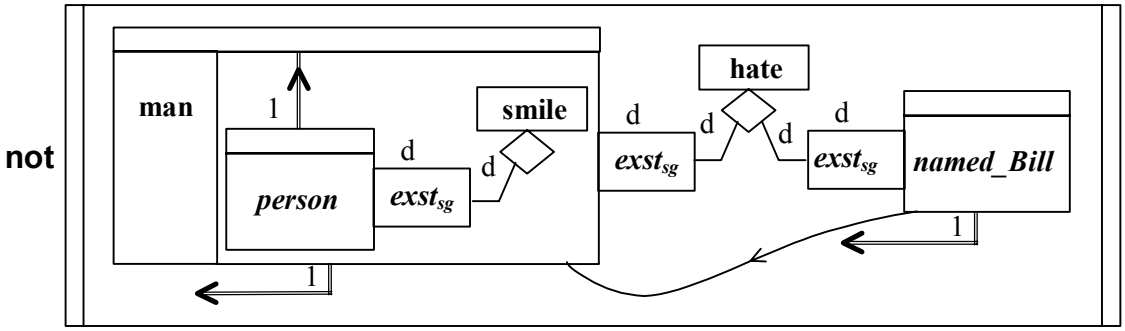


+{ {⟨h_1, d⟩, ⟨h_2, d⟩, ⟨h_3, ⟨’<’, ‘>’ ⟩⟩, ⟨h_4, d⟩}, {⟨h_1, d⟩, ⟨h_2, d⟩, ⟨h_3, ⟨’>’, ‘<’ ⟩⟩, ⟨h_4, d⟩},
... }

Rys. 6.4.3-1 Niedospecyfikowana reprezentacja znaczenia pierwszego zdania z 194).

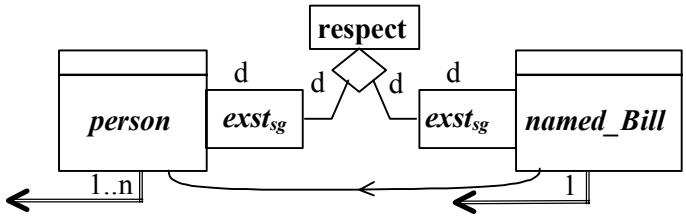
Pomimo obecności meta-zmiennych w reprezentacji semantycznej pierwszego zdania 194), w rzeczywistości tylko jedno znaczenie jest przypisywane temu zdaniu (Rys. 6.4.3-2). Wartości meta-zmiennych opisujących odmiany są ściśle zdeterminowane poprzez ustalone odmiany argumentów czasowników. Co prawda, mamy dokładnie dozwolone cztery sekwencje operatorów zależności liczebnościowej, ale przy dwóch proto-kwantyfikatorach ***exst***$_{sg}$ w jedynej możliwej[103] odmianie dystrybutywnej, wszystkie sekwencje prowadzą do identycznej struktury relacji. Mając to na uwadze oraz przyjmując za prymarną interpretację dla zdań w języku naturalnym [np. Hess89, Kiss91, LarSeg95], interpretację, w której zależność liczebnościowa jest zgodna z porządkiem linearnym (tzn. kolejna NP jest zależna od poprzednich) możemy pierwszemu zdaniu z 194) przypisać reprezentację semantyczną na Rys. 6.4.3-2 jako jego jedyne możliwe znaczenie. Zgodnie z porządkiem linearnym, arbitralnie, interpretacja, w której NP(*Bill*) jest zależna liczebnościowo od NP(*the man who smiles*) została przyjęta jako jedyne możliwe znaczenie pierwszego zdania (pozostałe dałyby identyczne warunki prawdziwości).

[103] Inne odmiany dawałyby dokładnie identyczną rodzinę zbiorów kolekcji.



Rys. 6.4.3-2 Jedyna możliwa interpretacja znaczenia pierwszego zdania z dyskursu 194).

Drugie zdanie dyskursu 194) swoją strukturą składniową przypomina zdanie 98) rozważane w rozdziale 6.4.1 (z dokładnością do składni fraz NP, realizowanych tu, odpowiednio, przez zaimek osobowy i nazwę własną). Dlatego też, pomijając prezentację jego drzewa rozbioru, przejdziemy od razu do jego reprezentacji semantycznej, gdzie jedynym możliwym znaczeniem jest wyrażenie przedstawione na Rys. 6.4.3-3:



Rys. 6.4.3-3 Jedyna możliwa interpretacja znaczenia drugiego zdania dyskursu 194)

Podobnie jak w przypadku pierwszego zdania 194), drugie zdanie otrzymuje 'teoretycznie' niedospecyfikowaną reprezentację, prowadzącą jednak w przypadku każdego wypełnienia do identycznej struktury relacji. Usunięcie takiej redundancji wymagało by dalszej komplikacji predykatu *cdv_match*^{i}, który musiałby uwzględnić również występowanie konkretnych protokwantyfikatorów. Warto jednak podkreślić, że ostatecznie, interpretacja wszystkie reprezentacji, wynikających z możliwych wypełnień, w modelu *SLS* sprowadza się do identycznej relacji na stanach. W myśl koncepcji Montague [Montag70a], reprezentacja semantyczna, w postaci wyrażeń języka logicznego, powinna stanowić tylko etap pośredni (możliwy do wyeliminowania) w interpretacji znaczenia języka naturalnego. Etap ostateczny to relacje w modelu.

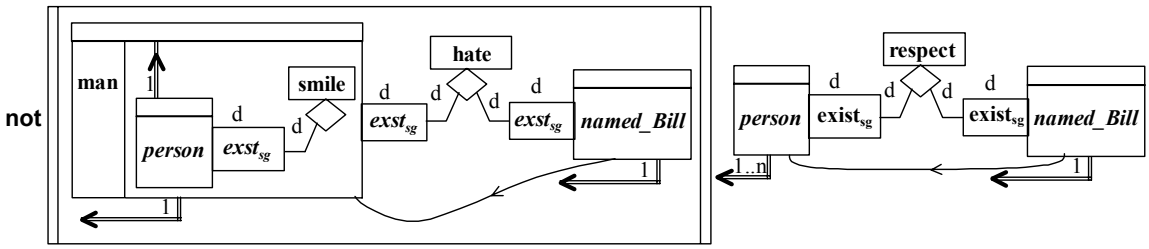
To, co odróżnia przede wszystkim, interpretacje oparte na *SLS* od podejścia *DRT*, to pomocniczy[104] charakter formuł reprezentacji. W *DRT* stanowią one podstawę działania procedury identyfikacji poprzedników, w *SLS* dzieje się to ściśle w obrębie semantyki formuł.

Strukturą składniową dyskursu jest w G_{SN} sekwencja zdań opisywana regułami

PS 15) DSC+S +F $\rightarrow$ S[*Num*=α, *Gap*= -]+S+F

PS 16) DSC+D ; [$\Theta(F_D,F_S)$]S+{ f: $\exists f_D \in F_D.\exists f_S \in F_S.(f=f_D \bullet (\Theta(f_D,f_S)^\circ f_S)$} $\rightarrow$
DSC+D_{SC}+F_D S[*Num*=β, *Gap*= -]+S+F_S

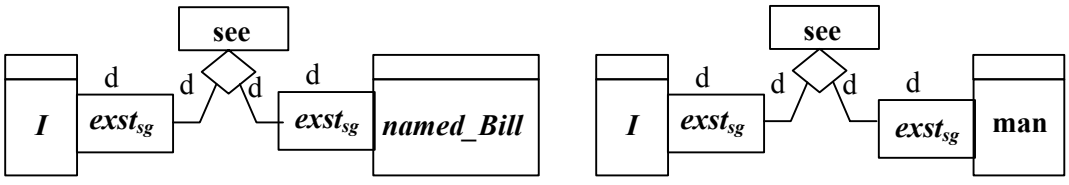
[104] Przy ustalonym modelu, wyrażenia języka naturalnego mogą być tłumaczone bezpośrednio do struktur modelu.



Rys. 6.4.3-4 Jedyna możliwa interpretacja znaczenia dyskursu 194)

Porównując interpretację dyskursu 194) w *D-DRT* (Rys. 5.2.1-2) z przedstawioną powyżej (Rys. 6.4.3-4) interpretacją dokonaną w oparciu o *SLS*, można zauważyć, że pozornie brak jest możliwości powiązania znacznika wprowadzonym przez zaimek *he* w drugim zdaniu ze znacznikiem wprowadzonym przez NP_1(*the man who smiles*) w zdaniu pierwszym. W *SLS*, z racji domknięcia wprowadzonego przez operator negacji, znacznik aktywowany przez NP_1 nie jest dalej dostępny. W *D-DRT* znaczniki wprowadzane w zasięgu negacji również nie są dalej dostępne, wyjątkiem jednak są znaczniki wprowadzane przez nazwy własne i określone NP. Znaczniki dla tych fraz są zawsze tworzone w głównym DRS'ie, co jest wyjątkiem od ogólnej zasady wprowadzanie znacznika do uniwersum tego DRS'a, który reprezentuje dane zdanie. Wyjątek wprowadzony w teoriach typu *DRT* dla znaczników reprezentujących referencyjne NP modeluje pozostawanie referencyjnych NP poza relacjami zasięgu i możliwość odwołania się do nich poprzez zaimki z dowolnego miejsca w dalszej części dyskursu. Rozwiązanie to jednak ma wyraźnie arbitralny i techniczny charakter – nie próbuje odwoływać się do mechanizmu działania referencji, która czyni znaczenie tych NP wyjątkowym.

Wydaje się, że możliwość odwołania się za pomocą zaimka do referencyjnej NP bez względu na standardową relację dostępności (w sensie *DRT*) ma podłoże w koreferencji a nie anaforze. Zauważmy, że zaimek osobowy w szczególnych przypadkach może być używany jako wyrażenie referencyjne, w sposób podobny do NP zawierających zaimek wskazujący. Wydaje się, że w dyskursie 194) zaimek odnosi się do tego samego obiektu co referencyjna NP w zdaniu pierwszym. Obiekt ten, oczywiście, nie jest wprowadzany poprzez wyrażenia samego dyskursu. Jeżeli dyskurs interpretujemy w pustym kontekście początkowym, reprezentowanym przez stan początkowy S_0 (Def. 6.1.1-4), to warunek presupozycji w reprezentacji znaczenia NP(*the man who...*) jest niespełniony i relacja na stanach jest pusta. Minimalny[105] kontekst początkowy wspierający dyskurs 194), poprzez spełnienie egzystencjalnych presupozycji obydwu referencyjnych NP, może być wyrażony w *GSLS* w sposób przedstawiony na Rys. 6.4.3-5, gdzie ***I*** to wyróżniona stała typu (*et*), której interpretację stanowi zbiór jednoelementowy zawierający obiekt odpowiadający odbiorcy. Reprezentacja początkowego kontekstu interpretacji może być efektem procesu akomodacji presupozycji egzystencjalnych [Beaver97] (rozdział 5.3), w ramach którego dodawane są znaczniki reprezentujące obiekty, których istnienie jest presuponowane.

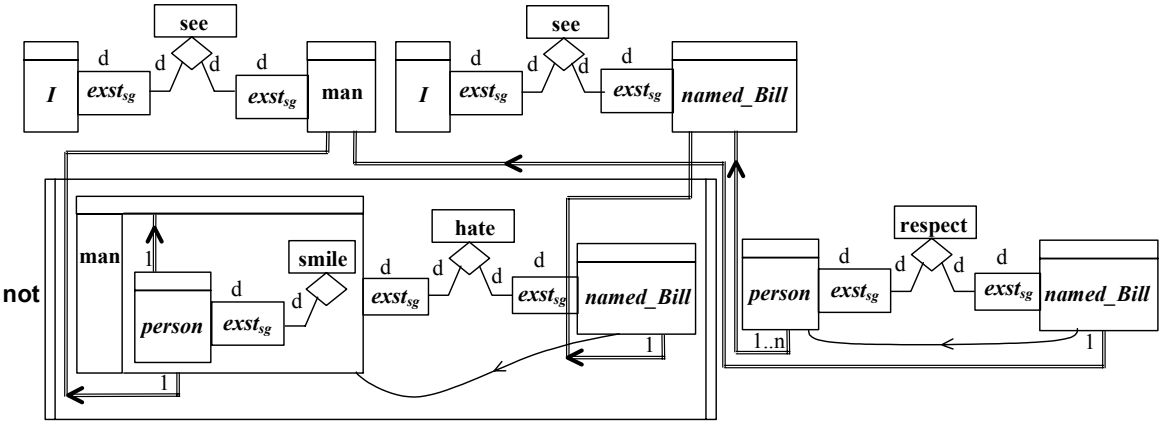


Rys. 6.4.3-5 Reprezentacja minimalnego, początkowego kontekstu interpretacji wspierającego dyskurs 194).

Po powiązaniu za pomocą operatora sekwencji reprezentacji kontekstu początkowego dyskursu 194) z reprezentacją samego dyskursu, otrzymujemy reprezentację znaczenia dyskursu w kontekście, przedstawioną na Rys. 6.4.3-6. Z braku miejsca, wyrażenia reprezentujące kontekst zosta-

[105] Minimalność początkowego kontekstu interpretacji oznacza tu spełnienie wyłącznie presupozycji egzystencjalnych wnoszonych przez referencyjne NP w dyskursie.

ły umieszczone ponad a nie z lewej strony (rysunki takie powinny być odczytywane wierszami, od lewej do prawej).



Rys. 6.4.3-6 Reprezentacja znaczenia dyskursu 194) interpretowanego w określonym kontekście początkowym.

Po przyjęciu powyższej interpretacji dyskursu 194) w kontekście, znaczniki referencyjnych NP z pierwszego zdania są wiązane ze znacznikami dostępnymi w kontekście (co zostało zobrazowane poprzez łuki skierowane powiązań referencyjnych). Te same znaczniki kontekstowe są również dostępne dla znacznika wprowadzanego przez zaimek w drugim zdaniu. Z pośród dwóch możliwych powiązań (presupozycja słaba w reprezentacji zaimka), powiązanie zobrazowane na Rys. 6.4.3-6 prowadzi do interpretacji identycznej ze interpretacją wyrażoną na Rys. 5.2.1-2 w efekcie zastosowania *D-DRT*. Znaczniki reprezentujące poszczególne użycia nazwy własnej mogą być tylko powiązane ze znacznikiem reprezentującym obiekt o określonej nazwie w kontekście interpretacji.

Drugie z możliwych powiązań w zdaniu drugim, nie zaprezentowane na Rys. 6.4.3-6 (tzn. powiązanie, w którym znacznik zaimka zostaje powiązany z obiektem kontekstowym o nazwie *Bill*) nie jest poprawne z punktu widzenia składni. Wymagałoby konstrukcji zwrotnej. Jednak jeżeli przyjmiemy, że interpretacją niezwrotnego użycia czasownika jest relacja, w której podmiot nie występuje w relacji z samym sobą, to niepoprawne powiązanie zaimka doprowadzi i tak do niespełnionej formuły dynamicznej. Czyli jedyne możliwe wynikowe stany relacji opisywanej dyskursem to takie, w których niepoprawne powiązanie zaimka nie zachodzi. Niepoprawne powiązanie jest tu eliminowane na podstawie własności semantycznych frazy czasownikowej.

Porównując analizę dyskursu 194) w *D-DRT* i *SLS* (dokładniej G_{SN}), można zauważyć, że osiągany efekt w sensie przypisywanych interpretacji jest identyczny. Jednak *SLS* eliminuje potrzebę uprzedniego indeksowania powiązań anaforycznych na poziomie składniowym. Reprezentacja semantyczna w *SLS* jest budowana w pełni kompozycyjnie, gdzie mechanizm tworzenia się powiązań anaforycznych wynika ściśle z właściwości reprezentacji semantycznej NP. Pozostawanie referencyjnych NP poza relacjami zasięgu znajduje w *SLS* wyjaśnienie w samym mechanizmie tworzenia się zewnętrznych powiązań. Nie jest potrzebne przypisywanie specjalnego statusu dla znaczników wprowadzanych przez referencyjne NP, tak jak to się dzieje w większości teorii 'typu' *DRT*. W reprezentacji semantycznej opartej na *SLS*, położenie znaczników w strukturze reprezentacji zawsze odpowiada położeniu relewantnych NP w strukturze składniowej dyskursu. Ciekawym efektem ubocznym przyjętej reprezentacji kontekstu interpretacji jest możliwość opisania stanu początkowego kontekstu interpretacji przy pomocy reprezentacji semantycznej zdań egzystencjalnych w języku naturalnym.

W *DRT* problem sprawia reprezentacja powiązań anaforycznych zaimków mnogich (np. *they*) z NP zawierającymi relatywne kwantyfikatory (np. *most*) i tym samym generującymi atomowe znaczniki. Konieczne jest stosowanie reguł abstrakcji, aby uzyskać dodatkowe, 'sztuczne' znaczniki zbiorowe. Z powodu przyjętej jednolitej reprezentacji różnych typów NP i form kwantyfika-

cji, problem ten nie pojawia się w reprezentacji opartej na *SLS*. Rozważmy przykład dyskursu 182) (powtórzony poniżej):

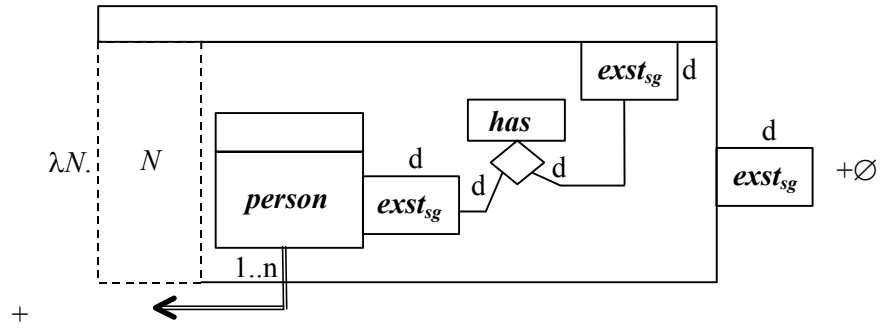
182) Susan[1] *has found most books*[2] *which Bill*[3] *needs. They*$_2$ *are on his*$_3$ *desk.*

W *DRT* otrzymuje on reprezentację przedstawioną na Rys. 5.1.4-4, gdzie zastosowana została reguła abstrakcji na reprezentacji NP(*most books which Bill needs*) w celu dodania znacznika zbiorowego stanowiącego poprzednik dla znacznika zbiorowego reprezentującego NP(*they*).

W dyskursie 182) pojawiają się kategorie podstawowe i konstrukcje nie objęte dotychczas opisem w G_{SN} np. zaimek dzierżawczy, mnoga forma zaimka osobowego.

W G_{DRT} brakuje reguł opisu konstrukcji dzierżawczych, pojawia się jednak sugestia [Kamp93:241] zakwalifikowania zaimków dzierżawczych do determinatorów. Rozwiązanie takie również zostało przyjęte w G_{SN} :

LI 34) PPRO[*Num*=sing, *Gen*=male/fem, *Quant*=ind, *Refer*= –, *Var*=d, *Lex*="*his*/*her*,,]



PS 17) DET[*Num*=α, *Quant*=η, *Refer*=μ, *Var*=ν, *Lex*=φ]+*P*+F_P →
PPRO[*Num*=α, *Quant*=η, *Refer*=μ, *Var*=ν, *Lex*=φ]+*P*+F_P

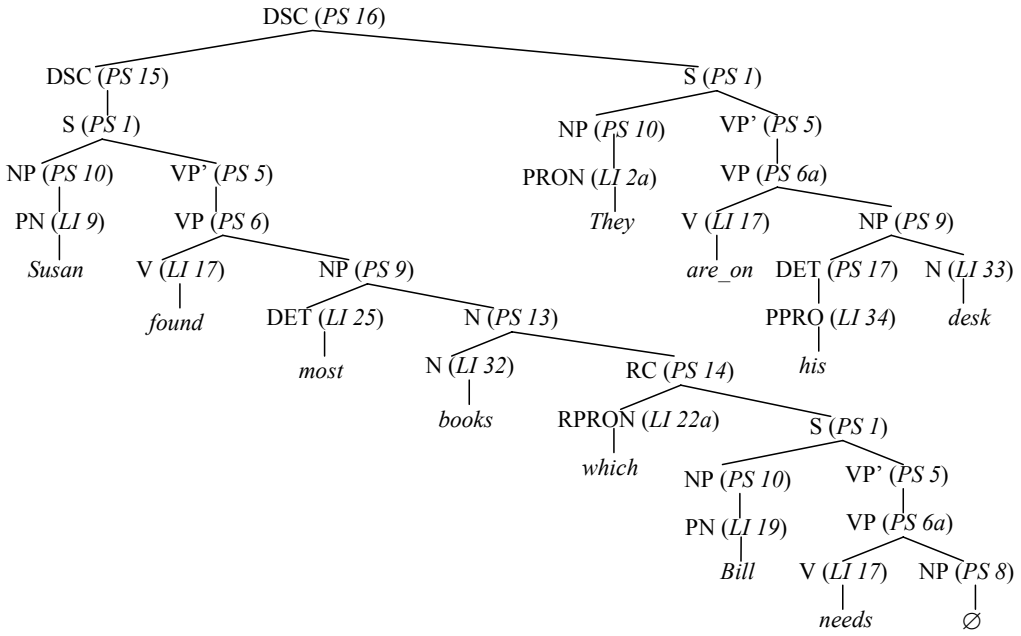
Reguła leksykalna (LI 22) dla zamka względnego *which* jest prawie identyczna, jak dla zaimka względnego *who*. Pełna jej postać została zamieszczona w dodatku A. Jedyna różnica to inny predykat wyrażający aspekt deskryptywny znaczenia. W przypadku *which* jest to ***non_person***, do którego denotacji należą wszystkie obiekty nie reprezentujące bytów osobowych.

Reguła LI 22a) (zdefiniowana w dodatku A) wprowadzająca mnogie zaimki osobowe, różni się od LI 22) (pojedyncze PRO): liczbą, kwantyfikatorem $\boldsymbol{exst_{pl}}$ w miejsce $\boldsymbol{exst_{sg}}$ oraz koniecznością[106] niedospecyfikowania odmiany.

W pierwszym zdaniu dyskursu 182) pojawia się fraza przyimkowa jako wymagany argument czasownika. Obecność przyimka niewątpliwie zmienia znaczenie frazy czasownikowej. Ponieważ jednak w obecnym kształcie *SLS* mechanizmy znaczeniowe czasownika są potraktowane w sposób uproszczony, uwzględnienie wpływu obecności przyimka nie jest możliwe w sposób kompozycyjny, dlatego też przyjęte zostało tu daleko idące uproszczenie w reprezentacji znaczenia czasowników wymagających fraz przyimkowych. Czasownik wraz z wymaganymi przyimkami będzie traktowany jako jedna, nieciągła jednostka leksykalna. Identyczne zresztą rozwiązanie zostało zastosowane w podstawowym *DRT* [Kamp93]. Jako reprezentację semantyczną takiej jednostce leksykalnej będzie przypisywany predykat czasownikowy np. 'złożonemu' czasownikowi *are_on* zostanie przypisany predykat **are_on**, typu identycznego jak typ predykatu przypisywanego do innych czasowników przechodnich.

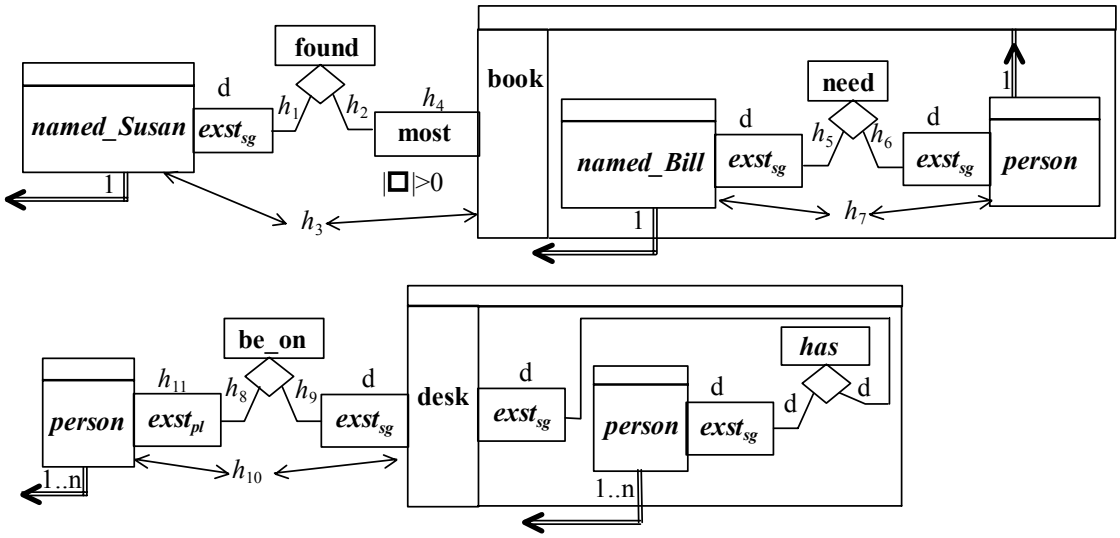
Po wprowadzeniu do G_{SN} uzupełnień opisanych powyżej, dyskurs 182) otrzymuje strukturę składniową zaprezentowaną poniżej (jedynie symbole kategorii i numery reguł są podane, dyskurs został potraktowany jako jedna całość):

[106] Ponieważ kwantyfikator $\boldsymbol{exst_{pl}}$ zwraca podzbiory o liczności większej niż 1, to w zależności od modyfikatora odmiany dostaniemy inną rodzinę zbiorów kolekcji. W przypadku $\boldsymbol{exst_{sg}}$ jest to zawsze rodzina zbiorów atomów.



Rys. 6.4.3-7 Drzewo rozbioru składniowego dyskursu 182) wg G_{SN}.

Konstruując reprezentację semantyczną dyskursu 182) w sposób wyznaczony przez drzewo derywacji Rys. 6.4.3-7 (tzn. dla każdego ze zdań reprezentacja jest budowana od liści do korzenia, natomiast zdania są łączone sekwencyjnie od lewej do prawej) otrzymujemy strukturę przedstawioną na Rys. 6.4.3-8.



+{{⟨h_1, d⟩, ⟨h_2, d⟩, ⟨h_3, ⟨<, >⟩⟩, ⟨h_4, d⟩, ⟨h_5, d⟩, ⟨h_6, d⟩, ⟨h_7, ⟨<, >⟩⟩, ⟨h_8, d⟩, ⟨h_9, d⟩, ⟨h_{10}, ⟨<, >⟩⟩, ⟨h_{11}, d⟩}
{⟨h_1, d⟩, ⟨h_2, d⟩, ⟨h_3, ⟨>, <⟩⟩, ⟨h_4, d⟩, ⟨h_5, d⟩, ⟨h_6, d⟩, ⟨h_7, ⟨<, >⟩⟩, ⟨h_8, d⟩, ⟨h_9, d⟩, ⟨h_{10}, ⟨<, >⟩⟩, ⟨h_{11}, d⟩}
{⟨h_1, d⟩, ⟨h_2, d⟩, ⟨h_3, ⟨<, >⟩⟩, ⟨h_4, c⟩, ⟨h_5, d⟩, ⟨h_6, d⟩, ⟨h_7, ⟨<, >⟩⟩, ⟨h_8, d⟩, ⟨h_9, d⟩, ⟨h_{10}, ⟨<, >⟩⟩, ⟨h_{11}, d⟩}
... }

Rys. 6.4.3-8 Niedospecyfikowana reprezentacja semantyczna dyskursu 182).

Analizując możliwe wypełnienia w Rys. 6.4.3-8, można zauważyć, że pewien zakres swobody w przypisaniach wartości ‘zostawiono’ tylko dla dwóch par meta-zmiennych: h_3 i h_4 oraz h_{10} i h_{11}. Wartości pozostałych są ściśle zdeterminowane poprzez konieczność uzgodnienia odmiany z odpowiednimi frazami NP.

W przypadku pary h_3 i h_4 predykat *cdv_match*^{i} dopuszcza dla wartości h_4=d/c (tzn. odmiany dystrybutywnej lub kolektywnej) zależność liczebnościową NP(*Susan*) od NP(*most books...*) tzn. h_3=⟨>, <⟩. Stoi to w pozornej sprzeczności z powszechnie akceptowanym faktem nie pozostawania referencyjnych NP w 'zasięgu' innych NP. Jeżeli jednak rozważymy interpretację struktury semantycznej powstającej dla pierwszego zdania przy wypełnieniu: h_3=⟨>, <⟩, h_4=d to można zauważyć, że jest ona identyczna ze strukturą powstająca w wyniku wypełnienia: h_3=⟨<, >⟩, h_4=d (tzn. NP(*most books...*) jest zależna od NP(*Susan*)). Identyczność tych interpretacji jest wynikiem działania ogranicznika referencyjnego nakładanego na działanie operatora zależnościowego poprzez reprezentację semantyczną NP(*Susan*). Ogranicznik gwarantuje, iż mimo zależności liczebnościowej, w każdej potencjalnej konfiguracji kolekcji znajdzie się tylko jeden zbiór z rodziny generowanej przez proto-kwantyfikator w NP(*Susan*). Ponadto wartość znacznika NP(*Susan*) musi być powiązana z wartością poprzednika. Powiązanie z dostępnym poprzednikiem, do którego jest przypisany zbiór o liczności większej niż 1 jest możliwe (nie wyklucza tego definicja operatora referencji), ale doprowadzi do pustej relacji na stanach, jako interpretacji reprezentacji semantycznej zdania pierwszego:

- kwantyfikator $\boldsymbol{exst_{sg}}$ wydziela atomy ze zbioru przypisanego do znacznika NP(*Susan*),
- ogranicznik referencyjny sprawia, że tylko jeden z tych atomów może być włączony do konfiguracji kolekcji reprezentującej zdanie,
- operator przecięcia (łączący wynik działania operatora macierzowego z denotacją predykatu czasownikowego) z kolei wymaga aby wszystkie obiekty ze zbioru przypisanego do danego znacznika były zaangażowane w konfigurację kolekcji wspólną dla operatora macierzowego i predykatu czasownikowe.

W rezultacie, nawet dla zależności h_3=⟨>, <⟩, wartością znacznika NP(*Susan*) może być tylko zbiór jednoelementowy, gdzie obiekt należący do tego zbioru wchodzi w relację z każdym obiektem (dla h_4=d) należącym do zbioru przypisanego do NP(*most books...*).

Ten sam mechanizm działa również dla interpretacji NP(*they*) jako zależnej, jednak tu pojawia się jeszcze dodatkowe ograniczenie w postaci semantyki kwantyfikatora $\boldsymbol{exst_{sg}}$, występującego w NP(*his desk*) – nie ma po czym dystrybuować.

Podsumowując, kwestia pozostawania referencyjnych NP poza zasięgiem sprowadzona została w *SLS* do kwestii wpływu reprezentacji referencyjnych NP na możliwe struktury relacji, gdzie głównie mechanizm powiązań ogranicza możliwości.

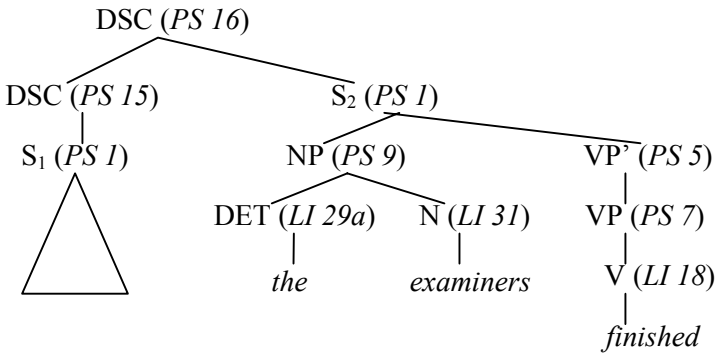
Porównując reprezentację semantyczną dyskursu 182) w *DRT* (Rys. 5.1.4-4) oraz *SLS* (Rys. 6.4.3-8) można zauważyć, że w *SLS*, w przeciwieństwie do *DRT*, nie ma potrzeby wprowadzania dodatkowego znacznika reprezentującego NP(*most books...*) jako poprzednika dla zaimka *they* (w drugim zdaniu). Wartość znacznika oraz powiązania między znacznikami są reprezentowane w sposób niezależny od reprezentacji odmiany tzn. niezależnie od przyjętej odmiany dla NP(*most books...*) powiązanie w reprezentacji *they* jest konstruowane w ten sam kompozycyjny sposób. Analogicznie jak w poprzednim przykładzie nie jest potrzebna uprzednia indeksacja powiązań anaforycznych na poziomie składniowym.

Wydaje się, że dla dyskursu 182) jest możliwa interpretacja, w której Susan znajduje książki grupami – po kilka. W *SLS* interpretacja ta może być reprezentowana przy użyciu odmiany neutralnej. W *DRT* interpretacja taka jest niemożliwa do wyrażenia tzw. znaczniki zależne mogą wystąpić tylko w określonych konstrukcjach (np. Rys. 5.1.4-8).

Wpływ reprezentacji referencyjności danej NP na ograniczenie kształtu struktur relacji nie jest jedynie cechą pojedynczych NP, których reprezentacja oparta jest na kwantyfikatorze $\boldsymbol{exst_{sg}}$. Rozważmy dyskurs powstający w wyniku kontynuacji zdania 98):

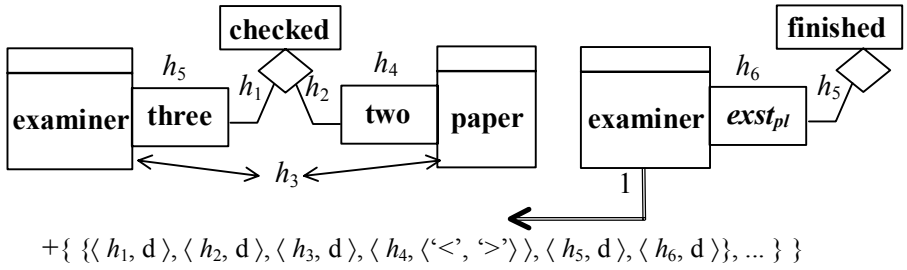
210) Three examiners marked two papers. The examiners finished.

Struktura składniowa zdania pierwszego została przedstawiona w rozdziale 6.4.1, struktura zdania drugiego i całego dyskursu zaprezentowana jest poniżej (Rys. 6.4.3-9):



Rys. 6.4.3-9 Drzewo rozbioru składniowego dyskursu 210) wg G_{SN}.

Zgodnie z regułami G_{SN} i zasadą kompozycyjności jako reprezentację semantyczną dyskursu 210) otrzymujemy (Rys. 6.4.3-10):



Rys. 6.4.3-10 Reprezentacja semantyczna dyskursu 210).

W reprezentacji pierwszego zdania dyskursu 210) (Rys. 6.4.3-10) możliwe są wszystkie wypełnienia dopuszczalne przez predykat *cdv_match*^{i}. W zdaniu drugim meta-zmienna h_5 również może przyjmować wszystkie możliwe wartości, pod warunkiem uzgodnienia jej wartości z meta-zmienną h_6. Kwestia, czy jest możliwe kolektywne zakończenie pewnej czynność lub czy rozróżnienie pomiędzy kolektywną i dystrybutywną realizacją *finished* zachodzi w języku naturalnym, powinna być rozstrzygnięta w reprezentacji czasownika *finished* i w wartościach odmiany przypisanych do jego argumentów w odpowiedniej regule leksykalnej.

Fraza *the examiners* jest referencyjna i może być w *SLS* interpretowana przy pomocy tego samego wyrażania (Rys. 6.4.3-10) jako anaforyczna lub referencyjna. Wydaje się w języku pisanym również nie ma żadnych leksykalnych środków wprowadzających rozróżnienie pomiędzy tymi dwoma użyciami. Reprezentacja zdania drugiego 210) różni się od reprezentacji zdań w 182), w kontekście których był rozpatrywany wpływ reprezentacji referencyjności NP na reprezentację zdania i dyskursu. W przypadku drugiego zdania 210) nie występuje operator zależności liczebnościowej oraz nie pojawia się operator macierzowy. Referencyjna NP_3(*the examiners*) w naturalny sposób nie jest 'w zasięgu' innej NP. Oczekiwalibyśmy jednak, że jej reprezentacja nie będzie miała charakteru egzystencjalnego. I tak jest w istocie:

- operator referencji zwiąże znacznik NP_3 ze znacznikiem NP_1(*three examiners*), ponieważ znacznik NP_1 jest dostępny i wartość przypisaną do niego w każdym stanie będącym rezultatem uaktualnienia stanu początkowego przez reprezentację pierwszego zdania zawiera się w komponencie deskryptywnym reprezentacji NP_3,
- w rezultacie wartości znacznika NP_1 i znacznika NP_3 będą w każdym stanie identyczne,
- proto-kwantyfikator $\boldsymbol{exst_{pl}}$ wygeneruje rodzinę podzbiorów wartości znacznika NP_3 zawierających przynajmniej dwa elementy, w tym podzbiór identyczny z wartością znacznika,
- operator przecięcia zwróci wartość prawdy tylko wtedy, gdy część wspólna denotacji czasownika oraz rodziny zwróconej przez zmodyfikowany proto-kwantyfikator będzie niepusta oraz do części wspólnej będzie należał przynajmniej jeden zbiór zawierający wyłącznie obiekty z wartości znacznika i dokładnie wszystkie obiekty z wartości znacznika; taki

przypadek zachodzi tylko wtedy, gdy do części wspólnej należy cały zbiór stanowiący wartość znacznika; jeżeli wartość znacznika nie należy do części wspólnej to relacja na stanach prowadzi do stanu z niekompletną informacją - nie ma stanu z przypisaną wartością do NP_3, który by spełnił test wyrażony przez operator przecięcia.

Podsumowując, w momencie aktywacji znacznika NP_3 wartość jego jest nadawana niedeterministycznie jednak użycie operatora referencji powoduje, że może ona być równa jedynie wartości przypisanej do poprzednika w danym stanie. Powiązanie danego znacznika z poprzednikiem powoduje, że zachowuje się on jak zmienna związana niejawnym kwantyfikatorem egzystencjalnym, równoważnym pierwszej aktywacji w łańcuchu powiązań.

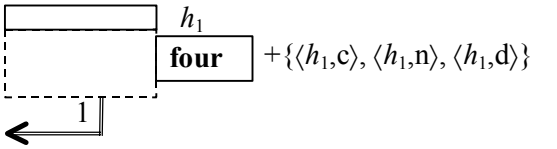
Jeżeli drugie zdanie dyskursu 210) stanowiłoby pierwsze zdanie pewnego dyskursu lub gdyby odpowiedni znacznik nie został aktywowany przez reprezentację poprzednich zdań, a byłby obecny w kontekście początkowym, to ten sam mechanizm, oparty na operatorze referencji, związałby wartość przypisaną do znacznika z wartością poprzednika zidentyfikowanego w reprezentacji kontekstu początkowego. Uzyskujemy w *SLS*, w ten sposób, jednolitą reprezentację anafory i referencji, jednocześnie nie gubiąc charakterystycznej cechy anafory jako mechanizmu wiązania. Mimo iż interpretacja referencyjności w *SLS* z pewnością nie jest wyczerpująca, to warto tu podkreślić, że w *DRT* określone NP są reprezentowane w bardzo uproszczony sposób poprzez nieredukowalny dalej warunek typu *the_xx* (rozdział 5.1.5) [Kamp93].

Ponieważ w procesie identyfikacji odpowiedniego poprzednika w ramach operatora referencji nie jest rozpatrywany proto-kwantyfikator powiązany z potencjalnym poprzednikiem, może powstać obawa, że powstaną powiązania niewłaściwe pod względem liczby obiektów w zbiorach przypisanych jako wartość. Rozważmy następującą modyfikację dyskursu 210):

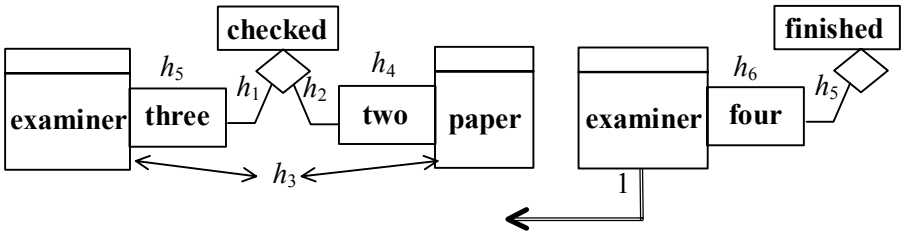
211) Three examiners marked two papers. The four examiners finished.

Struktura składniowa dyskursu 211) jest identyczna jak dyskursu 210) jeżeli przyjmiemy wspomniane założenie, że wyrażenie *the four* jest tu analizowane jako jedna jednostka leksykalna, co znalazło swój wyraz w regule LI 35):

LI 35) DET[*Num*=plur, *Quant*=ind, *Refer*= +, *Var*=h_1, *Lex*=" *the four*/*the two*/..."]+



Niedospecyfikowaną reprezentację semantyczną 211) przedstawia rysunek poniżej (Rys. 6.4.3-11):



+{ {⟨ h_1, d ⟩, ⟨ h_2, d ⟩, ⟨ h_3, d ⟩, ⟨ h_4, ⟨'<', '>'⟩ ⟩, ⟨ h_5, d ⟩}, ... } }

Rys. 6.4.3-11 Niedospecyfikowana reprezentacja dyskursu 211).

Operator referencji w reprezentacji NP_3(*the four examiners*) wygeneruje powiązanie ze znacznikiem NP_1(*three examiners*). Utworzenie powiązania oznacza, że w każdym stanie wyjściowym operatora referencji obydwu znacznikom będą przypisane jednakowe wartości. Jednak proto-kwantyfikator **four**, zdefiniowany wg przyjętego wcześniej schematu (rozdział 6.4.2) tzn.

$||\textbf{four}|| := \lambda X.\lambda Y.[\ |X \cap Y| = 4 \wedge Y \subseteq X\ ]$

zwróci zbiór pusty, jeżeli wartością znacznika NP_3 będzie zbiór o liczności mniejszej niż 4. Sytuacja taka będzie miała miejsce w przypadku kilku wypełnień dla zdania pierwszego, w tym dla interpretacji dystrybutywnej obydwu NP, gdzie NP_2(*two papers*) jest zależna liczebnościowo

od NP_1, tzn. dla wypełniania zaprezentowanego na Rys. 6.4.3-11. Ponieważ, wydaje się, że zbiór pusty nie może należeć do denotacji predykatu czasownikowego, to relacja na stanach będzie w tym przypadku prowadzić do stanu z niekompletną informacją (w skrócie będziemy mówili o *niespełnionej relacji na stanach*), co jest równoważne niespełnionej formule dynamicznej *SLS* w danym stanie początkowym.

Jednak przy odwrotnej zależności fraz NP w pierwszym zdaniu, gdy NP_1 jest zależna liczebnościowo od NP_2, to powiązanie NP_3 z NP_1 nie musi doprowadzić do niespełnionej relacji na stanach. Ponieważ obiekty mogą się powtarzać w zbiorach rodziny zbiorów wygenerowanej przez proto-kwantyfikator, to możemy otrzymać interpretację, w której wartością znacznika NP_1 jest zbiór czteroelementowy[107].

Ponieważ w drugim zdaniu dyskursu 211) jest tylko jedna NP i operator przecięcia zostaje zastosowany bezpośrednio do rodziny podzbiorów wygenerowanej przez zmodyfikowany proto-kwantyfikator, to warunkiem koniecznym wystąpienia spełnionej relacji na stanach (tzn. prowadzącej do stanów z kompletną informacją) jest fakt, iż liczność zbioru przypisanego do powiązanego znacznika NP_1 musi być równa 4.

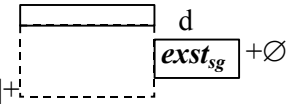
Warto jeszcze podkreślić, że nawet jeżeli dyskurs 211) zostałby zmodyfikowany przez zastąpienie frazy *the four* przez frazę *the three*, to nie każde wypełnienie dałoby spełnioną relację na stanach jako interpretację reprezentacji semantycznej dyskursu.

Podsumowując dyskusję o związku pomiędzy powiązaniami a proto-kwantyfikatorami w reprezentacji NP, pomimo pozornego tworzenie powiązań ‘na oślep’ przez operator referencji, tylko te powiązania, które spełniają intuicje dotyczące znaczenia języka naturalnego, prowadzą do spełnionych relacji na stanach.

W DRT_{Plur} interpretacja dyskursu 188) (przypomnianego poniżej) sprawia problemy.

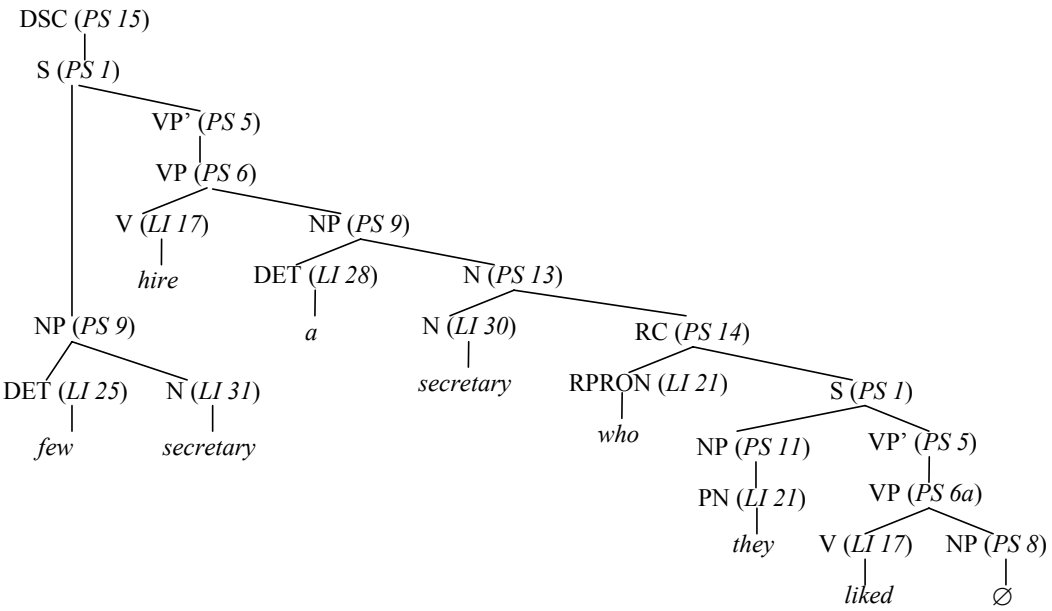
188) Few lawyers[1] hired a secretary[2] who$_2$ they$_1$ liked.

W interpretacji 188) (Rys. 5.1.4-7) kwantyfikator relatywny **few** wprowadza warunek kwantyfikatorowy i znacznik atomowy dla NP_1(*few lawyers*), natomiast, jak już to było analizowane w rozdziale 5.1.4, znacznik wprowadzony przez zaimek mnogi *they* powinien być zidentyfikowany z jednym z dostępnych znaczników zbiorowych. Zastosowana procedura naprawcza obejmuje wprowadzenie znacznika atomowego dla *they* oraz dodanie do znacznika NP_1 specjalnego oznaczenia *pl* (warunku w DRS) sygnalizującego możliwość wiązania ze znacznikami wprowadzanymi przez mnogie NP. W *SLS* problem ten znajduje bardzo proste i naturalne wyjaśnienie. Aby je zaprezentować potrzebna jest jeszcze kolejna reguła leksykalna dla nieokreślonego determinatora *a*.

LI 28) DET[*Num*=sing, *Quant*=ind, *Refer*= -, *Var*=d, *Lex*=” *a*”]+ 

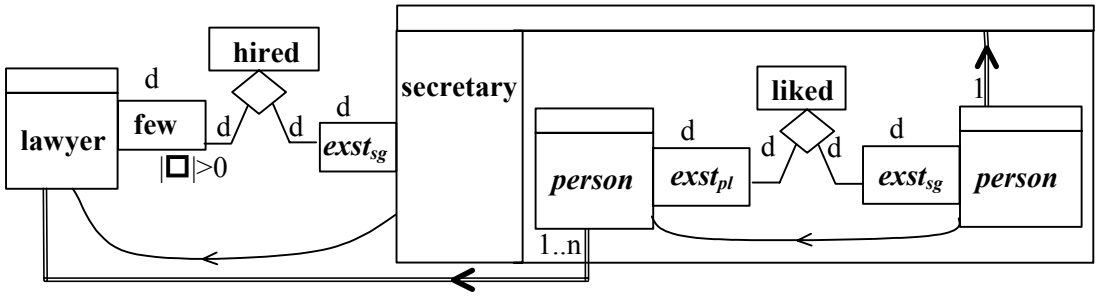
Po dodaniu LI 28) do G_{SN} dla dyskursu (jednozdaniowego) 188) otrzymujemy strukturę składniową przedstawioną na Rys. 6.4.3-12.

[107] Stanowi to interpretację sytuacji, w której egzaminatorzy sprawdzali prace niezależnie od siebie ale niektóre prace zostały sprawdzone dwa razy przez dwóch różnych egzaminatorów. Znaczenie to wydaje się być dość mało prawdopodobne ale jest dopuszczalne w systemie Bellert [Bellert89] (rozdział 4.5.2)



Rys. 6.4.3-12 Struktura składniowa jednozdaniowego dyskursu 188) wg G_{SN}.

Jedno z możliwych znaczeń dyskursu 188) (tzn. po zastosowaniu jednego z możliwych wypełnień) zaprezentowane jest na Rys. 6.4.3-13.



Rys. 6.4.3-13 Jedna z możliwych reprezentacji dyskursu 188).

W reprezentacji semantycznej Rys. 6.4.3-13 wartością znacznika NP_1(*few lawyers*) zawsze jest zbiór więcej niż jednoelementowy (niezależnie od kierunku zależności w pierwszym zdaniu). Znacznik NP_4(*they*) jest wiązany ze znacznikiem NP_1, czyli ze zbiorem wieloelementowym. Od wartości przypisanych przez wypełnienie w zdaniu drugim zależy, czy obiekty przypisane do znacznika NP_4 są zaangażowane w relację *liked* pojedynczo (odmiana dystrybutywna *d*), czy grupowo (kolektywna *c*). Dzięki jednolitej reprezentacji różnych typów NP w *SLS*, nie powstaje kłopotliwa rozbieżność pomiędzy atomowością znacznika a składniową liczbą mnogą w NP_4. Nie przywiązując przesadnej wagi do tego faktu, można stwierdzić, że *SLS* daje możliwość wyjaśnienia tego zjawiska językowego. W reprezentacji semantycznej dyskursu 188) w *SLS* nie ma potrzeby wprowadzania dodatkowych znaczników[108] i stosowania dodatkowych niedeterministycznych reguł konstrukcji, nie wynikających ze struktury składniowej, tak jak się to dzieje w DRT_{Plur} poprzez zastosowanie reguły opcjonalnej dystrybucji.

Ciekawą własnością semantyczną drugiego zdania 188) jest fakt, iż przy powiązaniu *they* z NP_1 kierunek zależności liczebnościowych w drugim zdaniu musi powielać kierunek zależności liczebnościowych w zdaniu pierwszym (znacznik NP_3(*who*) jest z definicji wiązany z dopełnieniem zdania pierwszego).

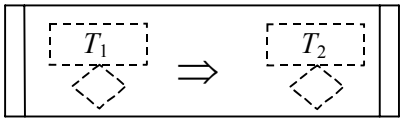
[108] Liczba znaczników i ich pozycja w strukturze reprezentacji odpowiada, zgodnie ze ściśle przestrzeganą zasadą kompozycyjności, liczbie NP i ich pozycji w strukturze składniowej

SLS pod względem ograniczeń, wnoszonych przez pojęcie dostępności znaczników, na możliwości tworzenia się powiązań, nie różni się od *DRT* z jej relacją dostępności. Rozważmy 'typowe' ośle zdanie 167) (przypomniane poniżej):

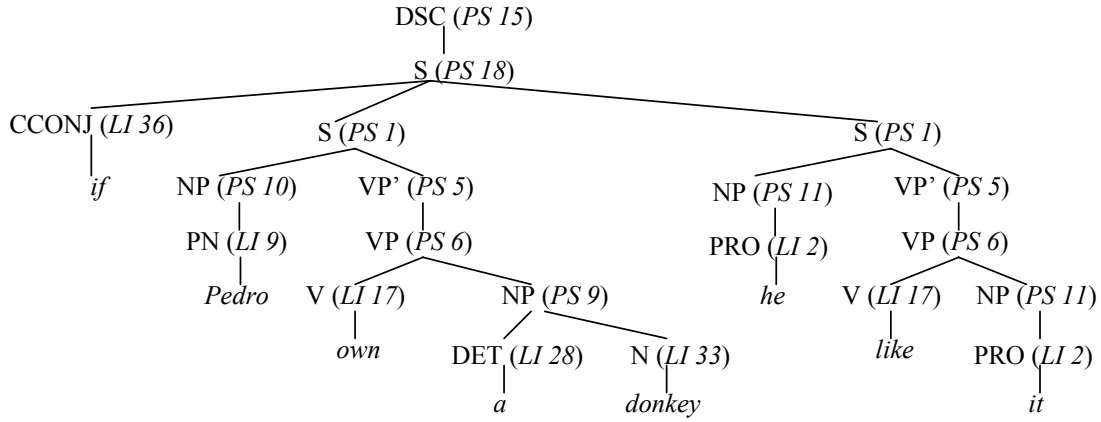
167) If Pedro[1] *owns a donkey*[2] *he*$_1$ *likes it*$_2$.

Obecność spójnika zdaniowego *if* wymaga wprowadzenia dodatkowych reguł G_{SN}:

PS 18) S[*Num*=α]+*C*(S_1)([Θ(F_1,F_2)]S_2)+{ *f*: ∃f_1∈F_1.∃f_2∈F_2.(*f*=f_1 •(Θ(f_1,f_2)°f_2) } →
CCONJ[*Lex*="*if*"]+*C*+F_C S[*Num*=α]+S_1+F_1 S[*Num*=β]+S_2+F_2

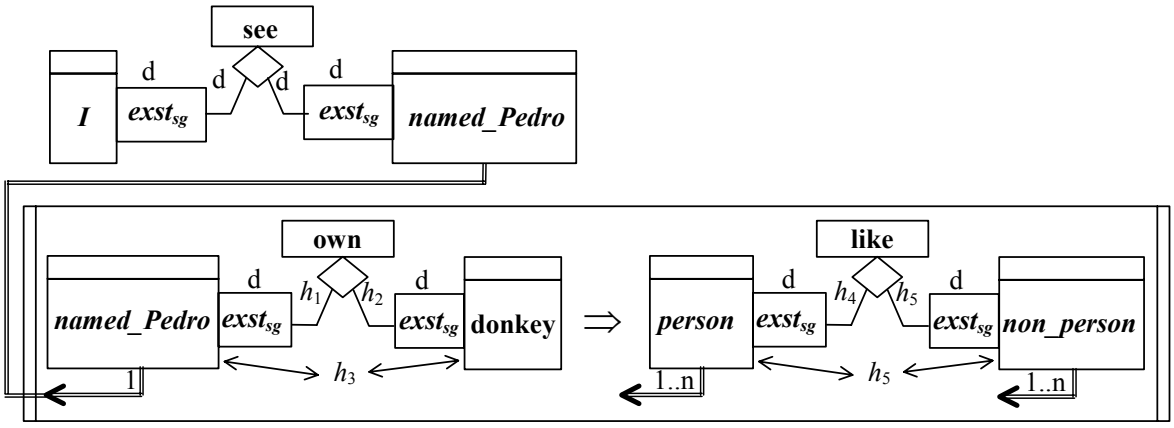
LI 36) CCONJ[*Lex*="*if*"]+ λT_1. λT_2. 

W regule LI 36), zgodnie z zasadą kompozycyjności, to spójnik *if* konstruuje strukturę znaczeniową zdania złożonego, 'wstawiając' reprezentacje zdań składowych w odpowiednie miejsca struktury. Zgodnie z uzupełnioną G_{SN}, struktura składniowa dyskursu 167) ma następującą postać (Rys. 6.4.3-14):



Rys. 6.4.3-14 Struktura składniowa dyskursu 167).

Na podstawie Rys. 6.4.3-14, jako reprezentację semantyczną 167) otrzymujemy (Rys. 6.4.3-15):



+{ {⟨ h_1, d ⟩, ⟨ h_2, d ⟩, ⟨ h_3, ⟨'<', '>'⟩ ⟩, ⟨ h_4, d⟩, ⟨ h_5, d ⟩, ⟨ h_6, ⟨'<', '>'⟩ ⟩}, ... } }

Rys. 6.4.3-15 Reprezentacja semantyczna dyskursu 167).

Porównują reprezentację semantyczną 167) wyrażoną w *SLS* (Rys. 6.4.3-15) z reprezentacją skonstruowaną w *DRT* (Rys. 5.1.2-6) można zauważyć, że w jednym i w drugim przypadku

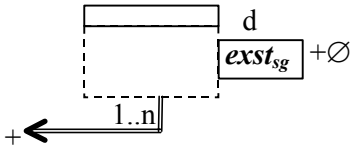
znaczniki wprowadzone w ramach członów implikacji nie są dostępne na zewnątrz oraz, że znaczniki z członu pierwszego są dostępne w członie drugim. W *SLS* uzasadnieniem tej własności jest ograniczony 'czas życia' znaczników wprowadzanych w ramach implikacji. Z racji hipotetyczności istnienia obiektów, o których mowa w zdaniu warunkowym, reprezentujące je znaczniki są traktowane jako 'pamięć robocza': aktywowane są jedynie na czas analizy prawdziwości zdania wiążącej się z rozważeniem wszystkich potencjalnych sytuacji.

Natomiast, pojawia się znowu różnica (podobnie jak w przypadku dynamicznej negacji: dyskurs 194), interpretacja Rys. 6.4.3-6) pomiędzy *SLS* i *DRT* w wyjaśnieniu przyczyn dostępności znacznika wprowadzanego przez nazwę własną *Pedro*. W podstawowym *DRT* znacznik dla nazwy własnej jest zawsze umieszczany w najbardziej zewnętrznym DRS'ie, tak aby był dostępny z dowolnego miejsca w dyskursie. W kompozycyjnych wersjach *DRT* to niekompozycyjne rozwiązanie zostało zastąpione wprowadzeniem stałej w miejsce znacznika (np. [Muskens96]) jako części reprezentacji nazwy własnej. W przypadku *SLS* i tym razem znacznik dla nazwy własnej pozostaje na miejscu tzn. wewnątrz domknięcia wprowadzonego przez dynamiczną implikację. Jednak, aby interpretacją dyskursu 167) była niepusta relacja na stanach, to w reprezentacji kontekstu początkowego (pierwszy wiersz Rys. 6.4.3-15) musi się znaleźć odpowiedni znacznik tak aby utworzenie powiązania z nim znacznika NP_1(*Pedro*) było możliwe. Znacznik kontekstowy jest dostępny także dla kolejnych użyć nazwy własnej na zasadzie koreferencji.

Interpretacja dynamicznej implikacji w *SLS* jest analogiczna jak w *DRT* (definicja skrótu notacyjnego w rozdziale 6.3.1): dla każdego stanu wyjściowego z pierwszej formuły dynamicznej musi istnieć stan wejściowy, rozszerzający wartościowanie, dla którego jest spełniona druga formuła dynamiczna. Dla dystrybutywnych użyć NP i 'klasycznych' kwantyfikatorów, można skonstruować w łatwy sposób regułę translacji wyrażeń *SLS* do odpowiednich wyrażeń DRS.

Jak już to było wspomniane w rozdziale 5.1.5, *DRT* reprezentując krypto-nieokreślone NP (ang. *referential indefinites*) stosuje mechanizm dodawania znacznika do głównego DRS'a [Kamp93:289], co często powoduje brak rozróżnienia pomiędzy krypto-nieokreślonym użyciem a użyciem, w którym nieokreślona NP ma szeroki zasięg w zdaniu. W *DRT* pominięty został aspekt referencyjności krypto-nieokreślonych NP. Ich reprezentacja jest zasadniczo różna od określonych NP, gdzie wprowadzony został specjalny predykat typu *the_xx*. Zgodnie z modelem lingwistycznym zaproponowanym w rozdziale 3.3.9, znaczenie krypto-nieokreślonych NP możemy interpretować jako wypadkową niezależnie działających mechanizmów, w tym mechanizmu referencji i presupozycji. Zgodnie z tym, co było powiedziane wcześniej (rozdział 3),w przypadku użycia krypto-nieokreślonego nadawca sygnalizuje, że referent istnieje ale nie oczekuje, że odbiorca jest w stanie zidentyfikować referenta. Jednak naturalnym założeniem wydaje się, że odbiorca podejmie próbę identyfikacji referenta i będzie 'rozważał kilka koncepcji'. Na płaszczyźnie *SLS* utworzenie powiązań z potencjalnymi poprzednikami tłumaczyłoby nie wchodzenie przez krypto-nieokreślone NP w relacje zasięgu w zdaniu. Podstawę takiej interpretacji krypto-nieokreślonych NP w *SLS* tworzą: własność niejednoznaczności referencji (Def. 6.3.2-6), wykorzystana w definicji operatora referencji, oraz mechanizm słabej presupozycji egzystencjalnej, wyrażany przez odpowiedni operator. W rezultacie w reprezentacji krypto-nieokreślonych NP (reguła LI 28a - poniżej) mamy połączenie operatora referencji (reprezentującego proces identyfikacji i tworzenia powiązań przez odbiorcę) oraz warunku presupozycji słabej (reprezentujący brak wymogu jednoznaczności identyfikacji)

LI 28a) DET[*Num*=sing, *Quant*=ind, *Refer*= +, *Var*=d, *Lex*=" *a*"]



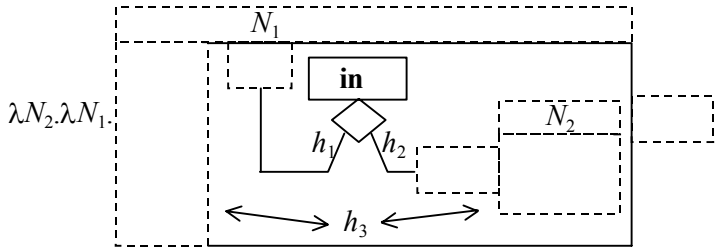
Rozważmy przykład zdania 67) (powtórzone poniżej) użytego przez Hessa [Hess89] (rozdział 3.3.2) do ilustracji niejednoznaczności pomiędzy referencyjnymi i niereferencyjnymi użyciami rodzajnika nieokreślonego *a*(*n*):

67) Many producers admire an actor in our company.

Oprócz referencyjnego rodzajnika pojawiają się w zdaniu 67) jeszcze nie opisywane dotychczas przez G_{SN} konstrukcje związane z przyimkiem:

PS 19) PP[]+P([Θ(F_P,F_N)]N)+{ f: $\exists f_P \in F_P.\exists f_N \in F_N.(f = f_P \bullet (\Theta(f_P,f_N)\circ f_N)$ } $\rightarrow$ PREP[*Lex*=]+P+F_P
NP[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=γ, *Gap*= -, *Quant*=η, *Refer*=μ, *Var*=ν]+N+F_N

PS 20) NP[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=γ, *Gap*= -, *Quant*=η, *Refer*=μ, *Var*=ν]+P([Θ(F_P,F_N)]N)+
{ f: $\exists f_P \in F_P.\exists f_N \in F_N.(f = f_P \bullet (\Theta(f_P,f_N)\circ f_N)$ } $\rightarrow$
NP[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=γ, *Gap*= -, *Quant*=η, *Refer*=μ, *Var*=ν]+N+F_N PP+P+F_P

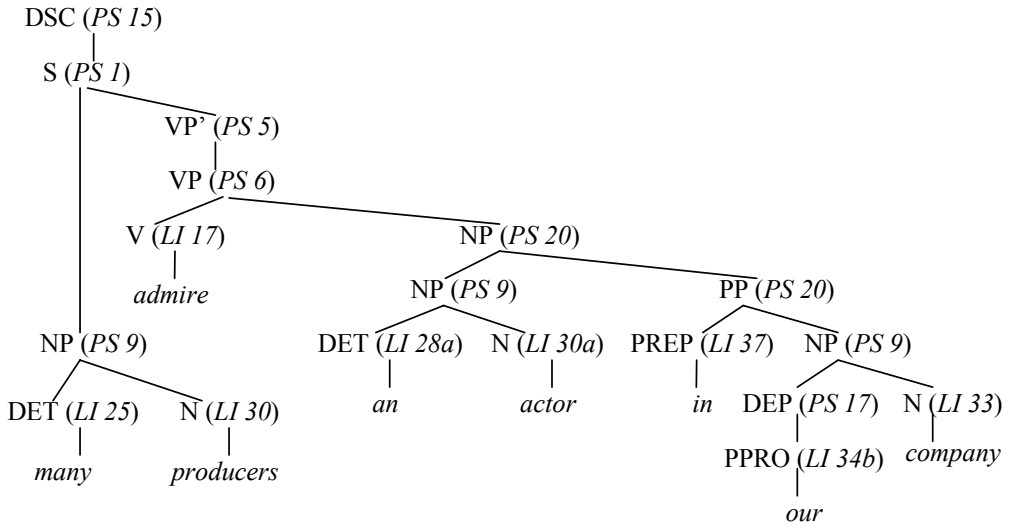


+{ {⟨ h_1, d⟩, ⟨ h_2, d⟩, ⟨ h_3, ⟨'<', '>'⟩ ⟩}, ... }

LI 37) PREP[*Lex*="*in*"]

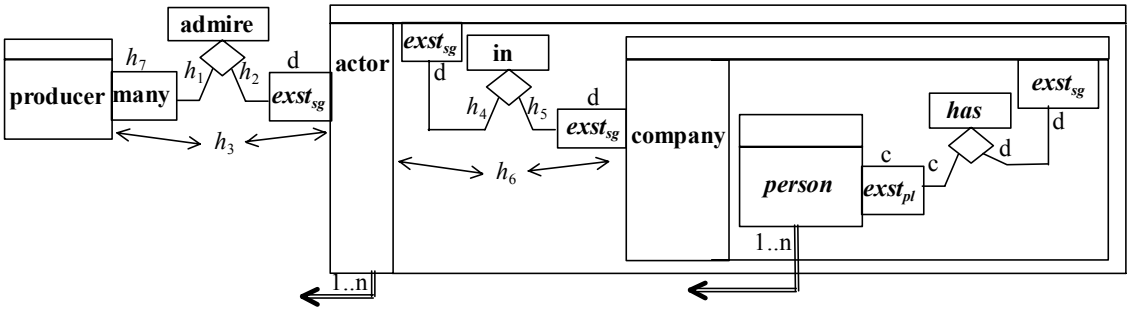
Reprezentacja semantyczna przyimka zaproponowana w regule LI 37) jest zbliżona w swojej strukturze do reprezentacji zaimków względnych. Przyimek jednak bierze jako argument reprezentację semantyczną całej NP (trójkę) i modyfikuje jej pierwszy człon dodając warunek reprezentujący relację wyrażaną przez dany przyimek. Relacja wyrażana przez przyimek jest w *SLS* interpretowana jako identyczna co do typu z relacją wyrażaną przez czasownik.

Po uzupełnieniu G_{SN} o reguły podane powyżej, zdaniu 67) postrzeganemu jako jednozdaniowy dyskurs zostaje przypisana struktura przedstawiona na Rys. 6.4.3-16.



Rys. 6.4.3-16 Struktura składniowa dyskursu 67)

Zgodnie ze strukturą składniową dyskursu 67) jako jego reprezentację semantyczną otrzymujemy:



Rys. 6.4.3-17 Reprezentacja semantyczna dyskursu 67).

Ponieważ zaimek dzierżawczy *our* różni się swoją liczbą 'semantyczną' (cała fraza *our company* ma liczbę pojedynczą) od zaimka *his* (dyskurs 182)), różnicę tą uwzględnia również reguła LI 34b), zdefiniowana w dodatku A. 'Posiadaczem' w przypadku *our* jest grupa obiektów, stąd proto-kwantyfikator ***exst**pl*. Proto-kwantyfikator ***exst**pl* zawsze był dotąd interpretowany jako niejednoznaczny pomiędzy wszystkimi trzema odmianami. Powstaje jednak pytanie, czy relacja wyrażana przez konstrukcję dzierżawczą, tu reprezentowana przez denotację stałej ***has***, może zachodzić pomiędzy każdym obiektem z grupy a obiektem 'posiadanym' z osobna. Problem jest tym większy, że relacja dzierżawcza jest bardzo *niedookreślona* (ang. *vague* za terminem wprowadzonym w [Hess89]), wyrażając szeroki zakres asocjacji pomiędzy obiektami bez ścisłych granic wydzielających ograniczoną liczbę znaczeń (dlatego też trudno mówić, że jest ona po prostu niejednoznaczna). Upraszczając nieco problem, przyjmujemy tutaj, że relacja ta może zachodzić tylko i wyłącznie pomiędzy obiektem a grupą jako całością, oznaczając to przez odmianę kolektywną 'wewnętrznego' proto-kwantyfikatora w reprezentacji *our*, co wymusza, poprzez uzgodnienie, przyjęcie odmiany kolektywnej dla pierwszego argumentu relacji ***has***.

Fraza przyimkowa (PP), jako modyfikator NP, zgodnie z tym co jest sugerowane w [Kamp93], jest postrzegana jako 'forma pochodna znaczeniowo' od frazy czasownikowej. Predykat przyimkowy jest identycznego typu z predykatem czasownikowym o identycznej liczbie argumentów. Przyjmujemy założenie, że przyimek, interpretowany jako predykat typu czasownikowego, jest niejednoznaczny (powinien być reprezentowany przez zbiór reguł leksykalnych) pomiędzy wieloma różnymi znaczeniami 'dziedziczonymi' po różnych konstrukcjach czasownikowych, dla których PP stanowi uproszczoną składniowo formę zapisu. W podobny sposób do problemu modyfikacji NP przez PP można rozwiązać problem modyfikacji NP przez konstrukcje imiesłowowe, co zostanie wprowadzone w opisie polskich fraz nominalnych w rozdziale 7.

Interpretacja krypto-nieokreślonego użycia NP_2(*an actor*) w dyskursie 67) jest konstruowana w *SLS* poprzez wprowadzenie operatora referencji i modyfikatora presupozycji słabej (Rys. 6.4.3-17). Położenie znacznika NP_2 w strukturze pozostaje niezmienione i odpowiada pozycji NP_2 w strukturze składniowej zdania 67). Pomimo możliwości utworzenie wielu powiązań dla znacznika NP_2, w każdym stanie wyjściowym zdania znacznik ten jest związany z przynajmniej z jednym poprzednikiem. Użycie operatora referencji jest również skojarzone z zastosowaniem ogranicznika referencyjnego do odpowiednich operatorów zależności liczebnościowej. Oznacza to, że mimo możliwej wielokrotności powiązań, w każdym stanie wyjściowym, niezależnie od kierunku zależności liczebnościowej, wartość znacznika NP_2 jest ograniczona do wartości jednego z poprzedników (możliwa jest sytuacja, że w każdym stanie do innego). Jeżeli operator referencji nie utworzy żadnego powiązania dla znacznika NP_2, a tak stałoby się dla formuły dynamicznej przedstawionej na Rys. 6.4.3-17, to interpretacją tej formuły byłaby pusta relacja na stanach.

Niewątpliwie, poziom szczegółowości w wyrażaniu ograniczeń dotyczących możliwości tworzenie się powiązań anaforycznych jest mniejszy w *SLS* niż w podstawowym *DRT* np. wprowadzone zostało w podstawowym *DRT* rozróżnienie pomiędzy wiązaniem zaimków osobowych zwrotnych i niezwrotnych [Kamp93: rozdz. 3.1]:

- wprowadzony został dodatkowy binarny atrybut kategorii składniowej *Refl*,

- zmodyfikowany warunek aktywujący reguły konstrukcyjnej CR.PRON (Def. 5.1.2-3) rozróżnia pomiędzy wystąpieniami różnych zaimków osobowych w różnych kontekstach,
- oraz, co najważniejsze, reguła wyboru odpowiedniego poprzednika uwzględnia również położenie potencjalnego poprzednika w strukturze składniowej.

W obecnym kształcie *SLS* brak jest możliwości opisu anafory na tym poziomie szczegółowości. W wyrażeniach *SLS* nie jest przechowywana struktura dyskursu, tak jak się to dzieje w niezredukowanych warunkach *DRS*. Wydaje się jednak, że rozszerzenie stanu o definicje *podprzestrzeni* (ewentualnie dodatkowo jeszcze etykietowanych) na zbiorze dostępnych znaczników umożliwiłoby eleganckie rozwiązanie tego problemu. Struktura zagnieżdżonych podprzestrzeni mogłaby odzwierciedlać strukturę składniową. Co więcej wprowadzona struktura podprzestrzeni mogłaby być również wykorzystana do określenia statusu poszczególnych elementów reprezentacji kontekstu początkowego np. mogłaby umożliwić wprowadzenie tzw. *środowisk* zaproponowanych w pracach [Bień77,Bień80a,BalWiB91], gdzie podział wiedzy agenta na środowiska umożliwia rozróżnienie wiedzy od przekonań oraz reprezentację wiedzy o wiedzy posiadanej przez innych agentów.

6.4.4. Dopuszczalne kombinacje wartości odmiany i sekwencji operatorów zależnościowych

Van der Does zauważył, że interpretacja neutralna podmiotu (przy domyślnie przyjmowanym przez niego szerokim zasięgu podmiotu) prowadzi do niepoprawnej interpretacji całego zdania [Does94:50,86-87]. Również w wielu innych sytuacjach, nie wszystkie potencjalnie możliwe kombinacje operatorów zależnościowych i wartości odmian są realizowane w języku naturalnym. Część z nich jest odrzucana przez rodzimych użytkowników języka, a część wydaje się po prostu nie mieć sensu. Obserwacje sformułowane poniżej, uwzględnione później w postaci definicji predykatu cdv_match^i, opierają się przede wszystkim na: faktach językowych dotyczących języka angielskiego relacjonowanych w literaturze przedmiotu, intuicji autora jako rodzimego użytkownika języka polskiego oraz na nieformalnych eksperymentach, przeprowadzonych przy udziale rodzimych użytkowników języka polskiego. Odniesienia do przykładów angielskich są podawane tylko tam, gdzie stosowne obserwacje są poświadczone w literaturze (z dokładnością do stosowanych tam różnych metod opisu). Odwoływanie się w prezentowanych tu rozważaniach zarówno do przykładów polskich jak i angielskich wypływa zarówno z przeświadczenia, że w zakresie możliwości wyrażania struktur relacji obydwa języki się nie różnią od siebie, jak i także z planowanego wykorzystania (rozdział 7) mechanizmu predykatu cdv_match^i również do opisu języka polskiego. Przyjęto założenie, że tylko te kombinacje znaczników odmian i operatorów zależnościowych będą wykluczane jako niemożliwe, które nie znajdą swojego potwierdzenia, w żadnym z rozważanych tu języków, w postaci struktur składniowych lub wykładników leksykalnych wyrażających te kombinacje. Oczywiście, wykładniki leksykalne wprowadzające preferencję dla pewnych znaczeń są różne w przypadku obydwu języków.

Operatory zależnościowe, ustalając strukturę relacji pomiędzy rodzinami zbiorów reprezentującymi poszczególne NP, określają ‘bliskie oddziaływania’ reprezentacji NP na siebie - binarne własności relacji - oraz ‘dalekie oddziaływania’ - ustalane przez operator macierzowy, jako wypadkowa działania wszystkich operatorów zależnościowych. Modyfikatory odmian wpływają przede wszystkim ‘bliskie oddziaływania’, zmieniając typ elementów (na kolekcję) tworzących struktury i liczbę elementów (np. tylko 1 w odmianie kolektywnej, czy wiele, z racji możliwości powtarzania się, w neutralnej). Wpływ modyfikatorów na oddziaływania ‘dalekie’ wynika automatycznie z własności operatorów zależnościowych. Oznacza to, że rozważania nad dopuszczalnymi w interpretacji języka naturalnego kombinacjami wartości odmiany i użytymi operatorami zależnościowymi można ograniczyć jedynie do relacji binarnych.

Rozważmy wszystkie kombinatorycznie możliwe konfiguracje dla bardzo niejednoznacznego zdania typu 98), analizując ich sensowność zarówno z punktu widzenia ‘technicznego’ (kształtu określanej relacji), jak i też sensowności z punktu widzenia danych językowych.

Poszczególne konfiguracje będziemy zapisywać następująco: o_1 **z** o_2, gdzie o_1, o_2 to znaczniki odmiany, odpowiednio, pierwszej i drugiej NP (z rozważanej pary), natomiast **z** to napis, taki, że **z**∈{‘<’, ‘>’, ‘<>’, ‘:’}, oznaczający konfigurację dwu operatorów zależnościowych[109]:

‘<’ to ⟨‘<’, ‘>’⟩, ‘>’ - ⟨‘>’, ‘<’⟩, ‘<>’ - ⟨‘<’, ‘<’⟩, ‘:’ - ⟨‘:’, ‘:’⟩.

Na wstępie warto zauważyć, że sekwencje operatorów ⟨‘<’, ‘<’⟩ i ⟨‘>’, ‘>’⟩ dają identyczny skutek w sensie struktury relacji, pierwsza rozwija się do $Q_1<Q_2$ oraz $Q_2<Q_1$, druga natomiast do $Q_1>Q_2$ oraz $Q_2>Q_1$. Dlatego, też druga z nich, tzn. ⟨‘>’, ‘>’⟩, zostaje tu arbitralnie wykluczona i nie będzie używana w reprezentacji semantycznej wyrażeń języka naturalnego.

Przypomnijmy sobie, jeszcze raz, przykład, do którego będziemy się tu często odwoływać:

98) *Three examiners marked two papers.*

Van der Does w ogólnych rozważaniach nad interpretacjami, uwzględniającymi odmianę, zdań prostych z czasownikiem tranzytywnym, stwierdza, że [Does94:56-57]:

> “Disregarding scope ambiguities, the determiners in a transitive sentence either induce the seven readings:
>
> $\mathbf{D_1}\,\mathbf{D_1}$, $\mathbf{D_1}\,\mathbf{C_2^a}$, $\mathbf{D_1}\,N_3$, $\mathbf{C_2^a}\,\mathbf{D_1}$, $\mathbf{C_2^a}\,\mathbf{C_2^a}$, $\mathbf{C_2^a}\;N_3$, the cumulative one.
>
> or the three readings:
>
> $\mathbf{D_1}\,N_3$, $\mathbf{C_2^a}\;N_3$, the cumulative one.
>
> When scope is allowed, these figures are twelve and five, respectively.”

N_3, pojawiające się w powyższym cytacie, to modyfikator odmiany neutralnej, zbliżony pod względem definicji do stosowanego tu (i również ostatecznie wybranego w *CDND*) modyfikatora $\mathbf{N_2}$. Zamieniając symbole modyfikatorów na symbole znaczników odmian otrzymujemy odpowiednio:

- dd, dc, dn, cd, cc, cn i kumulatywną, która w *SLS* jest reprezentowana jako n : n,
- dn, cn, i kumulatywna.

Van der Does niestety nie wyjaśnia, które determinatory wprowadzają którą interpretację. Nie wyjaśnia też, które kombinacje odmian są odrzucane przy zmianie zasięgu w pierwszym grupie. Można się jednak domyślać, że chodzi o cc i interpretację kumulatywną, jako jedyne symetryczne z podanego zestawu. Dodatkowo dalej precyzuje, że [Does94:86]:

> “A strict system, which does not generate non-existent readings, should preclude neutral readings of DET from having scope over other DETs.”

Jako narzędzie umożliwiające dokonanie postulowanego ograniczenia wprowadza znaczniki odmian determinatorów i poszczególnych pozycji predykatów czasownikowych.

Bezsporne wydają się być interpretacje ‘czysto dystrybutywne’, pierwsze trzy poniżej, które wykorzystując wprowadzoną notację możemy opisać następująco:

A) d < d - w zdaniu 98) szeroki zasięg dla *three examiners*, indywidualne działanie na poszczególnych obiektach, potencjalnie różnych pomiędzy wykonawcami, parafrazując przykład van der Doesa [Does94:50] (znaczenie identyfikowane dla podobnych zdań przez większość autorów, np. [Hess89, Bellert89, Kamp93]):

212) *Three examiners marked two papers. The three examiners marked the papers all by themselves.*

lub dla polskiego zdania:

213) *Trzech egzaminatorów sprawdziło dwie prace.*

214) *Trzech egzaminatorów sprawdziło po dwie prace, każdą z nich oddzielnie.*

B) d > d - w 98) szeroki zasięg dla *two papers* (znaczenie również szeroko akceptowane), również działanie na poszczególnych obiektach, ale obiekty są współdzielone pomiędzy wykonawcami - Bellert uwypukla to znaczenie poprzez parafrazę [Bellert89:56] (omówioną w rozdziale 4.5.2):

215) *Three examiners marked two papers, so that each paper has been graded by three different people, but the third paper was marked by one examiner only.*

[109] Wszystkie jakie są dopuszczalne przez aksjomat ASN.

C) d <> d - kwantyfikacja równoległa - indywidualne działanie każdego na każdym z obiektów, identyfikowana przez Bellert dla zdania 98), i parafrazowana następująco:

216) *Three examiners marked two papers, so that each paper has been fairly rated by the same three evaluators.*

W języku polskim mamy:

217) *Trzech egzaminatorów sprawdziło dwie prace. Każdy z nich sprawdził każdą z prac.*

Pomijając interpretację d : d, do której wrócimy później, wątpliwości pojawią się gdy, oprócz odmiany dystrybutywnej występują dwie pozostałe:

D) d < c - indywidualne działanie na dwóch (w przypadku 98) obiektach na raz[110], grupy obiektów potencjalnie różne pomiędzy wykonawcami, znaczenie to jest identyfikowane zarówno przez van der Doesa (przynajmniej dla pierwszej grupy), jak i też przez Kampa i Reyle'go [Kamp93:430], w tym ostatnim przypadku dla zdania 201) - przypomnianego poniżej:

201) *Three lawyers hired five cleaners.*

Znaczenie to również można zauważyć w języku polskim - przykład i jego parafraza poniżej:

218) *Trzech mężczyzn przeniosło dwa stoły.*

219) *Trzech mężczyzn (indywidualnie) przeniosło **po** dwa stoły **na raz**.*

E) d < n - indywidualne działanie na obiektach i grupach obiektów należących do zbiorów potencjalnie różnych dla poszczególnych wykonawców, znaczenie to występuje u van der Doesa (powyżej), w języku polskim wydaje się być obecne w zdaniach typu 218) (im większa liczba obiektów przenoszonych tym bardziej jest prawdopodobna interpretacja neutralna, w której działanie odbywa się na pojedynczych obiektach lub dowolnych 'podgrupach'):

220) *Trzech mężczyzn przeniosło po pięć stołów.*

Poważne wątpliwości powstają gdy rozważymy problem niezależności liczebnościowej:

F) d : d - każda z NP reprezentuje zbiór obiektów o określonej liczebności, liczebność żadnego z dwóch zbiorów nie zależy w żaden sposób od liczebności drugiego, wykonawcy działają indywidualnie na obiektach, Bellert wyróżnia to znaczenia, parafrazując 98) następująco:

221) *Three examiners marked two papers, but it is not known who marked which.*

Jednak nie należy zapominać, że w systemie Bellert nie ma możliwości wyrażenia odmiany neutralnej, natomiast podstawową cechą interpretacji kumulatywnej jest fakt, iż znamy łączną liczbę obiektów zaangażowanych w relację ale nie znamy struktury relacji. W szczególnych przypadkach, w relację mogą wchodzić wyłącznie indywidualne obiekty. Tym samym interpretacja kumulatywna n : n zawiera w sobie interpretację d : d. Zbiór konfiguracji kolekcji, wygenerowany przez operator macierzowy dla dwóch argumentów i interpretacji n : n, zawiera w sobie zbiór konfiguracji kolekcji wygenerowany dla tych samych argumentów i interpretacji d : d. Powstaje pytanie czy istnieją w języku naturalnym środki leksykalne do odróżnienia tych dwóch interpretacji?

Próby 'wymuszenia' na zdaniu typu 218) przynoszą raczej umiarkowane powodzenie:

222) ?? *Trzech mężczyzn z osobna przeniosło łącznie pięć stołów po kolei.*

223) ?? *Trzech mężczyzn indywidualnie przeniosło łącznie pięć stołów, nosząc je osobno.*

Jednak można skonstruować przykład, który wymusza interpretację d : d - wystarczy użyć przykładu czasownika, który z natury rzeczy jest dystrybutywny na dla argumentów:

224) *Dwóch chłopców pocałowało łącznie trzy dziewczyny*.

Podsumowując, ponieważ, w szczególnych przypadkach interpretacja d : d jest jedyną dopuszczalną interpretacją typu 'kumulatywnego', pomimo jej zawierania się w n : n, należy ją uwzględnić.

Kolejne możliwości to dalsze 'podtypy' interpretacji kumulatywnej, zawierające się w n : n.

G) d : n - zbiory obiektów są jak w przypadku F) niezależne pod względem liczebności, wykonawcy działają indywidualnie na grupach obiektów lub pojedynczych obiektach, szczegóło-

[110] Na przykład egzaminator dokonuje porównawczej oceny dwóch prac leżących na stole.

wa struktura relacji nie jest znana; podobnie jak w przypadku F) interpretacja ta zawiera się w n : n, jednak można ją 'wymusić' na zdaniu typu 218):

225) *Dwóch mężczyzn pojedynczo przeniosło łącznie trzy stoły.*

H) n : d - analogicznie jak G) tylko wykonawcy mogą działać w grupach, również zawiera się w n : n, może 'ujawnić się' w określonych kontekstach np.:

226) *Łącznie pięciu jurorów oceniło występujących trzech solistów.*

I) n : n - typowa interpretacja kumulatywna, identyfikowana przez van der Doesa w postaci jego schematu interpretacji kumulatywnej [Does94:87-89] (rozdział 4.4.2), w języku polskim typowo sygnalizowana przez przysłówek *łącznie* np.

227) *Trzech mężczyzn przeniosło łącznie dwa stoły.*

Może być ewentualnie dalej wzmocniona przez dodatkowe określanie sposobu działania wykonawcy czynności:

228) *Trzech mężczyzn, razem lub osobno, przeniosło łącznie dwa stoły.*

Kolejny problem to wchodzenie reprezentacji semantycznej NP o odmianie kolektywnej (znacznik c) w relacje zależności liczebnościowej:

J) c < d daje identyczną strukturę relacji jak c : d

K) c < n - identyczna struktura relacji jak c : n

L) c < c - identyczna struktura relacji jak c : c

We wszystkich trzech przypadkach tzn. J)-L), z powodów czysto technicznych, struktura relacji otrzymywana w wyniku zastosowania operatora zależności, jak i niezależności, jest identyczna. W odmianie kolektywnej mamy dokładnie jedną kolekcję w każdym zbiorze należącym do rodziny wygenerowanej przez zmodyfikowany proto-kwantyfikator i nie ma 'po czym dystrybuować'.

M) n : c - analogicznie jak K), tylko tutaj wykonawcy mogą działać indywidualnie lub grupowo na grupie obiektów.

Również w przypadku poniżej, otrzymywana struktura jest identyczna, jak jedna z poprzednich:

N) c <> c - mamy identyczną strukturę jak w przypadku c :c;

Ponieważ, wydaje się, że nie istnieje środek leksykalny zarówno w języku polskim jak i angielskim, który by sygnalizował interpretację typu c < oraz ponieważ wyrażenie takie nie niesie za sobą istotnych konsekwencji formalnych, przyjmowane jest arbitralne założenie, że kombinacje typu c < oraz kombinacja c <> c są niemożliwe w reprezentacji semantycznej języka naturalnego. W ich miejsce będą używane, równoważne formalnie, kombinacje c : oraz c : c.

W każdej z nich wykonawca jest grupowy. Jak już to było wspomniane, wszystkie te znaczenia są identyfikowane przez van der Doesa, c : c i c : d - pojawiają się także w DRT_{Plur} [Kamp93:429-434] oraz, w pewnym sensie, u Bellert w postaci tzw. zerowej wartości dystrybutywności. Wydaje się, że wszystkie te znaczenia można przypisać zdaniom typu 98) i 218). Przykładami, poszczególnych interpretacji mogą być:

- dla c : d

229) *The lawyers hired a secretary.* [Kamp93:320]

230) *Trzech mężczyzn wspólnie przeniosło po kolei dwa stoły.*

- dla c : n

231) *Dwóch mężczyzn* (*wspólnie*) *przeniosło łącznie pięć stołów.*

W powyższym zdaniu, nawet bez dodatkowego modyfikatora w postaci przysłówka *wspólnie*, najbardziej prawdopodobnym znaczeniem wydaje się to, w którym mężczyźni nosili stoły razem, zapewne nie wszystkie osobno.

- oraz dla c : c

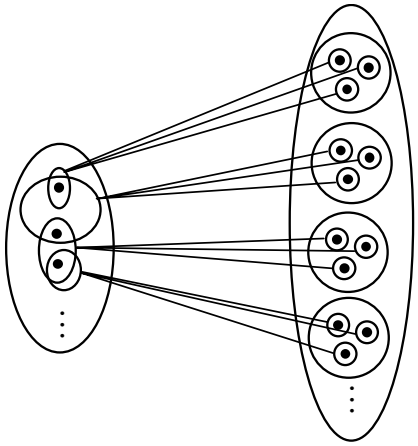
232) *Trzech mężczyzn wspólnie przeniosło dwa stoły (na raz).*

233) *Studenci przy sąsiednim stoliku zamówili trzy pizze.*

Pozostała jeszcze kwestia analizy nie wymienionych do tej pory kombinacji z odmianą neutralną:

O) n < c, n < n, n < d - wszystkie one są konsekwentnie odrzucane przez van der Doesa, na mocy wspomnianego wcześniej warunku nie obejmowania przez NP w odmianie neutralnej swoim zasięgiem żadnej innej NP.

Przyczyna wydaje się mieć czysto techniczny charakter. Modyfikatory neutralne powodują, że nawet dla determinatorów typu *two*, *three*, liczba kolekcji nie jest oczywista. Według definicji $\mathbf{N_2}$, elementy w poszczególnych kolekcjach mogą się powtarzać. Ewentualne obliczenie górnego ograniczenia nie jest prostą operacją. W momencie dystrybuowania po kwantyfikatorze w odmianie neutralnej 'generuje' się nam w strukturze relacji niespodziewanie duża ilość kolekcji po stronie kwantyfikatora zależnego, co można zilustrować poniższym diagramem odnoszącym się do 98):



neutralna *dystrybutywna*

Rys. 6.4.4-1 Niekorzystne efekty potencjalnej zależności od kwantyfikatora w odmianie neutralnej.

P) n <> n - potencjalnie możliwe znaczenie z racji braku efektu 'nadmiernego mnożenia bytów' pojawiającego się w O); znaczenie to sprowadzałoby się do tego, że 'wykonawcy działając indywidualnie lub grupowo na obiektach i grupach obiektów, tak, że każdy wykonawca i grupa wykonawców działa na każdym obiekcie i grupie obiektów'.

Stopień skomplikowania tego opisu wskazuje na bardzo mały stopień prawdopodobieństwa istnienia takiego znaczenia. Wydaje się być trudnym znalezienie przykładu wskazującego wyraźnie na to zdarzenie. W związku z tym, zostaje ono uznane za niemożliwe.

Wnioski płynące z powyższych obserwacji zostały sformalizowane w postaci definicji predykatu cdv_match^i, który dla danej sekwencji znaczników odmian o długości i, oraz odpowiedniej sekwencji operatorów zależnościowych, wyrażających pełną macierz, sprawdza czy poszczególnym parom NP przypisywane są wyłącznie interpretacje możliwe do wyrażenia w języku naturalnym.

W definicji predykatu wykorzystywana jest pomocnicza funkcja numeracji operatorów w stylu macierzowym (Def. 6.3.2-7), określona tu na sekwencji operatorów zależnościowych przekazanej do predykatu.

Predykat cdv_match^i zdefiniowany jest następująco:

- niech i to rozmiar sekwencji znaczników odmiany, wtedy:

$$cdv_match^i := \lambda V.\lambda S.(\ \forall n \in \{1,...,i\}.\forall m \in \{1,...,i\}(\ (S)^{\mathbf{num}(n,m)}=\text{'<'} \wedge (S)^{\mathbf{num}(m,n)}=\text{'>'} \wedge (V)^n=\text{'d'} \wedge (V)^m=\text{'d'}) \vee$$
$$(\ (S)^{\mathbf{num}(n,m)}=\text{'>'} \wedge (S)^{\mathbf{num}(m,n)}=\text{'<'} \wedge (V)^n=\text{'d'} \wedge (V)^m=\text{'d'}) \vee$$
$$(\ (S)^{\mathbf{num}(n,m)}=\text{'<'} \wedge (S)^{\mathbf{num}(m,n)}=\text{'<'} \wedge (V)^n=\text{'d'} \wedge (V)^m=\text{'d'}) \vee$$

$$
\begin{aligned}
&((S)^{\mathbf{num}(n,m)}=\text{'<'} \wedge (S)^{\mathbf{num}(m,n)}=\text{'>'} \wedge (V)^{n}=\text{'d'} \wedge (V)^{m}=\text{'c'}) \vee \\
&((S)^{\mathbf{num}(n,m)}=\text{'<'} \wedge (S)^{\mathbf{num}(m,n)}=\text{'>'} \wedge (V)^{n}=\text{'d'} \wedge (V)^{m}=\text{'n'}) \vee \\
&((S)^{\mathbf{num}(n,m)}=\text{':'} \wedge (S)^{\mathbf{num}(m,n)}=\text{':'} \wedge (V)^{n}=\text{'d'} \wedge (V)^{m}=\text{'d'}) \vee \\
&((S)^{\mathbf{num}(n,m)}=\text{':'} \wedge (S)^{\mathbf{num}(m,n)}=\text{':'} \wedge (V)^{n}=\text{'d'} \wedge (V)^{m}=\text{'n'}) \vee \\
&((S)^{\mathbf{num}(n,m)}=\text{':'} \wedge (S)^{\mathbf{num}(m,n)}=\text{':'} \wedge (V)^{n}=\text{'n'} \wedge (V)^{m}=\text{'d'}) \vee \\
&((S)^{\mathbf{num}(n,m)}=\text{':'} \wedge (S)^{\mathbf{num}(m,n)}=\text{':'} \wedge (V)^{n}=\text{'n'} \wedge (V)^{m}=\text{'n'}) \vee \\
&((S)^{\mathbf{num}(n,m)}=\text{':'} \wedge (S)^{\mathbf{num}(m,n)}=\text{':'} \wedge (V)^{n}=\text{'c'} \wedge (V)^{m}=\text{'d'}) \vee \\
&((S)^{\mathbf{num}(n,m)}=\text{':'} \wedge (S)^{\mathbf{num}(m,n)}=\text{':'} \wedge (V)^{n}=\text{'d'} \wedge (V)^{m}=\text{'c'}) \vee \\
&((S)^{\mathbf{num}(n,m)}=\text{':'} \wedge (S)^{\mathbf{num}(m,n)}=\text{':'} \wedge (V)^{n}=\text{'c'} \wedge (V)^{m}=\text{'n'}) \vee \\
&((S)^{\mathbf{num}(n,m)}=\text{':'} \wedge (S)^{\mathbf{num}(m,n)}=\text{':'} \wedge (V)^{n}=\text{'c'} \wedge (V)^{m}=\text{'c'}) \vee \\
&((S)^{\mathbf{num}(n,m)}=\text{':'} \wedge (S)^{\mathbf{num}(m,n)}=\text{':'} \wedge (V)^{n}=\text{'n'} \wedge (V)^{m}=\text{'c'}))
\end{aligned}
$$

7. Model znaczenia polskiej frazy nominalnej

Język *SLS* był, dotychczas, stosowany w celach porównawczych do reprezentacji semantycznej konstrukcji języka angielskiego. W niniejszym rozdziale zostanie zrealizowany główny cel pracy. Zostanie zaproponowana metoda formalnej interpretacji znaczenia polskich fraz nominalnych, wykorzystująca język *SLS*, jako język reprezentacji semantycznej oraz zasadę kompozycyjności jako podstawę algorytmu przypisującego reprezentację semantyczną (wyrażenie *SLS*) do wyrażeń języka naturalnego z podzbioru rozpatrywanego w pracy. Zastosowanie zasady kompozycyjności wymaga precyzyjnego określenia składni wyrażeń języka naturalnego, którym będzie przypisywana reprezentacja semantyczna. W dziedzinie opisu składniowego, zagadnienia leżącego poza obszarem badań niniejszej pracy, wykorzystywane będą przede wszystkim rozwiązania zaproponowane w literaturze. Stopień szczegółowości opisu będzie różny, w obszarze frazy nominalnej na tyle szczegółowy, aby możliwe było ukazanie wszystkich identyfikowanych znaczeń, natomiast poza frazą nominalną uproszczony, ograniczony do reguł niezbędnych do analizy prezentowanych przykładów dyskursów. Z racji różnorodności formalizmów stosowanych w literaturze przedmiotu, a nawet bardzo często ich braku, (przegląd w następnym podrozdziale) pozostaniemy przy uproszczonym formalizmie wprowadzonym w rozdziale poprzednim.

7.1. Dotychczasowe opracowania z zakresu składniowo-semantycznej struktury polskiej frazy nominalnej

Jak już to było wspomniane (rozdział 3.4), bardzo trudno znaleźć opracowania poświęcone formalnemu opisowi znaczenia polskiej frazy nominalnej. Znacznie lepsza sytuacja panuje w dziedzinie składni istnieje grupa prac poświęcona formalnemu opisowi wybranych aspektów polskiej składni. Niestety trudno znaleźć prace poświęcone dokładnie opisowi składni polskiej FN. Wszystkie analizowane poniżej prace o nastawieniu formalnym albo traktują zagadnienie wycinkowo (np. koncentrując się na konstrukcjach przymiotnikowych lub liczebnikowych) albo jedynie wiążą się z zagadnieniem składni FN. Szeroko pojęty zbiór prac związanych z analizą składniowo-semantyczną polskiej FN można podzielić na kilka kategorii (poniżej).

1. Analizy strukturalno-funkcjonalne np. Topolińska [Topoli84], Grzegorczykowa [Grzegor96] (prezentowane w rozdziale 3.4), nominalnie dotyczące wyłącznie składni, jednak z racji przyjętej metodologii bardzo często odwołujące się do motywacji semantycznych w przyjętych rozwiązaniach.
2. Analizy czysto semantyczne (kompletnej FN, a nie tylko leksykalne leksemów składowych, jak np. [Bednar94]): Grzegorczykowa [Grzegor95], Kosseska-Toszewa [Kosesk82, Kosesk92] (prezentowane w rozdziale 3.4), Karolak [Karolak90] (tylko pośrednio odnosząca się do języka polskiego) - to głównie opracowania opisowe koncentrujące wyłącznie na semantyce; w przypadku prac [Kosesk82, Kosesk92] częściowo formalne tzn. momentami odwołujące się do pojęć i notacji formalnej; występują również nieliczne formalne analizy wybranych aspektów znaczenia FN np. praca Borkowskiej [Borkow84] dotycząca relacji znaczeniowych pomiędzy „kwantyfikatorami" w ramach zdania oraz w ramach FN; podobny charakter, choć bardzo ograniczony zakres, ma praca Hempel [Hempel97], gdzie dość pośpiesznie neguje się możliwość objęcia zasięgiem kwantyfikatora pochodzącym z FN podmiotu poprzez kwantyfikator z FN dopełnienia, znacznie wnikliwsza analizę prezentuje tu Borkowska [Borkow84].
3. Nie sformalizowane lub 'częściowo sformalizowane' analizy składniowe np. syntetyczna gramatyka języka polskiego Saloniego i Świdzińskiego [SalŚwi98], w przeważającej mierze opisowa ale zawierająca również fragmenty sformalizowane w postaci reguł generatywno-transformacyjnych; gramatyka ta wprowadza pojęcie frazy nominalnej w kształcie przyjętym w niniejszej pracy, wprowadza również opis konstrukcji zawierających liczebniki jako grupy liczebnikowej.
4. Sformalizowane opisy polskiej składni:
   - 'powierzchniowe' gramatyki zapisane w formalizmie *DCG* [PerWar80]: klasyczna praca Szpakowicza [Szpako83] oraz rozbudowana gramatyka Świdzińskiego [Świ-

dzi92], obydwie skoncentrowane głównie na poziomie zdania, opisują konstrukcję frazy nominalnej, wyróżniają szczegółowym opisem tylko niektóre zaimki;

- 'powierzchniowa' gramatyka Vetulaniego zapisana w *DCG* (praca w trakcie przygotowywania) [Vetula02b] wynikająca z wieloletnich prac nad rozwojem systemu dialogu w języku naturalnym *Polint*; poświęcono w niej stosunkowo dużo uwagi FN [Vetula02b:51-68]; przyjęte rozwiązania wychodzą od formalizacji analiz Topolińskiej ale są następnie pogłębione i uszczegółowione; na szczególną uwagę zasługuje analiza FN o zaimkowym składniku konstytutywnym; z racji 'implementacyjnego' charakteru propozycje rozwiązań składniowych są połączone z elementami analizy semantycznej;
- prace oparte na paradygmacie *Government and Binding Theory* (w skrócie *GB* np. [BolcMy92]) np. formalny opis składni przymiotnika zrealizowany przez Węgrzynek [Węgrzy95], gdzie Węgrzynek, klasyfikując przymiotniki, wprowadza pojęcie determinatora, jako podkategorii motywowanej składniowo za pomocą testów podstawieniowych [Węgrzy95:40] oraz wyróżnia w strukturze frazy nominalnej zarówno frazę determinatorową jak i też liczebnikową [Węgrzy95:17], oraz generatywny opis składni frazy liczebnikowej zaproponowany przez Derwojedową *et. al.* [DeRuŚw02], gdzie również jest wzmiankowana 'dodatkowa' fraza przymiotnikowa na pozycji odpowiadającej frazie determinatorowej Węgrzynek.
- prace zrealizowane w formalizmie *HPSG* [PolSag94] np. prace Marciniak [Marcin01, Marcin02], dotyczące powiązań anaforycznych, Mykowiecka [Mykow01], opisująca zdania względne, Przepiórkowskiego [Przepió99], wprowadzająca między innymi: podział liczebników na podkategorie ze względu na kryteria formalne oraz strukturę frazy nominalnej opartej na liczebnikowym elemencie głównym (ang. *head*, tłumaczenie [PrzKMM01:8]) oraz Przepiórkowskiego i innych [PrzKMM01], stanowiącą syntetyczny opis polskiej składni, niestety z konieczności dość ogólny w obrębie frazy nominalnej, w znacznej mierze powielający rozwiązania z prac wymienionych wcześniej.

5. Prace kognitywne o bezpośrednim odniesieniu do analizy semantycznej frazy nominalnej, szczególnie prace relacjonujące badania eksperymentalne, np. prace Szwedka [Szwede76], dotyczące wpływu porządku linearnego na referencyjność i strukturę pragmatyczną dyskursu.

Prace z dwóch pierwszych kategorii były relacjonowane w rozdziale 3.4, warto tu jednak jeszcze raz przypomnieć strukturę składniową frazy nominalnej zaproponowaną przez Topolińską [Topoli84:rozdz. 3]. Struktura ta, pomimo jej semantycznych motywacji, stanowi dobry punkt wyjściowy do dalszych rozważań. Przypomnijmy, że Topolińska dzieli frazę nominalną na (oznaczenia nieznacznie zmienione):

- NP $\rightarrow$ RQ + KP, gdzie RQ to wykładniki referencji i oceny ilościowej oraz KP to grupa jądrowa.
  - RQ $\rightarrow$ RF + QT + UN, gdzie RF to „wykładniki sposobu referencji", QT to[111] „wykładniki oceny ilościowej" oraz UN to „nazwa jednostki".
  - KP $\rightarrow$ PA + SK, gdzie PA to „wyrażenia predykatywne i argumentowe w funkcji atrybutów" oraz SK to „składni konstytutywny".

Wszystkie elementy struktury frazy nominalnej są opcjonalne, wg Topolińskiej, z wyjątkiem SK. SK jest definiowany jako [Topoli84:332]:

> „Składnik, który warunkuje istnienie grupy i który jest w grupie jądrowej gramatycznie determinowany [...] Przez gramatycznie determinowany rozumiemy taki składnik, który może narzucić formę, a w pewnych wypadkach i dobór pozostałych składników grupy, a sam jest od nich formalnie niezależny."

[111] Wprowadzony tu został wyjątkowo angielski skrót od polskiej nazwy, z racji jednoznacznych skojarzeń jakie wprowadza litera 'Q' (przynajmniej w kontekście niniejszej pracy).

SK najczęściej realizowany jako: rzeczownik (oznaczany dalej skrótowo N), nazwa własna (PN) lub zaimek osobowy (PRO). Jak to określa Topolińska, SK jest z definicji „monoleksemowy", co rozumie jako reprezentację „jednej jednostki słownikowej", co jednak nie oznacza, że jest jedno wyrazowy, może być zbudowany na zasadzie „ciągu skostniałego" np. *ołówek chemiczny*, *wieczne pióro*. SK może być „niesamodzielny" w przypadku rzeczowników relacyjnych np. *ojciec brata*.

Rolą PA jest „wzbogacanie deskrypcji" zawartej w SK, określaną także jako pełnienie „funkcji atrybutywnej". Topolińska ogranicza [Topoli84:337] składniki zaliczane do PA do tych, które posiadają „wykładniki przymiotnikowe" (definiowane przez przykłady), czyli przymiotniki oraz zaimki przymiotne i dzierżawcze, oraz „implikują - wymagają w formalizacji przymiotnikowej - jednego i tylko jednego argumentu". Oznacza to, że do PA wchodzą również zdania względne i konstrukcje zbudowane w oparciu o imiesłowy. Wprowadzone zostaje również pojęcie *podstawowego ciągu imiennego* (przydatne w dalszej części pracy) definiowane jako [Topoli84:339]: „linearnie uporządkowany ciąg, na który składa się składnik konstytutywny grupy (M.P. jądrowej) i uzgodnione z nim składniki uzupełniające jednoleksemowe (tj. składniki przymiotnikowe)."

Struktura PA jest dalej rozbijana na trzy pozycje, charakteryzowane semantycznie. Z racji ich płynnych granic, nie będą one tu szczegółowo opisywane. Warto jedynie zauważyć, że do pierwszej (linearnie) pozycji, Topolińska zalicza między innymi [Topoli84:374]:

- „przymiotniki dzierżawcze", czyli zaimki dzierżawcze np. *mój*, *twój*,
- „przymiotniki" typu: *taki*, *jakiś*, *wszel(a)ki*,
- liczebniki porządkowe, mnożne, wielorakie,
- przymiotniki „orientujące w czasie i przestrzeni" np. *dzisiejszy*, *wczorajszy*

Warto tu zwrócić uwagę, że *jakiś* występuje w [Topoli84] na dwóch pozycjach, ale jest przede wszystkim zaliczany do operatorów referencji RF [Topoli84:368]. Wydaje się, że mamy tu do czynienia z dwoma różnymi leksemami. Do zagadnienia tego wrócimy w dalszej części rozdziału.

Składowe RQ są opcjonalne i nacechowane. Do „wykładników sposobu wyznaczania referenta" (operatory referencji) Topolińska zalicza (głównie zaimki przymiotne wskazujące) np. *ten*, *tamten*, *ów*, *jakiś*, *któryś*, *pewien*, *jeden*, *niejaki*. Podkreśla, że operatory referencji wykluczają się wzajemnie w jednym ciągu.

Mianem „morfologicznego jądra" wykładników oceny ilościowej jest określona kategoria morfologiczna liczby. Ponadto, do wykładników oceny ilościowej zaliczane są:

- liczebniki (właściwe): główne i zbiorowe,
- liczebniki niewłaściwe typu *kilka*, *trochę*, *parę*, *masa*, *wiele*.

Składniki RF i QT są opcjonalne, jednak jeżeli występują razem to porządek między nimi jest ustalony.

Węgrzynek [Węgrzy95], aby oprzeć kryterium przynależności danego leksemu do kategorii przymiotnika na przesłankach składniowych, a nie tradycyjnych morfologicznych, wprowadziła test podstawieniowy oparty na możliwości wystąpienia danego leksemu w konstrukcjach określających podstawowe pozycje przymiotnika w strukturze głębokiej (praca [Węgrzy95] oparta jest na *GB*):

i) VP → V AdjP - *pozycja przyłącznikowa*,
ii) NP1 → AdjP N - *pozycja we frazie nominalnej* (*przyrzecznikowa*),
iii) NP1 → N AdjP - pozycja we frazie nominalnej.

Reguła i) jest przyjmowana jako prymarna, natomiast reguły ii) i iii) stanowią strukturę głęboką dla połączeń przymiotnika z rzeczownikiem, które mają charakter związków frazeologicznych [Węgrzy95:23]. Leksemy zaklasyfikowane w [Węgrzy95] jako przymiotniki mogą wystąpić w konstrukcjach i)-iii), np. dla poszczególnych reguł mamy odpowiednio [Węgrzy95:40]:

234) Chłopak jest wysoki.
235) błędne koło, *ślepa uliczka*
236) tygrys bengalski, *logarytm naturalny*

W konstrukcjach opisywanych na bazie reguł ii) oraz iii) [Węgrzy95:40]

„przymiotnik poprzedza N na najniższym poziomie i nie dopuszcza możliwości pojawienia się wewnątrz frazy jakichkolwiek dodatkowych elementów”

np. **tygrys groźny bengalski*, **bardzo biały kruk* są nieakceptowalne.

Do kategorii determinatorów (Det), Węgrzynek zaliczyła przede wszystkim zaimki przymiotne wskazujące oraz inne leksemy o odmianie przymiotnikowej (przykłady poniżej), które nie mogą wystąpić w konstrukcjach opartych na regule i) oraz nie blokują możliwości rozbudowy konstrukcji opartych na regułach ii)-iii) [Węgrzy95:40]:

*237) *Chłopiec jest ten* / *ów* / *jakiś* / *pewien* / *żaden* / *każdy* / *niejeden.*

*238) *Chłopcy są tamci* / *ci* / *wszyscy* / *wszelcy.*

239) ten bardzo inteligentny chłopiec, *pewien przystojny chłopiec*, *każdy dorosły człowiek*

W wyniku wprowadzenia kategorii Det, w strukturze frazy nominalnej Węgrzynek wyróżnia, zarówno *frazę determinatorową* (DetP), frazę liczebnikową (NumP), jak i frazę przymiotnikową (AdjP). Widać to w prezentowanym poniżej fragmencie zaproponowanego zbioru reguł głębokich [Węgrzy95:17] (zachowana jest numeracja reguł, zmienione zostało jedynie oznaczenie kategorii przymiotnika):

7) N6→ (DetP) N5

8) N5 → (NumP) N4

13) N1 → (AdjP) N

13a) N1 → N (AdjP)

16) DetP → (ModP) Det

19) AdjP → (ModP) (AdvP) Adj (N7) (N7) (PP) (PP) S2,

gdzie:

- cyfra po nazwie kategorii oznacza kolejną projekcję kategorii (w *X Bar Theory*),
- Mod to kategoria *modalizatora* [Węgrzy95:11,103], w pewnym uproszczeniu stanowiącego rodzaj przysłówka (partykuły) np. *tylko*, *zapewne tylko*, *oczywiście*, *naprawdę*.

U Węgrzynek elementem głównym frazy nominalnej zawsze jest rzeczownik, jednak praca [Węgrzy95] skoncentrowana jest na opisie frazy przymiotnikowej i struktura frazy liczebnikowej oraz jej uzgodnienia z rzeczownikiem są potraktowane w sposób uproszczony.

Własności mechanizmu uzgodnienia przypadka pomiędzy niektórymi liczebnikami (np. typu *pięć* łączącymi się z rzeczownikiem w dopełniaczu) a rzeczownikami powodują, że w wielu współczesnych analizach to liczebnik jest przyjmowany jako element główny frazy nominalnej a nie rzeczownik np. [Przepió99], [PrzKMM01] [SalŚwi98] (w tej ostatniej mamy realizację FN poprzez *grupę liczebnikową*). Druga możliwością jest przyjęcie rzeczownika jako elementu głównego (rozwiązanie tradycyjne), co jednak wiąże się z koniecznością zaakceptowania faktu, że podmiotem zdania może być również FN w dopełniaczu. Derwojedowa *et. al.* [DeRuŚw02] rozważają obydwie propozycje. Struktura FN w niniejszej pracy zostanie oparta (poniżej) na pierwszym z rozwiązań i pojawi się w jej konstrukcji *fraza liczebnikowo-nominalna* (oznaczana NumNP).

W pracy [DeRuŚw02:2] wzmiankowana jest również „nieregularna” fraza przymiotnikowa[112] (określona jako *adjectival component"*) występująca wyłącznie na początkowej pozycji ciągu tworzącego frazę nominalną. Zbiór leksemów konstruujących tą frazę wydaje się pokrywać ze zbiorem leksemów kategorii Det Węgrzynek.

Praca [DeRuŚw02] jest jednak poświęcona przede wszystkim opisowi struktury frazy liczebnikowej. Wprowadzone zostały na kolejnych poziomach frazy (wspomniana już) liczebnikowo-nominalna ("*numeral-nominal phrase*") oraz fraza liczebnikowa ("*numeral phrase*"), gdzie ta ostatnia jest postrzegana jako [DeRuŚw02:2] “sequences of morphological numerals”. Rozważając składnię frazy nominalnej w pozycji podmiotu (oznaczenie Subj) Derwojedowa *et. al.* proponują następującą jej ogólną strukturę: [DeRuŚw02:rozdz. 5]:

(97) Subj = NP | NumNP

(98) NumNP = NumP + NP

[112] Określona jako [DeRuŚw02:2] "adjectival component" oraz "This syntactic unit is not a regular adjectival phrase like those in the adnominal position."

(99) NP = (AdjP) + N

Fraza NumP jest dalej szczegółowo analizowana jako składająca się z ciągów liczebników. W pracy [DeRuŚw02] przedstawiono schemat reguł frazowych opisujących składnię liczebników złożonych. Schemat ten stał się punktem wyjścia do konstrukcji opisu semantyczno-składniowego liczebników złożonych zaproponowanego w niniejszej pracy (rozdział 7.6).

Przepiórkowski [Przepió99] analizując składniowe własności liczebników (przede wszystkim kwestię uzgodnienia przypadka) i leksemów zbliżonych pod względem własności składniowych do 'typowych' liczebników, rozszerzył zakres kategorii liczebnika w oparciu o precyzyjne kryteria składniowe, dzieląc ją dalej na szereg subkategorii (przydatnych w dalszej części niniejszej pracy) [Przepió99:rozdz. 5.3]:

A) liczebniki główne typu *pięć* (z wyjątkiem *tysiąc*, *milion* itd.),
B) liczebniki główne *paucal* (ang. *paucal*), czyli *dwa*, *trzy* i *cztery*,
C) liczebniki zbiorowe (ang. *collective*) np. *pięcioro*, *czworo*,
D) *numeralizacje* (ang. *numeralisations*) - będące efektem procesu derywacyjnego w wyniku, którego [Przepió99:194]: "a non-numeral noun becoming a numeral", np. *tysiąc*, *milion*, *miliard*,
E) *liczebniki nieokreślone* (ang. *indefinite numerals*) – definiowane następująco [Przepió99:196]:

> "By indefinite numerals, we mean hare those lexemes which denote a certain imprecise quantity and which pattern with other numerals in triggering the 3rd person singular neuter morphosyntactic features on the verb when they occur in the subject position."

Ostatnia z subkategorii może być dalej podzielona na cztery „klasy" (ang. *classes*), czyli subkategorie niższego poziomu [Przepió99:rozdz. 5.3.2.4]:

C1) analogiczne do liczebników typu *pięć* np. *kilka*, *parę, wiele*, *ile*, *ileś*, *tyle*,
C2) *kolektywne* (ang. collective) np. *kilkoro*, *kilkudziesięcioro*,
C3) „zachowujące się" jak *tysiąc* (czyli numeralizacje o nieokreślonej liczbie) np. *część*, *mnóstwo*, *szereg*, *tuzin*, *większość*, *kawałek*, *garstka*,
C4) z defektywnym paradygmatem[113] np. *dużo*, *mało*, *trochę*, *sporo*,

7.2. Podstawowa struktura semantyczno-składniowa polskiej frazy nominalnej

Rozpatrując strukturę reprezentacji semantycznej prostych zdań w *SLS*, dwa mechanizmy powinny być obecne w reprezentacji każdej polskiej FN: aktywacja znacznika i pewna forma kwantyfikacji. W uproszczonej reprezentacji semantycznej angielskich FN, zaprezentowanej w rozdziale 6.4, obydwa mechanizmy były lokowane w determinatorze, czasami traktowanym jako wielosłowowy leksem oraz, do którego zaliczane były, zgodnie z tradycją, również liczebniki. Analizy zaprezentowane w poprzednim podrozdziale, sugerują, iż mimo istnienia przesłanek zachęcających do wydzielenia kategorii składniowej determinatora, pod każdym względem jest on odrębny od szeroko pojętego liczebnika (podobnie się zresztą dzieje w szczegółowej formalne analizie konstrukcji angielskich). Poszukiwania leksykalnych źródeł obydwu mechanizmów rozpoczniemy od syntezy struktury składniowej polskiej FN w oparciu o propozycje przedstawione w poprzednim podrozdziale. Punktem wyjścia jest przyjęcie założeń: liczebnikowego elementu głównego ([Przepió99] i [DeRuŚw02]), 'szerokiej' definicji kategorii liczebnika Przepiórkowskiego [Przepió99] oraz wyodrębnienia determinatora i frazy determinatorowej [Węgrzy95].

Biorąc pod uwagę pozycję frazy determinatorowej (DetP) na początku FN nominalnej, w pierwszym przybliżeniu, mamy:

(100) FN $\rightarrow$ DetP NumNP

Etykieta NumNP oznacza frazę liczebnikowo-nominalną, nawiązując nazwą bezpośrednio do idei Saloniego i Świdzińskiego [SalŚwi98] frazy nominalnej realizowanej przez grupy różnych typów, w tym również przez grupę liczebnikową.

[113] Tzn. nie odmieniające się lub nie posiadające wszystkich form.

Nawiązując do Węgrzynek (reguła (101)) i Derwojedowej *et. al.* (reguła (102)), poszczególne elementy składowe (100) możemy dalej rozbić na:

(101) DetP → (ModP) Det

(102) NumNP → NumP NKer

Składnik ModP to wspomniany wcześniej 'modalizator' Węgrzynek. Analogiczny element pojawia się również jako modyfikator frazy liczebnikowej u Derwojedowej et. al. Do uderzającego podobieństwa ich semantyki wrócimy później.

Hipotezę akceptacji tylko co najwyżej jednego determinatora w FN, wspierają przykłady 240) do 243) (poniżej):

*240) *każdy ten mężczyzna*

*241) *ci niektórzy mężczyźni*

242) ?? ten pewien mężczyzna

243) mężczyzna / mężczyźni

244) wszyscy ci mężczyźni

245) każdy z tych mężczyzn

Fraza 244) wydaje się być kontrprzykładem dla hipotezy. Jednak, jak to zostanie uzasadnione później (rozdział 7.7), 244) jest podobne pod względem swojej struktury semantycznej do 245). Różnią się jedynie odmianą narzucaną przez determinator całej FN: dystrybutywną w pierwszym przypadku (*każdy*) i kolektywną w drugim (*wszyscy*).

W regule (102), oryginalna etykieta 'NP' z pracy [DeRuŚw02: rozdz. 5], która mogłaby spowodować niejasność z dotychczasowym użyciem symbolu 'NP', została zastąpiona przez etykietę NKer (odczytywaną jako fraza jądrowa FN), której nazwa został zainspirowana przez propozycję Topolińskiej [Topoli84]. Fraza NumP to fraza liczebnikowa.

Wstępny szkielet reguł składniowych musi ulec zmianie, ponieważ, jak przykłady 246) do 254) (poniżej) pokazują, nie wszystkie determinatory mogą być łączone z NumP oraz obecność obydwu składników, tzn. DetP i NumP jest opcjonalna:

246) ten mężczyzna

247) tych trzech mężczyzn

248) jakiś pięciu mężczyzn

249) ?? ten jeden mężczyzna

250) każdy mężczyzna

251) ?każdych trzech mężczyzn

252) dwóch mężczyzn

253) ?wszyscy trzej mężczyźni

254) jakiś mężczyzna

Zgodnie z rozwiązaniami *SLS*, każda szczegółowa FN może wprowadzić tylko jeden znacznik dyskursu. Ponieważ w FN może wystąpić co najwyżej jedna DetP, jej reprezentacja semantyczna nasuwa się w oczywisty sposób, jako miejsce, w którym należałoby umieścić wyrażenie aktywujące znacznik. Problem sprawiają bardzo liczne FN pozbawione DetP.

Równie oczywistym miejscem do włączenia mechanizmu kwantyfikacji jest reprezentacja semantyczna NumP. Tutaj jednak, poza brakiem NumP w wielu FN, pojawia się dodatkowy problem obecności aspektu kwantyfikacji w wielu determinatorach np. tradycyjnie, Det(*jakiś*) jest postrzegany jako typowy wykładnik logicznej kwantyfikacji egzystencjalnej [Grzeg95:126]. W przypadku obecności determinatora, nawet jeżeli w strukturze danej FN NumP nie jest jawnie zrealizowana leksykalnie, to jakiś aspekt kwantyfikacji wiąże się z liczbą morfologiczną rzeczownika (przynajmniej mamy rozróżnienie pomiędzy pojedynczym obiektem a bliżej nieokreśloną liczbą obiektów) [Topoli84]. Oznaczałoby to, że w każdym przypadku obecności Det w strukturze FN, pojawiałyby się dwa kwantyfikatory w reprezentacji semantycznej FN: jeden w reprezentacji Det i jeden w reprezentacji NumP lub liczby. Z technicznego punktu widzenia nie ma przeciwwskazań dla wprowadzenia więcej niż jednego kwantyfikatora do reprezentacji semantycznej FN. *SLS* mogło by być rozszerzone o operację kompozycji proto-kwantyfikatorów. Jednakże przykłady 251) i 253) pokazują, że występowanie jawnie kwantyfikujących determinatorów razem z NumP w FN jest ograniczone do specyficznych kontekstów. FN 251) jest akcep-

towalna w specyficznych kontekstach, gdzie mówimy o trzyelementowych grupach obiektów - trzy pełni tu rolę jednostki miary. Natomiast do budowy FN 253) wrócimy analizując ją jako złożenie Det z referencyjną, kolektywną FN przekształconą do frazy jądrowej zastosowaniem odpowiedniej reguły (rozdział 7.7).

Uwzględniając powyższe obserwacje, wydaje się być koniecznym podzielenie determinatorów na dwie semantyczne subkategorie: kwantyfikujących i niekwantyfikujących, rozróżnione poprzez dodatkowy atrybut w gramatyce.

Do kompozycyjnego opisu składni i semantyki polskiej FN, zostanie wykorzystany niedospecyfikowany formalizm wprowadzony wcześniej na potrzeby opisu przykładów angielskich (rozdział 6.4). W analogiczny sposób, chociaż zupełnie niezależnie od G_{SN}, będą numerowane reguły leksykalne i frazowe. Powstałą gramatykę będziemy nazywać $G_{SN\text{-}PL}$. Dodatkowy indeks dolny *PL* zostanie dołączony do reguł $G_{SN\text{-}PL}$ dla odróżnienie ich od reguł gramatyki G_{SN} np. $LI1_{PL}$). Będzie on jednak pomijany wszędzie tam, gdzie nie powinno to wprowadzić niejasności.

Gramatyka $G_{SN\text{-}PL}$ w dziedzinie opisu składniowego stanowi przede wszystkim pochodną sformułowanej koncepcji podstawowej struktury semantyczno-składniowej polskiej FN. Niemniej wiele brakujących elementów, szczególnie na poziomie opisu morfo-syntaktycznego poszczególnych podstawowych kategorii składniowych, została zaczerpniętych z istniejących gramatyk formalnych języka polskiego Szpakowicza [Szpako83] i Świdzińskiego [Świdzi92], zapisanych w formalizmie *DCG*. Gramatyki te zostały wybrane ze względu na prostotę formalizmu *DCG*, zbliżonego pod względem siły ekspresji do formalizmu $G_{SN\text{-}PL}$. Dodatkowo, w dziedzinie nadawania wartości przypadka w obrębie fraz nominalnych, $G_{SN\text{-}PL}$ została oparta na opisie polskiej składni zaproponowanym przez Przepiórkowskiego *et. al.* i wyrażonym w formalizmie *HPSG* [PolSag94]. Ze względu na siłę ekspresji *HPSG* byłoby trudne skorzystanie z rozwiązań proponowanych w pracy [Przepió99] większym zakresie.

Wzorując się na rozwiązaniu zaproponowanym przez Świdzińskiego w $G_{SN\text{-}PL}$ cechy morfo-syntaktyczne liczby i rodzaju zostały opisane jednym atrybutem rodzaj-liczba nazwanym *GNum* o następującej liście wartości [Świdzi92:86] (w nawiasach podane są możliwe wartości *GNum*):

> *męskoosobowa-pojedyncza* (mos-poj), *męskoosobowa-mnoga* (mos-mno), *męskozwierzęco-pojedyncza* (mzw-poj), *męskozwierzęco-mnoga* (mzw-mno), *męskonieżywotno-pojedyncza* (mnż-poj), *męskonieżywotno-mnoga* (mnż-mno), *nijako-pojedyncza* (nij-poj), *nijako-mnoga* (nij-mno), *żeńsko-pojedyncza* (żeń-poj), *żeńsko-mnoga* (żeń-mno), *przymnoga*[114] (pt-mno).

Przyjęta została standardowa lista wartości atrybutu reprezentującego przypadek (*Case*):

przypadek: *mianownik* (nom), *dopełniacz* (gen), *celownik* (dat), *biernik* (acc), *narzędnik* (ins), *miejscownik* (loc), *wołacz* (voc)

Istnienie zaimków, przysłówków łączących się tylko z zanegowanymi formami czasownika, jak np. *żaden*, *nikt*, *nigdy* sprawia problem zarówno w opisie składniowym, jak i (chyba poważniejszy) w opisie semantycznym. W niniejszej pracy przyjęte zostało rozwiązanie postulowane między innymi w pracy [PrzKMM01:rozdz. 8], polegające na potraktowaniu negacji jako cechy morfo-syntaktycznej oraz postrzeganiu leksemu *nie* jako niesamodzielnego morfologicznego prefiksu czasownika. Efektem tego jest wprowadzenie do gramatyki binarnego atrybutu *Neg*. Niezbędny mechanizm uzgadniania i dziedziczenia wartości *Neg* zostanie opisany w $G_{SN\text{-}PL}$ w bardzo uproszczonej postaci. Zostaje on wprowadzony tylko po to, aby rozważyć możliwą interpretację semantyczną *zaimków negatywnych* [PrzKMM01:234] (oraz zdań je zawierających). W przypadku zaimków, które mogą wystąpić zarówno w zanegowanych jak i niezanegowanych zdaniach, przyjmowana będzie niejednoznaczność wartości *Neg* tzn. *Neg* = –/+.

Niekwantyfikujące determinatory (źródło kwantyfikacji FN leży poza nimi) są opisywane regułą:

[114] Czyli *plurale tantum*.

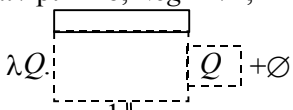
LI1) Det[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-poj / mos-mno / ... / pt-mno, *Neg*= –/+,

Quant= –, *Lex*= *jakiś / jacyś / ...*]+

LI2) Det[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-poj / mos-mno / ... / pt-mno, *Neg*= –/+,

Quant= –, *Lex*= *pewien* / *pewni* / ... / *jeden* / *jedni* / ...]+

LI3) Det[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-poj / mos-mno / ... / pt-mno, *Neg*= –/+,



Quant= –, *Lex*= *ten* / *ci* / ...]+

Zgodnie z tym co zostało powiedziane powyżej, aby uniknąć podwójnego kwantyfikatora w reprezentacji semantycznej FN i jednocześnie uwzględniając fakt łączenia się niekwantyfikujących determinatorów z frazami NumNP zawierającymi różne liczebniki (a tym samym różne kwantyfikatory), w regułach LI1)-LI3) przyjęte zostało 'zewnętrzne źródło kwantyfikacji'. W reprezentacji semantycznej każdej z reguł zawarte są jedynie wyrażenia aktywujące znacznik wraz z ewentualnym wyrażeniem operatora referencyjnego. Definicje symboli graficznych użytych powyżej wprowadzone zostały jako element składowe już w rozdziale 6.4.2. 'Zewnętrznym źródłem kwantyfikacji', w proponowanej analizie, jest zawsze albo NumP albo morfologiczna liczba interpretowana, jako modyfikacja typu reprezentacji semantycznej NKer (ang. *type lift*).

Zarówno *ten*, jako i *pewien* wprowadzają operator referencji. Różnica w ich znaczeniu jest interpretowana jako różnica we wprowadzanej presupozycji [Piasec98, Piasec99, Piasec00a]. W przypadku *ten*, reguła LI3), odbiorca powinien zidentyfikować dokładnie jednego referenta (np. [Grzeg95,Topoli84]), natomiast w przypadku *pewien* mamy do czynienia z presupozycją słabą (opisującą użycie krypto-nieokreślone), w przypadku której, jak już to było omawiane (rozdział 3.4), odbiorca powinien podjąć próbę identyfikacji referenta, ale nie oczekuje się, że zidentyfikuje dokładnie jednego. Odbiorca może mieć szereg hipotez na tożsamości referenta, wyrażanych w *SLS* poprzez utworzony zbiór powiązań dla znacznika wprowadzonego przez FN zawierającą determinator *pewien*.

Wątpliwości może budzić fakt zaliczenia leksemu *jeden* w regule LI2) do kategorii determinatorów. Zarówno Saloni i Świdziński [SalŚwi98], jak i Przepiórkowski [Przepió99], wykluczają *jeden* z liczebników i wskazują na jego przymiotnikowy charakter pod względem uzgodnień. Węgrzynek [Węgrzy95] nie wyróżnia leksemu *jeden*, także brakuje informacji o jego zaklasyfikowaniu. Natomiast Topolińska jednoznacznie postrzega *jeden* jako wykładnik krypto-nieokreślonego użycia [Topoli84:314], zauważając jednocześnie jego typowe przypisanie do liczebników. Wydaje się, że *jeden* może być użyty w obydwu funkcjach: jako wykładnik sposobu identyfikacji i jako wykładnik ilości obiektów reprezentowanych przez daną FN, np. mamy (przykład 255) pochodzi z [Topoli84:314])

255) *Wyczytałem to w <u>jednej książce</u>* (=*pewnej książce*).
256) *Każdy student otrzymał <u>jedno zadanie</u> (≠pewnej książce).*
257) *<u>Ten jeden cios</u> przesądził o losach pojedynku.*
258) ?? *Chłopiec jest jeden.*

W zdaniu 255) *jeden* jest synonimiczny z determinatorem *pewien*. W zdaniach 256) i 257) zachowuje się jak 'typowy' liczebnik, współwystępując nawet z determinatorem *ten*. O przynależności *jeden* do Det, świadczyć też może wątpliwa akceptowalność przykładu 258).

Podsumowując, wydaje się, że w przypadku *jeden* mamy do czynienia z homonimicznością form dwóch różnych leksemów: Det(*jeden*) i Num(*jeden*). Takie też rozwiązanie zostaje przyjęte w niniejszej pracy[115].

Determinatory kwantyfikujące są 'samowystarczalne' w odniesieniu do aktywacji znacznika i kwantyfikacji (reguły LI4) poniżej). To co im brakuje, to specyfikacja komponentu deskryptywnego. Różnica znaczenia pomiędzy *każdy* i *wszyscy* jest postrzegana przede wszystkim jako różnica we wyrażanym "typie kwantyfikacji" [Grzegor95]. Grzegorczykowa [Grzegor72] postrzega *każdy* i *wszyscy* jako typowe wykładniki leksykalne odmiany odpowiednio: dystrybutywnej i kolektywnej. Rzeczywiście wydaje się być niemożliwe znalezienie przykładów wskazujących na kolektywne, lub choćby neutralne, użycie *każdy*. Jednak kwestia odmiany *wszyscy* nie jest już tak oczywista np.:

*259) *Każdy mieszkaniec zgromadził się na placu.*
260) Jan zapakował wszystkie książki, część razem, część, osobno do pudełek.
261) Wszyscy zawodnicy zaliczyli po jednej wysokości.

Większość z kwantyfikujących determinatorów zawiera relatywne kwantyfikatory jako jeden z aspektów swojego znaczenia. Próbując przenieść test (rozdział 3.3.6) rozróżniający pomiędzy mocnymi (tu relatywnymi) i słabymi (tu absolutnymi) kwantyfikatorami, oparty na zdaniach egzystencjalnych na grunt języka polskiego, otrzymujemy:

*262) *Istnieje(ą) **każdy** człowiek / **wszyscy** ludzie, który / którzy...*
*263) *Istnieje większość ludzi, którzy ...*
*264) *Istnieje **ten** człowiek, który ...*
*265) *Istnieją **wszelkie** genialne pomysły na zarabianie pieniędzy.*
*266) Istnieje dwóch / kilku / dużo / mało ludzi / jeden / **niejeden** człowiek, którzy / który...*
*267) Istnieje **jakiś** / **pewien** uczeń, który ...*
*268) ?? Nie istnieje **żaden** uczeń w tej szkole, który ...*

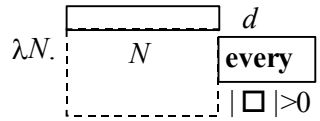
Podobnie jak w przypadku testu dla języka angielskiego użycie wyrażeń referencyjnych, przykład 264), również powoduje brak akceptowalności, w przeciwieństwie do wyrażeń atrybutywnych, przykład 267).

Wyjaśnieniem braku akceptowalności zdań 262) i 265) (a także 268), gdzie jednak dodatkowo dochodzi problem negacji omawiany poniżej, może być presupozycja istnienia niepuste zbioru bazowego wprowadzana przez relatywne kwantyfikatory. Mamy w tym momencie do czynienia z podwójnym stwierdzeniem egzystencjalnym dotyczącym tego samego zbioru obiektów.

Jeżeli przyjmiemy, że negacja jest cechą morfo-syntaktyczną to znaczenie *żaden* sprowadza się, poza aktywacją znacznika, do kwantyfikacji uniwersalnej zastosowanej w ramach zasięgu negacji zdaniowej.

Podsumowując powyższe rozważania, można zaproponować opis kwantyfikujących determinatorów za pomocą poniższych reguł $G_{SN\text{-}PL}$ (pełna lista reguł w dodatku B):

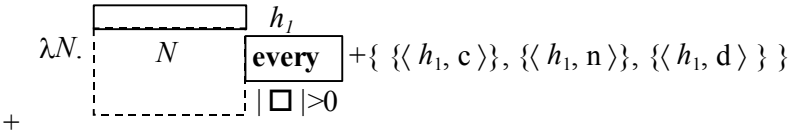
LI 4a) Det[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-poj / mzw-poj / mnż-poj / ... , *Neg*= –/+,



Quant= +, *Var*=d, *Lex*= *każdy* / *każdy* / *każde* / ...]+ ,

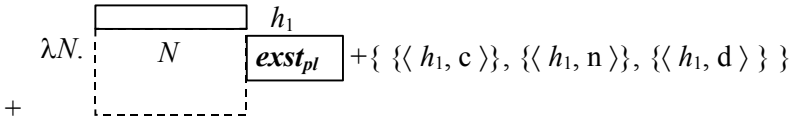
gdzie **every** to proto-kwantyfikator zdefiniowany w ramach G_{SN}.

LI 4b) Det[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-mno / mzw-mno / mnż-mno /...,
Neg= –/+,*Quant*= +, *Var*=h_1 , *Lex*= *wszyscy* / *wszystkie* / *wszystkie* / ...]

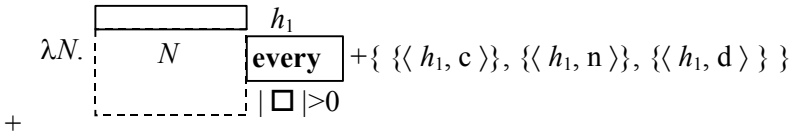


[115] Węgrzynek wyjaśnia również poprzez homonimiczność cechy składniowe *inny* (Det i Adj), *taki* (Det i Adv) i *sam* (Det i Adj).

LI 4c) Det[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-poj / mzw-poj / mnż-poj / ..., *Neg*= –/+,
Quant= +, *Var*=h_1 , *Lex*= *niejeden* / *niejeden* / *niejedno* / ...]

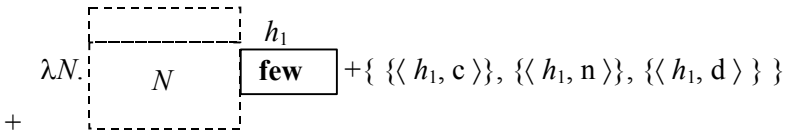


LI 5) Det[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-poj / mzw-poj / mnż-poj / ...,
Neg= +,*Quant*= –, *Var*=h_1 , *Lex*= *żaden* / *żaden* / *żadne* / ...]

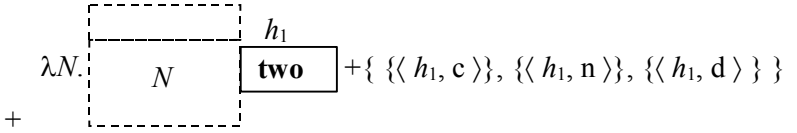


Głównym zadaniem reprezentacji semantycznej NumP jest ‘dostarczenie’ kwantyfikatora do reprezentacji FN. Podobnie jak w klasycznym podejściu Montague, reprezentacja NumP partycypuje razem z DetP w definicji szkieletu reprezentacji FN, wyznaczając pozycje dla pozostałych elementów[116]. Ponieważ w najprostszym przypadku NumP składa się z pojedynczego liczebnika, zadania te ‘propagują się’ w dół do poziomu reprezentacji liczebnika.

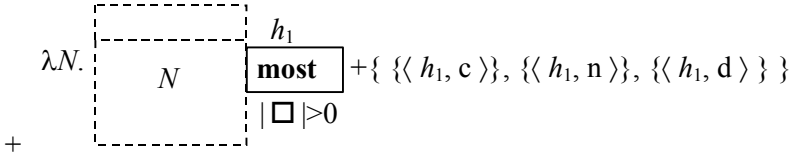
LI 6) Num[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-mno / mzw-mno /..., *NClass*=C1,
Neg= +, *Quant*= –, *Var*=h_1 , *Lex*= *kilku* / *kilka* / *kilka*...]



LI 6a) NumOne[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-mno / mzw-mno / mnż-mno /...,
NClass=C0, *Neg*= +, *Quant*= –, *Var*=h_1 , *Lex*= *dwaj* / *dwa* / *dwa*...]



LI 7) Num[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= żeń-mno, *NClass*=C3,
Neg= +,*Quant*= –, *Var*=h_1, *Lex*= *większość* / *większości* / ...]



Interpretacja symboli proto-kwantyfikatorów **few** i **most** pozostaje identyczna, jak przyjęta na potrzeby gramatyki G_{SN} (rozdział 6.4.2).

Liczebniki należące do poszczególnych subkategorii różnią się między sobą pod względem narzucanych wymagań co do przypadka i sposobu uzgadniania liczby-rodzaju [Przepió99]. Dodatkowo część z nich wykazuje również istotnie różne własności składniowe w połączeniach z determinatorami (dalej w niniejszym podrozdziale). Aby umożliwić uproszczony opis ich własności składniowych, wprowadzony został dodatkowy atrybut *klasy liczebnika* (nazwanego *NClass*), którego wartości nawiązują do podziału liczebników nieokreślonych na cztery „klasy” wprowadzonego przez Przepiórkowskiego [Przepió99] (wspominanego wcześniej). Aczkolwiek klasy Przepiórkowskiego odnoszą się tylko do podziału subkategorii liczebników nieokreślonych,

[116] Rozwiązanie to ma charakter konwencjonalny, przypadkowo jednak dobrze współgra z przyjętą tu koncepcją liczebnika jako elementu głównego FN.

wartości atrybutu *NClass* można rozciągnąć poprzez analogie wskazane w pracy [Przepió99] na inne subkategorie liczebników. I tak mamy dla:

- liczebników głównych typu *pięć* – *NClass*=C1,
- liczebników zbiorowych – *NClass*=C2,
- numeralizacji – *NClass*=C3.

Brakuje jednak symbolu dla liczebników *paucal*. Wartością *NClass* dla tych liczebników będzie C0.

Najprostsza z fraz NumP (na której poprzestaniemy w niniejszym podrozdziale) określona jest:

PS n1) NumP[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+L+F_L → Num[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+L+F_L

Reprezentacja semantyczna prostych fraz jądrowych (jednowyrazowych) sprowadza się do wyrażenia *SLS* zawierającego predykat rzeczownikowy wyrażający aspekt deskryptywny.

LI 8) N[*Case*= mian/dop/.../woł, *GNum*= żeń-mno / żeń-poj, *Lex*= *kobieta* / *kobiety* / *kobiecie* / ...]+ λ*p*.[*p* | **kobieta**] +∅

PS k1) NKer[*Case*=α, *GNum*=η, *VarAgr*= -]+N+F_N → N[*Case*=α, *GNum*=η]+N+F_N

PS k2) NKer'[*Case*=α, *GNum*=η, *VarAgr*= -]+N+F_N → NKer[*Case*=α, *GNum*=η]+N+F_N

Analiza semantyczna złożonych fraz jądrowych zostanie przeprowadzona w podrozdziale 7.3. Ze względu na konieczność wprowadzenia minimalnego przynajmniej poziomu szczegółowości w opisie modyfikacji frazy jądrowej przez frazę przymiotnikową, konieczne okazało się wprowadzenie dodatkowego poziomu frazy jądrowej, oznaczonego jako kategoria wzmocniona NKer' [BolcMy92]. W zamierzeniu NKer' jest poziomem, na którym dołącza się jedna jedyna fraza przymiotnikowa (dokładny opis rozdział 7.3).

Zgodnie założeniami przyjętymi na początku niniejszego rozdziału, 'wzorcowa' konstrukcja FN opiera się na kolejnym dołączaniu do 'jądra' w postaci NKer fraz: NumP i DetP.

Przystępując do opisu składni frazy liczebnikowej dotykamy jednego z najbardziej kontrowersyjnych problemów składni języka polskiego, którego rozwiązaniu poświęcono dużą liczbę prac [PrzKMM01]. Mając świadomość złożoności problemu oraz wielości propozycji w tym obszarze (koncentrując się przy tym w niniejszej pracy konsekwentnie na semantyce FN), przyjmiemy jako założenie wyjściowe rozwiązanie zaproponowane przez Przepiórkowskiego (np. [Przepió99, PrzKMM01]). Jednak ich bezpośrednie przeniesienie do $G_{SN\text{-}PL}$ okazało się trudne. Rozwiązania Przepiórkowskiego zostały zapisane w formalizmie *HPSG* [PolSag94], odznaczającego się bogatą siłą ekspresji. Ich translacja do prostego, płaskiego, frazowego formalizmu $G_{SN\text{-}PL}$ spowodowałaby wprowadzenie wielu dodatkowych atrybutów (np. umożliwiających rozróżnienie pomiędzy przypadkiem nadawanym strukturalnie i leksykalnie) i dużą niejasność opisu, w której mogłyby 'zgubić się' proponowane tu rozwiązania w dziedzinie semantyki. Dlatego też zachowując ducha propozycji Przepiórkowskiego, wprowadzono szereg uproszczeń w opisie przyjętym w $G_{SN\text{-}PL}$.

Przyjęto w uproszczeniu, że wartość przypadka frazie NKer', wewnątrz frazy NumNP, jest nadawana przez liczebnik tzn. przez NumP. Konkretny sposób nadawania wartości przypadka zależy jednak od klasy liczebnika np. liczebniki klasy C1 (w rozumieniu $G_{SN\text{-}PL}$ tzn. typu *pięć*) nadają przypadek dopełniacza frazie NKer'. W przypadku niektórych klas liczebników możemy mieć do czynienia z dwoma sposobami nadawania wartości przypadka np. *trzej faceci* / *trzech facetów* [Przepió99:191]. Natomiast bez zmian przyjęto zasadę przypisywania przypadka biernika całej FN na pozycji podmiotu (reguły dla zdań prostych, dalej w pracy), gdy zawiera ona niektóre liczebniki nadające NKer' przypadek dopełniacza np. klasy C1.

Wydaje się jednak, iż mimo przyjętych uproszczeń w dziedzinie składni, proponowane tu rozwiązania semantyczne będzie można w przyszłości łatwo dostosować do budowy kompozy-

cyjnego opisu na bazie bardziej wyrafinowanego opisu składniowego np. pełnej koncepcji Przepiórkowskiego.

PS nn1)NumNP[*Case*=α, *GNum*=η, *QLifted*= –, *NClass*=μ, *Var*=w]+ $L([\Theta(f_L,f_N)]N)$
+{ f: $\exists f_L \in F_L.\exists f_N \in F_N.(f=f_L \bullet(\Theta(f_L, f_N)^\circ f_N) \wedge$ (u= - $\vee$ [f]w = [f][$\Theta(f_L,f_N)$]u)) } →
NumP[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+L+F_L
NKer'[*Case*=β, *GNum*=η, *VarAgr*=u]+N+F_N
{ (u= - $\vee \exists f_L \in F_L.\exists f_N \in F_N.([f_L]$w = $[f_N]$u)) $\wedge$ ((β=α $\wedge$ μ=C0)
$\vee$ (β=gen $\wedge$ (μ=C1 $\vee$ μ=C2 $\vee$ μ=C3 $\vee$ μ=C4)) $\vee$ (β=gen $\wedge$ μ=C0 $\wedge$ η=mos-mno)) }

Pierwsza część złożony warunku logicznego określa uzgodnienie wartości odmiany. Natomiast druga część wyraża przyjęte tu zasady nadawania wartości przypadka. Nadawany wartość przypadka jest identyczny z wartością przypadka NumP, będącym jednocześnie przypadkiem całej FN, tylko dla liczebników klasy C0 czyli liczebników *paucal*. Dla pozostałych klas liczebników nadawany jest przypadek dopełniacza. Ostatni człon warunku opisuje wspomnianą powyżej możliwość podwójnego sposobu nadawania wartości przypadka.

Wprowadzony dodatkowy atrybut *QLifted* spowodowany jest możliwością nieobecności NumP we FN. Do problemu tego wrócimy poniżej.

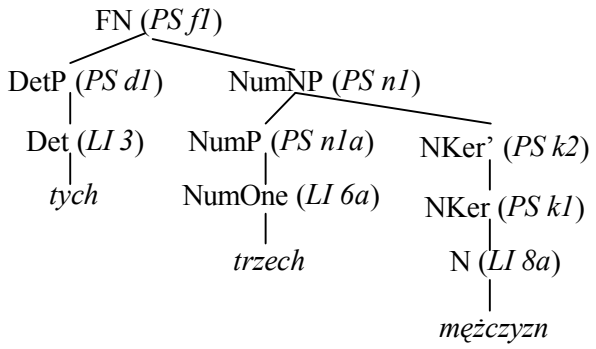
PS f1) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*= 3os, *Neg*=μ, *NClass*=β, *Var*=w, *Gap*= -]+ $D(N)$+F_N →
DetP[*Case*=α, *GNum*=η, *Neg*=μ, *Quant*= –]+D+F_D
NumNP[*Case*=α, *GNum*=η, *QLifted*= +/–, *NClass*=β, *Var*=w]+N+F_N

Reprezentacja semantyczna determinatorów niekwantyfikujących nie zawiera metazmiennych, dlatego też w regule PS f1) zbiór wypełnień wnoszony przez determinator jest ignorowany oraz nie ma potrzeby zmiany nazw zmiennych w *D* przed redukcją.

Jako przykład wykorzystania dotychczas wprowadzonych reguł, rozważmy strukturę FN 247) (powtórzona poniżej):

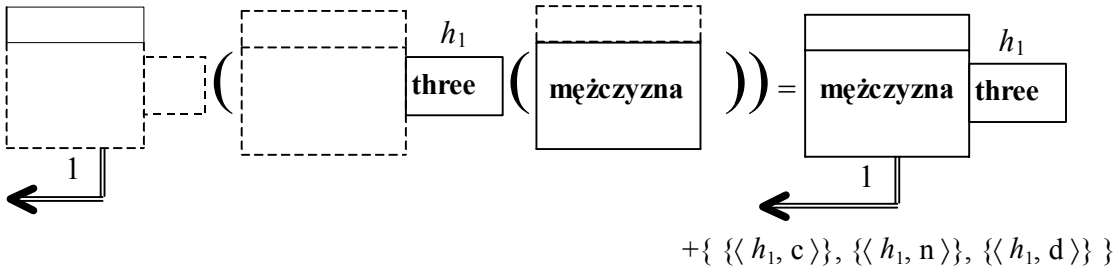
247) tych trzech mężczyzn

Frazie 247) przypisana zostaje następująca struktura składniowa (Rys. 7.2-1 poniżej):



Rys. 7.2-1 Struktura składniowa frazy nominalnej 247).

Następnie, frazie 247) kompozycyjnie, na podstawie struktury przedstawionej na Rys. 7.2-1 zostaje przypisana reprezentacja semantyczna na Rys. 7.2-2 (poniżej):



Rys. 7.2-2 Reprezentacja semantyczna frazy nominalnej 247).

FN 247) to 'pełna' FN ze zrealizowanymi leksykalnie DetP i NumP. W przypadku typowych wypowiedzi rzadko jednak można spotkać pełne FN. Mają one charakter nacechowany, szczególnie w odniesieniu do referencyjności wyrażanej przez DetP (np. [Topoli84]). Przykłady 246), 252) i 254) ilustrują przypadki, gdy jedna z pozycji DetP lub NumP pozostaje niezrealizowana leksykalnie lub nawet obie jak w przypadku 243). Jednakże, FN pozbawiona DetP, użyta w prostym niezanegowanym zdaniu, może być również poprzednikiem anaforycznym dla FN (szczególnie zaimkowych) następujących po niej. Pokazują to następujące przykłady:

269) Na rogu ulicy stoi ***budynek***[1]*. Pomalowano* ***go***$_1$ *w żółto-brązowe pasy.*

270) ***Dwóch profesorów***[1] *sprawdziło prace. Nie zdążyli* ***oni***$_1$ *jeszcze ogłosić wyników.*

W myśl rozwiązań zaproponowanych w *DRT* i *SLS*, zdolność danej FN do bycia poprzednikiem anaforycznym oznacza, że jej reprezentacja semantyczna wprowadza do kontekstu interpretacji nowy znacznik dyskursu (aktywuje w *SLS*).

FN pozbawione DetP są bardzo często niejednoznaczne pod względem ich referencyjności. Mogą być użyte:

- anaforycznie (np. [Topoli84:328]) poprzez powtórzenie frazy (często niepełne) np.

271) Na ulicę bawiąc się ***piłką***[1] *wyszła mała dziewczynka.* ***Piłka***$_1$ *potoczyła się pod stopy jakiegoś przechodnia.*

- lub też referencyjnie – pokazały to np. eksperymenty Szwedka [Szwede76] – większą tendencję do odczytania referencyjnego mają FN przesunięte linearnie na początek zdania (to samo zresztą zostało również zaobserwowane w przypadku anaforycznych FN, szczególnie tych pozbawionych DetP, ilustracją może tu również być cytowany powyżej przykład 271)).

Wydaje się jednak, że FN zawierające NumP nie mogą być interpretowane jako referencyjne (w sensie modelu lingwistycznego – rozdział 3.3.9) np.

272) ****Dwóch / kilku profesorów***[1] *sprawdziło prace.*
Dwóch / kilku profesorów$_1$ *opuściło pokój.*

273) ***Dwóch / kilku profesorów***[1] *sprawdziło prace.*
Tych dwóch / kilku profesorów$_1$/***profesorowie***$_1$ *opuściło pokój.*

Ponieważ do tej pory wyrażenie aktywujące było zawarte jedynie w reprezentacji semantycznej DetP, brak DetP w FN sprawiałby, że nie zostałby aktywowany nowy znacznik dla danej FN. Ponieważ jest to sprzeczne z obserwacjami przedstawionymi powyżej, konieczne jest zaproponowanie kolejnego mechanizmu znaczeniowego.

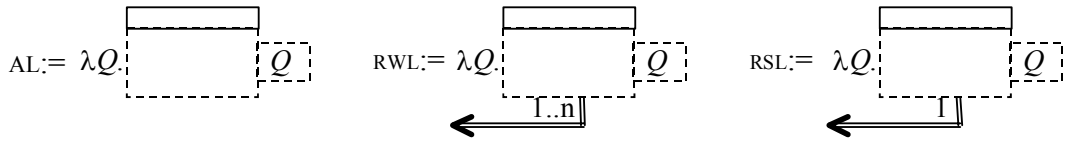
Brak DetP może być rozwiązany na dwa sposoby:

- poprzez wprowadzenie niejednoznacznego (lub niedospecyfikowanego) *pustego determinatora* (notorycznie pozbawionego leksykalnej realizacji),
- lub też poprzez zastosowanie odpowiedniej operacji modyfikacji typu reprezentacji semantycznej NumNP, na wzór *type lifts* zastosowanych przez van der Doesa [Does94] (rozdział 4.4.2) do reprezentacji odmiany.

Wprowadzanie pustego elementu struktury składniowej jest zawsze mało pożądanym rozwiązaniem[117]. Znacznie lepszym z punktu widzenia elegancji stosowanym metod wydaje się być drugie rozwiązanie. Ponieważ jednak w ogólnym przypadku brak DetP może być niejednoznacz-

[117] Można w ten sposób rozwiązać prawie każdy problem.

ny pomiędzy atrybutywnym i referencyjnym użyciem oraz pomiędzy presupozycją słabą i unikalną, niezbędne jest wprowadzanie trzech różnych *modyfikatorów referencyjności*, nazwanych AL (od ang. *attributive type lift*), RWL i RSL. Modyfikatory zmieniają typ wyrażenia *SLS* z typu odpowiadającego reprezentacji semantycznej NumNP na typ odpowiadający reprezentacji FN. Definicje modyfikatorów zostały zaprezentowane na Rys. 7.2-3 w postaci wyrażeń graficznych *SLS*. Nie przypadkowo definicje modyfikatorów są podobne do reprezentacji semantycznej determinatorów: *jakiś*, *pewien* i *ten*. Nawiązują w ten sposób do postulowanego przez Topolińską [Topoli84] nacechowanego charakteru użycia tych determinatorów we FN.



Rys. 7.2-3 Definicje modyfikatorów referencyjności.

Analiza przykładów 272) i 273) pokazuje, że możliwa referencyjność i presupozycja FN zawierających i niezawierających NumP jest różna. Obecność NumP w strukturze NumNP będzie rozróżniana w $G_{SN\text{-}PL}$ poprzez wartości atrybutu *QLift*, odpowiednio: '–' (brak) i '+'. Atrybut ten wyraża jednocześnie zastosowanie jeszcze jednej modyfikacji typu (do zagadnienia tego wrócimy za chwilę). W przypadku FN zawierających NumP i niezawierających DetP, jedyną możliwą wydaje się być interpretacja atrybutywna, budowana poprzez zastosowanie modyfikatora AL (odpowiadającego *jakiś*):

PS f2) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=3os, *Neg*= +/–, *NClass*=β, *Var*=w, *Gap*= -]+ AL(*N*)+F_N →
NumNP[*Case*=α, *GNum*=η, *QLifted*= –, *NClass*=β, *Var*=w]+*N*+F_N
{ **in_lst**(β, [C0, C1, C2, C3]) }

Natomiast w przypadku FN nie zawierających DetP i NumP, możliwe są zarówno interpretacje atrybutywne jak i referencyjne np. możliwe jest powiązanie anaforyczne:

274) ***Dwóch / kilku profesorów***[1] *sprawdziło prace.* ***Profesorowie***$_1$ *opuścili pokój.*

W zdaniu 271) *piłka* również ma tendencję do interpretacji anaforycznej, natomiast FN(*mała dziewczynka*) może być użyta zarówno atrybutywnie, jak i referencyjnie. Nie jest jasne jednak, czy możliwe jest przypisywanie referencyjnym FN pozbawionym DetP presupozycji unikalnej, np.

275) ?? *Test pisało kilka osób: uczniowie i studenci. Trzy zadania zrobił ten student.*
276) *Test pisało kilka osób: uczniowie i studenci. Trzy zadania zrobił pewien student.*
277) *Test pisało kilka osób: uczniowie i studenci. Trzy zadania zrobił jakiś student.*
278) *Test pisało kilka osób: uczniowie i studenci. Trzy zadania zrobił student.*

Dyskurs 275) można zaakceptować z trudem, jeżeli w ogóle, to tylko dlatego, że na zasadzie akomodacji presupozycji przyjmujemy istnienie referenta. W pozostałych przypadkach: 276), 277) i 278) akceptowalność dyskursów wydaje się być niekwestionowana. Sugerowałoby to, że frazie FN(*student*) w 278) możemy przypisywać interpretacje analogiczne jak w 276) i 277). Rzeczywiście dyskurs 278) może mówić o osobie, którą nadawca jest w stanie zidentyfikować lub nie. Jednak jeżeli rozważyć kolejny przykład:

279) ?? *Test pisało kilka osób: uczniowie i studenci. Student zrobił trzy zadania.*

gdzie FN(*student*) zostaje przesunięta na pozycję inicjalną, co według badań Szwedka [Szwede76] wprowadza tendencję do referencyjnej interpretacji tej FN, to okazuje się, że akceptowalność dyskursu jest znowu wątpliwa. Tym samym rozpatrywana FN(*student*) uzyskuje trzecią możliwą interpretację tym razem zbliżoną do *ten student*. Mając na uwadze powyższe obserwacje i pozostawiając kwestię interpretacji porządku linearnego zdania (jak również kwestie prozodii) poza obszarem zjawisk poddawanych opisowi w $G_{SN\text{-}PL}$, dopuszczone zostają wszystkie trzy interpretacje[118] FN pozbawionych DetP i NumP:

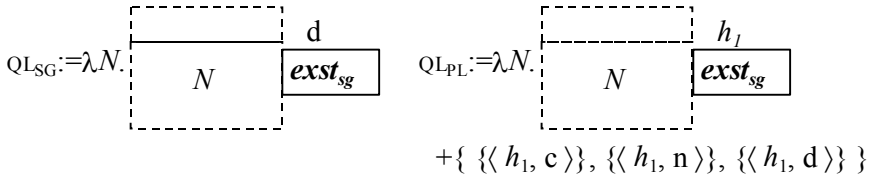
[118] Niemniej, nie wszystkie trzy są jednakowo prawdopodobne we wszystkich szeroko pojętych kontekstach użycia.

PS f3) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=3os, *Neg*=+/–, *NClass*=β, *Var*=w, *Gap*= -]
$+h_1$([Θ({{⟨h_1,AL⟩}},F_N)]*N*)
+{ *f*: ∃f_D∈{{⟨h_1,AL⟩}, {⟨h_1,RWL⟩}, {⟨h_1,RSL⟩}}.∃f_N∈F_N.(*f*=f_D •(Θ(f_D , f_N)°f_N) } →
NumNP[*Case*=α, *GNum*=η, *QLifted*= +, *NClass*=β, *Var*=w] +*N*+F_N
{ **in_lst**(β, [C0, C1, C2, C3]) }

W regule PS f3) arbitralny wybór jednego z wypełnień modyfikatora jako argumentu operatora Θ generującego zmianę nazw meta-zmiennych jest uprawniony faktem, iż we wszystkich wypełnianiach danego wyrażenia niedospecyfikowanego *SLS* zbiór meta-zmiennych jest identyczny.

W regule PS f3) możliwość użycia wszystkich trzech modyfikatorów referencyjności została zamodelowana poprzez mechanizm niedospecyfikowania, gdzie wartością meta-zmiennej jest całe wyrażenie *SLS*. Ponieważ te złożone wartości meta-zmiennych nie powodują konfliktów z wartościami potencjalnych innych meta-zmiennych (do zagadnienia konstrukcji reprezentacji semantycznej złożonych NKer wrócimy w rozdziale 7.3), nie ma potrzeby nakładania dodatkowych warunków na wynikowy zbiór wypełnień. Jednak ewentualny warunek na sposób tworzenia wynikowego zbioru wypełnień mógłby być znakomitym środkiem do wyrażania wpływu takich elementów kontekstu interpretacji, jak porządek linearny na zbiór dopuszczalnych interpretacji danej FN.

Częsty brak NumP w FN, a co za tym idzie brak kwantyfikatora wprowadzanego przez reprezentację NumP, wymusza przyjęcie rozwiązania podobnego do modyfikatorów referencyjności. Jednakże, w tym przypadku sytuacja jest o tyle prostsza, że cecha liczby, czyli tutaj rodzaju-liczby, wnosi pewną informację o ilości obiektów, które będą reprezentowane przez daną NumP. Kontekst użycia *modyfikatorów kwantyfikacji* jest zawsze jednoznacznie określony, nie ma potrzeby wprowadzania niedospecyfikowania reprezentacji w odniesieniu do nich. Wprowadzone zostają dwa *modyfikatory kwantyfikacji*: liczby pojedynczej, oznaczany QL_{SG}, i liczby mnogiej, oznaczany QL_{PL}. Definicje modyfikatorów kwantyfikacji w postaci wyrażeń graficznych zostały przedstawione na Rys. 7.2-4.



Rys. 7.2-4 Definicje modyfikatorów kwantyfikacji

Rodzaj stosowanego modyfikatora zależy tylko i wyłącznie od liczby NKer. Fakt zastosowania modyfikatora kwantyfikacji zostaje zarejestrowany w wartości nadawanej atrybutowi *QLift*:

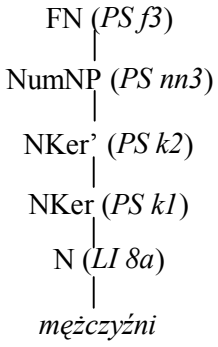
PS nn2)NumNP[*Case*=α, *GNum*=η, *QLifted*= +, *NClass*=C0, *Var*=d]+ QL_{SG}(*N*)+F_N →
NKer'[*Case*=α, *GNum*= mos-poj / mzw-poj / mnż-poj / ..., *VarAgr*= -]+*N*+F_N

PS nn3)NumNP[*Case*=α, *GNum*=η, *QLifted*= +, *NClass*=C0, *Var*=h_1]
+ QL_{PL}([Θ({{⟨h_1,c⟩}}, F_N)]*N*)
+{ *f*: ∃f_L∈{{⟨h_1,c⟩}, {⟨h_1,n⟩}, {⟨h_1,d⟩}}.∃f_N∈F_N.(*f*=f_L •(Θ(f_L , f_N)°f_N) } →
NKer'[*Case*=α, *GNum*= mos-mno / mzw-mno / mnż-mno /..., *VarAgr*= -]+*N*+F_N

W przypadku modyfikacji NKer w liczbie pojedynczej nie ma potrzeby łączenia zbiorów wypełnień, ponieważ nie ma różnicy pomiędzy różnymi odmianami proto-kwantyfikatora $\boldsymbol{exst_{sg}}$. Wartość atrybutu *NClass* jest ustalana arbitralnie na C0 odpowiadajacą liczebnikom o 'przymiotnikowym' charakterze uzgodnień.

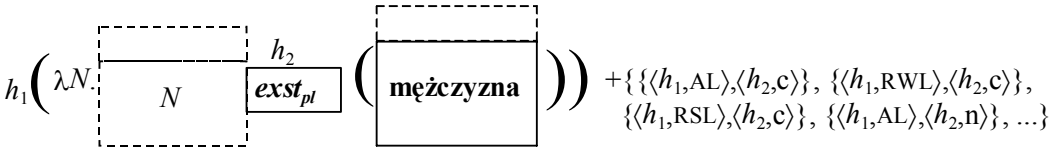
Rozważmy przykład FN wymagającej w analizie zastosowania obydwu modyfikatorów:
243) mężczyźni

Otrzymuje ona bardzo prosta strukturę składniową (Rys. 7.2-5):



Rys. 7.2-5 Struktura składniowa FN(*mężczyźni*) 243).

Natomiast do FN 243) zostaje przypisana dość skomplikowana struktura reprezentacji semantycznej, adekwatna kształtem do stopnia niejednoznaczności znaczenia FN 243) (Rys. 7.2-6 – w celu uproszczenia diagramu podane zostały nazwy modyfikatorów referencji):

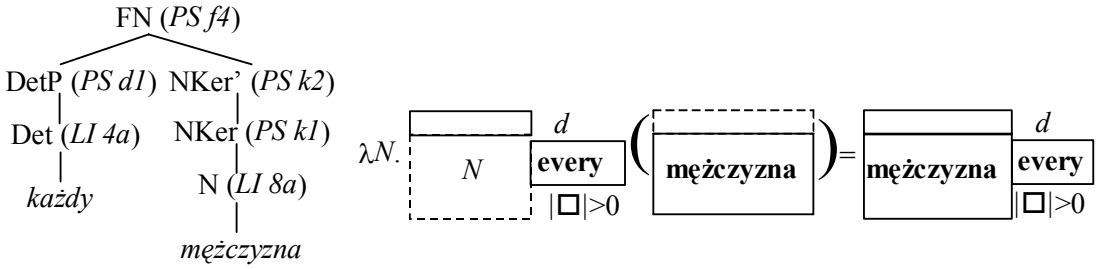


Rys. 7.2-6 Reprezentacja semantyczna FN(*mężczyźni*) 243).

Kwantyfikujące determinatory (wprowadzone przez reguły LI 4a) – LI 4c) oraz LI 5)) mają 'wbudowane' obydwa niezbędne mechanizmy (aktywacji i kwantyfikacji), dlatego też łączą się bezpośrednio z NKer':

PS f4) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=3os, *Neg*=μ, *NClass*=C0, *Var*=w, *Gap*= -]
+*D*([Θ(F_D,F_N)]*N*)
+{ *f*: $\exists f_D \in F_D . \exists f_N \in F_N . (f = f_D \bullet (\Theta(f_D, f_N) \circ f_N) \wedge$ (u= - $\vee$ [*f*]w = [*f*]([Θ(f_D,f_N)]u))) } →
DetP[*Case*=α, *GNum*=η, *Neg*=μ, *Quant*= +, *Var*=w]+*D*+F_D
NKer'[*Case*=α, *GNum*=η, *VarAgr*= u]+*N*+F_N
{ u= - $\vee$ $\exists f_D \in F_D . \exists f_N \in F_N .$([$f_D$]w = [$f_N$]u)}

Jako przykład zastosowania reguły PS f4) rozważmy analizę przykładu 250) (powtórzonego poniżej):
250) każdy mężczyzna
Fraza nominalna 250) otrzymuje analizę przedstawioną na Rys. 7.2-7.



Rys. 7.2-7 Analiza składniowo-semantyczna FN 250).

Jak już to było kilka razy wspominane, liczebniki nieokreślone klasy C4 wykazują specyficzne własności składniowe. W przeciwieństwie do innych liczebników wystąpienie dowolnego determinatora przed liczebnikiem C4 nie jest akceptowalne:
280) mało / dużo / sporo mężczyzn
*281) *tych / te mało mężczyzn*
282) tych mężczyzn $_{Case=dop}$

283) ?? *jakiś mało mężczyzn / *jacyś mało mężczyzn*
284) *jakiś trzech mężczyzn / jacyś trzej mężczyźni*
285) **każdy dużo mężczyzn*

Przy odwrotnej jednak kolejności determinatora i liczebnika C4, tzn. gdy liczebnik poprzedza determinator, niektóre powiązania są akceptowalne np.:

286) *mało* / *dużo* / *sporo tych mężczyzn*
287) ?? *mało* / *dużo* / *sporo jakiś mężczyzn*
288) *sporo (*?? *dużo) z tych mężczyzn*
289) **mało* / *dużo* / *sporo pewnych mężczyzn*

Wydaje się jednak, że konstrukcje typu 286) są podobne pod względem znaczeniowym do konstrukcji typu 244) (powtórzona poniżej) np.:

244) *wszyscy ci mężczyźni*
290) **wszyscy jacyś mężczyźni*
291) ?? *wszyscy pewni mężczyźni*

Analiza konstrukcji 244) zostanie przedstawiona w jednym z kolejnych podrozdziałów.

Odpowiedź na pytanie czy FN z liczebnikami klasy C4 aktywują znaczniki wydaje się być dość oczywista. Z punktu widzenia metodologii, warto rozważyć możliwości spełniania przez te FN roli poprzednika anaforycznego. Prześledźmy to na kilku przykładach:

292) ***Mało studentów***[1] *zdało egzamin.* ***Oni***$_1$ *uczyli się długo.*
293) ***Mało wspinaczy***[1] *zna technikę na odciąg.* ***Oni***$_1$ *dobrze radzą sobie na płytach.*
294) ***Dużo*** / ***mało*** / ***trochę*** / ***sporo listów***[1] *nie doszło. Nikt nie napisał na* ***nich***$_1$ *kodu.*

Dyskursy 292), 293) i 294) pokazują, że jest możliwe odwołanie anaforyczne do FN zawierającej liczebniki C4. Anaforyczny zaimek w drugim zdaniu reprezentuje dokładnie ten sam zbiór obiektów.

Możliwość wystąpienia FN z liczebnikami C4 w teście 266) (częściowo powtórzonym poniżej) spełnianym przez absolutne kwantyfikatory sugeruje obecność absolutnego kwantyfikatora w reprezentacji semantycznej liczebników C4:

266) *Istnieje dużo* / *mało* / *sporo ludzi, którzy ... czytali książkę X.*

Podsumowując rozważania dotyczące użyć liczebników C4 można zauważyć, że:

- mimo iż nie mogą występować wraz determinatorami (pomijając pewne konstrukcje) to najwyraźniej FN je zawierające aktywują znacznik,
- oraz niewątpliwie liczebniki C4 wnoszą element oceny ilościowej.

Połączenie aktywacji z kwantyfikacją jest charakterystyczne dla kwantyfikujących determinatorów. Skłania to do przypisania liczebnikom klasy C4 reprezentacji analogicznej do kwantyfikujących determinatorów a przez to do możliwości wypełnienia obydwu ról w strukturze FN: liczebnika i determinatora. Formalizują te wnioski reguły LI 9) i PS f5) $G_{SN\text{-}PL}$, prezentowane poniżej.

LI 9) Num[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-mno / mzw-mno / mnż-mno /...,
Neg= –/+,*Quant*= +, *NClass*=C4, *Var*=h_1, *Lex*= *dużo* / *mało*]

$$\lambda N.\ \boxed{\ N\ }^{h_1}\ \mathbf{dużo} + \{\ \{\langle h_1, \mathrm{c}\rangle\}, \{\langle h_1, \mathrm{n}\rangle\}, \{\langle h_1, \mathrm{d}\rangle\ \}\ \}$$
$$+\ \boxed{\ \ }$$

,

gdzie (w pewnym uproszczeniu)

$$\|\mathbf{dużo}\| := \lambda X.\lambda Y.[\,|X \cap Y| \geq \mathbf{k} \wedge Y \subseteq X\,],$$

gdzie **k** jest pewną niezerową liczbą naturalną.

Definicja interpretacji symbolu proto-kwantyfikatora **dużo** niewątpliwie upraszcza bardzo zagadnienie. Ilość obiektów określana mianem ‘dużo’ zależy mocno o kontekstu interpretacji np. odwołując się do stereotypowego przykładu, *dużo mrówek* nie oznacza tej samej ilości co *dużo słoni*, ponadto ocena ‘dużo’ może zmieniać się w zależności od nadawcy (i odbiorcy). Niemniej, warto zauważyć, że jeżeliby zmienić typ symbolu **dużo**, dokładając jeszcze jeden argument reprezentujący istotne elementy kontekstu interpretacji to wynik działania mógłby pozostać nie-

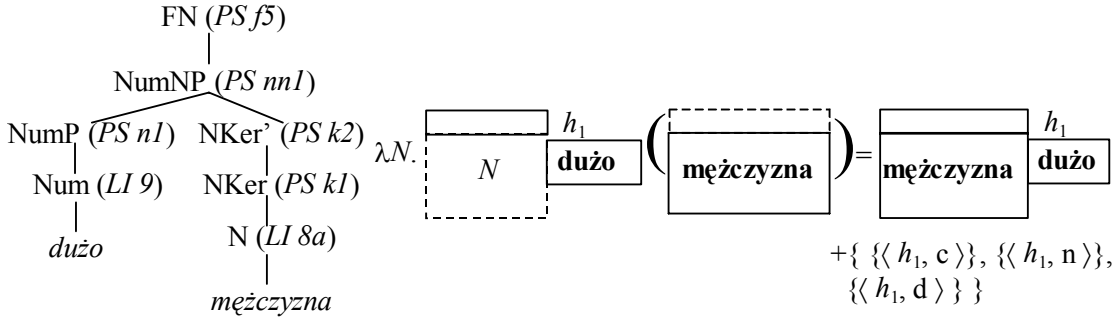
zmieniony: kwantyfikator uogólniony typu kwantyfikatorowego ⟨1⟩ (różny w zależności od kontekstu).

PS f5) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=3os, *Neg*=μ, *NClass*=C4, *Var*=w, *Gap*= -]+D+F_D →
NumNP[*Case*=α, *GNum*=η, *Neg*=μ, *Quant*= +, *NClass*=C4, *Var*=w]+D+F_D

Przypisanie liczebnikom klasy C4 niejednoznaczności pomiędzy wszystkimi trzema wartościami odmiany wynika z możliwości użycia ich w różnych kontekstach np.:

295) Dużo / mało / sporo mieszkańców zgromadziło się na placu.
296) Dużo / mało / sporo zawodników zaliczyło po jednej wysokości.

Przykładem zastosowania proponowanych rozwiązań może być analiza FN 280) (Rys. 7.2-8).



Rys. 7.2-8 Analiza składniowo-semantyczna FN 280).

W niniejszym podrozdziale została przedstawiona koncepcja podstawowego szkieletu struktury składniowo-semantycznej polskiej FN opartego na wyodrębnieniu frazy determinatorowej (przede wszystkim aktywacja i referencja), frazy liczebnikowej (głównie kwantyfikacja) i tzw. frazy jądrowej wnoszącej aspekt deskryptywny. Oprócz FN reprezentujących tą 'kanoniczną' strukturę (z ewentualnymi pustymi realizacjami) istnieje szereg innych wymagających dalszej szczegółowej analizy fraz składowych. Zagadnienia te są tematem kolejnych podrozdziałów.

7.3. Konstrukcja frazy jądrowej

Elementem głównym frazy jądrowej, nazywanym „składnikiem konstytutywnym" przez Topolińską [Topoli84] (rozdział 3.4) najczęściej jest rzeczownik (tak było w przypadku wszystkich FN rozpatrywanych do tej pory). Szczególny rodzaj FN stanowią te, w których elementem głównym NKer jest nazwa własna (oznaczana dalej PN) lub zaimek osobowy Pro. W obydwu przypadkach najczęściej przyjmuje się, że zarówno NKer jak i cała FN jest jednowyrazowa (np. [Topoli84]). Ponadto, zarówno PN, jak i Pro wydają się być kompletne znaczeniowo:

- PN, zgodnie z wpływową koncepcją Kripkego (rozdział 5.1.5), reprezentuje obiekt, do którego się odnosi na zasadzie swoistego powiązania, niezależnego od zawartości opisowej,
- natomiast Pro, funkcjonujący na sposób podobny do związanej zmiennej logicznej, jest określany w definicji anafory mianem elementu „niesamodzielnego znaczeniowo"
  [EncJęz93:40-42], który pełnię swojego znaczenia otrzymuje dzięki powiązaniu anaforycznemu.

Oznaczałoby to, że zarówno PN jak i Pro, o zredukowanym bardzo aspekcie deskryptywnym, z definicji wyposażone w kompletny mechanizm znaczeniowy odpowiadający FN, nie powinny występować z modyfikatorami. Niektóre przykłady wzbudzają jednak wątpliwości, np.:

*297) *Przystojny Jan przyszedł.*
298) ?Przyszedł jakiś Jan. / ?Poznałem jakiegoś Jana
299) Jan, który do tej pory nic nie powiedział, nagle wstał.
*300) *Mądry on wycofał się w porę ze ściany.*
301) On, który zdobył Grand Combin, zginął na Weisshornie.
*302) *Przyszedł jakiś on. *Poznałem jakiegoś go.*

303) Prowadzący wezwał studenta. On zajęty grą nie zareagował.

Zadanie 298), na pewno nacechowane ale akceptowalne przez wiele osób, sugeruje możliwość modyfikacji PN poprzez determinator. Warto zauważyć, że nie ma takiej możliwości w przypadku zaimka 302). Wiąże się to prawdopodobnie z mimo wszystko uboższą zawartością opisową zaimka. W przypadku 298) jednak *jakiś* nie sygnalizuje, że ani nadawca, ani odbiorca nie są w stanie zidentyfikować referenta - czyli nie sygnalizuje atrybutywnego użycia danej FN, jak to czyni Det(*jakiś*). Referent jest ściśle określony – to osoba, która przyszła o znanym imieniu. W zdaniu 298) nadawca używając *jakiś* informuje, że ma bardzo niewielką wiedzę na temat cech obiektu nazwanego *Jan*. Wydaje się, że mamy tu do czynienia z 'przymiotnikowym' użyciem *jakiś*, podobnym znaczeniowo, w pewien sposób, do tych użyć *taki*, w których leksem ten (klasyfikowany jako przymiotnik w [Węgrzy95]) odnosi do cech opisanych wcześniej w wypowiedzi np. *taki styl nazywamy gotykiem halowym*. Wypowiedź 298) wydaje się być skrótem od wypowiedzi typu: *Przyszedł Jan, który jest jakimś człowiekiem* / *mężczyzną* / ...

Z przymiotnikowym użyciem *jakiś* mamy również do czynienia w zdaniach typu:

304) ?Ten wysoki mężczyzna na chodniku jest ***jakimś lekarzem***.

W wypowiedzi 304) *jakiś* jest również użyty przymiotnikowo – nie chodzi o nieokreślony obiekt tylko o nieokreślone do końca cechy. Wiadomo, że mężczyzna jest lekarzem tylko nie wiadomo jakiej specjalności. Wydaje się, że w przypadku *jakiś* mamy do czynienia z formami dwóch różnych leksemów: determinatora i przymiotnika. W tym drugim przypadku, jednak o dość specyficznym znaczeniu, podobnym w swojej funkcji do przymiotnikowych użyć *taki*.

Podsumowując, w przypadku 298) mamy do czynienia z połączeniem przymiotnika *jakiś* z PN. Połączenie to jednak, ze względu na jego nacechowany charakter, można uznać za skrót lub za wyrażenie eliptyczne.

Niewątpliwie przykłady 299) i 301) mają 'regularny', nienacechowany charakter. W gramatyce języka angielskiego G_{SN} został przyjęty tradycyjny punkt widzenia, obecny też w wielu analizach języka polskiego, w myśl którego zdania względne włączają się do struktury NP na poziomie 'przymiotnikowym', czyli frazy jądrowej. Jednak dla przykładów 299) i 301) oznaczałoby to konieczność rozpatrywania FN zbudowanych w oparciu o PN lub Pro, jako wyrażeń o wielopoziomowej strukturze, tak aby było możliwe dołączanie zdania względnego na poziomie dołączania modyfikatorów przymiotnikowych. Najgorsze jednak, że w przypadku takiej wielopoziomowej struktury, znaczenie PN i Pro w ujęciu *SLS* musiałoby być 'dystrybuowane' pomiędzy różne struktury FN. Co więcej zdanie względne pozostaje praktycznie jedynym modyfikatorem, poza modyfikacją w problematycznych nacechowanych przypadkach takich jak 298), który mógłby być dołączany na takim wyróżnionym poziomie wewnętrznej struktury (podobne stanowisko, w odniesieniu do zaimków, zajmuje Vetulani [Vetula02b:rozdz. 3.3.2.4]). Inną możliwością to wprowadzenie niejednoznaczności dla zdań względnych pomiędzy dwoma typami reprezentacji semantycznej: pierwszym, w którym zdanie względne modyfikuje NKer' i drugim, w którym zdanie względne modyfikuje 'kompletną' FN.

Często jednak w formalnych analizach składni polskiej FN, modyfikujące ją zdanie względne dołączane jest na poziomie odpowiadającym modyfikacji 'kompletnej' FN (tzn. powyżej poziomu modyfikacji przez przymiotniki) np. [Szpako83, Świdzi92:rozd. 5.12, Węgrzy95:49-50]. Podobnie dzieje się w przypadku analizy modyfikacji frazą przyimkową i inną FN w dopełniaczu. Ponieważ rozwiązanie to upraszcza sposób konstrukcji reprezentacji semantycznej różnych FN modyfikowanych zdaniem względnym, zostało przyjęte jako podstawa analizy proponowanej w niniejszej pracy dla polskiej FN. Jednak, jak to będzie widoczne dalej (rozdział 7.5), uzyskiwana w efekcie reprezentacja semantyczna polskiej FN modyfikowanej zdaniem względnym nie różni się wiele od prezentowanej wcześniej dla przykładów angielskich. Niewielkie zmiany pojawiają się na etapie konstrukcji reprezentacji.

Należy odnotować, że odmienne stanowisko zajmuje Vetulani [Vetula02b:rozdz. 3.3.2], który wprowadza „grupy relatywne" (czyli zdania względne) oraz „wyrażenia imiesłowowe" bezpośrednio do „grupy jądrowej", jako modyfikatory składnika konstytutywnego. Warto jednak zauważyć, ze rozwiązanie to opiera się na założeniu, że „składnik konstytutywny jest reprezentantem grupy imiennej" zarówno pod względem składniowym, jak i semantycznym (założenie nie-

jawnie obecne w pracy). To ostatnie założenie wiąże się dodatkowo z koncentracją uwagi na FN używanych szczegółowo (w sensie modelu lingwistycznego). Nie istnieje wtedy problem ograniczonej struktury FN używanych w "predykatywnie" (w sensie Topolińskiej, czyli generycznie) [Topoli84] w zdaniach z czasownikiem *być* np. 100). Analiza tych konstrukcji przedstawiona została w rozdziale 7.7. W podejściu Vetulaniego, składnik konstytutywny, jako 'wyposażony' we wszystkie aspekty znaczenia FN, reprezentuje również grupę obiektów, reprezentowaną przez 'kompletną' FN utworzona na jego podstawie. Odmienne rozwiązanie semantyczne, motywowane wcześniej (oraz dodatkowo w rozdziale 7.7), przyjęto w niniejszej pracy.

Ostatecznie, przyjęte zostało, że PN i Pro bezpośrednio tworzą FN, zawierając w sobie od razu wszystkie niezbędne mechanizmy znaczeniowe. Pokazują to poniższe reguły:

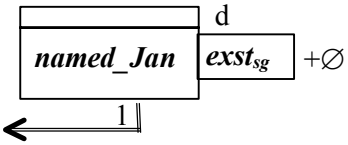
PS f6) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=3os, *Neg*= +/–, *NClass*=C0, *Var*=w, *Gap*= -]+P+F_P → PN[*Case*=α, *GNum*=η, *Var*=w]+P+F_P

PS f7) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=C0, *Var*=w, *Gap*= -]+P+F_P → Pro[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=μ, *Var*=w]+P+F_P

Pozostaje jeszcze określenie reprezentacji semantycznej i zakresu obydwu kategorii.

W przypadku nazw własnych niewątpliwie mamy do czynienia z mechanizmem referencji i presupozycją unikalną:

LI 10) PN[*Case*= mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-poj, *Var*=d, *Lex=Jan* / *Jana* / *Janowi*]+



Reguła LI 10) wyklucza PN w liczbie mnogiej. Jednak analiza przykładów:

305) Każdy Kennedy zajmował się polityką.

306) Większość Piastów mówiła po polsku.

skłania do uznania mnogich form nazw własnych jako derywatów rzeczownikowych o reprezentacji semantycznej charakterystycznej dla rzeczowników (reguła LI 8a)).

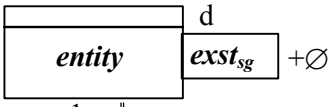
Ponieważ zaimki osobowe są podstawowym narzędziem do budowy powiązań anaforycznych, w myśl rozwiązań przyjętych w *SLS*, ich reprezentacja semantyczna powinna zawierać operator referencji. Pozostaje jednak problem rodzaju warunku presupozycyjnego. W rozdziale 6.4.3 dla angielskich zaimków przyjęty został warunek presupozycji słabej. Jednocześnie analiza przedstawionych tam przykładów 207) i 209) (powtórzone poniżej) sugerowała, że podobne rozwiązanie byłoby korzystne dla języka polskiego.

207) W pokoju znajduje się student i profesor. On słucha jego uważnie.

*209) *W pokoju znajduje się student fizyki i student informatyki. Ten student wyjaśnia coś.*

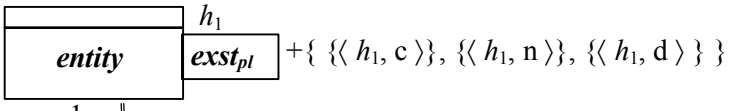
Znalazło to odbicie w regule LI 11a) dla zaimków osobowych w liczbie pojedynczej i w regule LI 11b) separującej, ze względu na konieczność wprowadzenia niedospecyfikowania, zaimki osobowe liczby mnogiej.

LI 11a) Pro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-poj, *Per*= 3os, *Neg*=+/–, *Var*=d,



Lex=on/jego/jemu/...]+

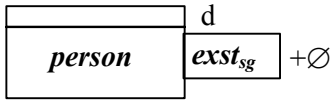
LI 11b) Pro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-mno, *Per*=3os, *Neg*=+/–, *Var*=h_1,



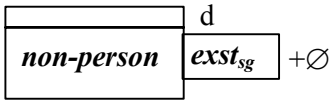
Lex=oni/ich/im/...]+

Tradycyjnie wyróżnia się tzw. *zaimki negatywne* w osobną kategorię składniową. Tutaj ze względu na wprowadzony atrybut *Neg* określający kontekst ich użycia nie jest to konieczne. Przyjęte zostało założenie, że zaimki negatywne nie odnoszą się do żadnych obiektów, ani z dziedziny dyskursu, ani z szerszego kontekstu interpretacji. Wprowadzają znaczniki, które w domkniętym kontekście dynamicznej negacji reprezentują hipotetyczne obiekty - tworzą część 'pamięci roboczej' wykorzystywanej do sprawdzenia prawdziwości stwierdzenia (mechanizm dynamicznej negacji w *SLS* - rozdział 6.3.1).

LI 12a) Pro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-poj, *Per*=3os, *Neg*=+, *Var*=d,

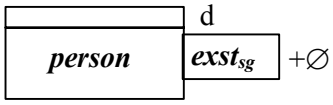
Lex=nikt/nikogo/nikomu/...]+ 

LI 12b) Pro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=nij-poj, *Per*=3os, *Neg*=+, *Var*=d,

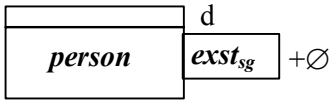
Lex=nic/niczego/niczemu/...]+ 

Zaliczenie zaimków nieokreślonych do jednej kategorii z zaimkami osobowymi jest niewątpliwie pewnym uproszczeniem. Jednak celem $G_{SN\text{-}PL}$ jest nie tyle wyczerpujący opis, co prezentacja proponowanych rozwiązań, przede wszystkim w dziedzinie semantyki. Ponadto, dla części problemów wynikających z tego uproszczenia zostaną dalej zaproponowane wyjaśnienia na gruncie semantyki.

LI 13a) Pro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-poj, *Per*=3os, *Neg*=+, *Var*=d,

Lex=ktoś/kogoś/komuś/...]+ 

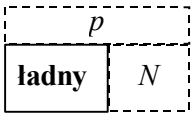
LI 13b) Pro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=nij-poj, *Per*=3os, *Neg*=+, *Var*=d,

Lex=coś/czegoś/czemuś/...]+ 

Podobnie jak zaimki negatywne, zaimki nieokreślone nie tworzą powiązań z innymi elementami kontekstu interpretacji – reguła LI 13b). Wprowadzają bliżej nieokreślone obiekty do dziedziny dyskursu.

W definicji języka graficznego (rozdział 6.4.2) wprowadzony został mechanizm dołączania do pierwszego członu reprezentacji NP kolejnych warunków przez koniunkcję. Mechanizm ten zostanie tu wykorzystany do reprezentacji semantycznej frazy przymiotnikowej, interpretując znaczenie frazy przymiotnikowej, w naturalny sposób, jako 'uściślenie' lub też 'uszczegółowienie' zawartości opisowej FN.

LI 14) Adj[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-poj/ mzw-poj/.../ mos-mno/...,

Lex=ładny/ładnego/.../ładna/.../ładne] + $\lambda N.\lambda p.$ 

PS a1) AdjP[*Case*=α, *GNum*=η]+A+F_A → Adj[*Case*=α, *GNum*=η, *Lex*=μ]+A+F_A

PS k3) NKer'[*Case*=α, *GNum*=η, *VarAgr*= -]+A([**Θ**(F_A,F_N)]N)
+{ f: $\exists f_A \in F_A.\exists f_N \in F_N.(f=f_A \bullet (\Theta(f_A, f_N)\circ f_N)$ } →
AdjP[*Case*=α, *GNum*=η]+A+F_A
NKer[*Case*=α, *GNum*=η]+N+F_N

Z zakresu działania reguł LI 14) i PS a1) wyłączone zostają imiesłowy przymiotnikowe. Analogicznie do rozwiązań przyjętych w pracy [PrzKMM01], konstrukcje oparte na imiesłowach są analizowane jako rodzaj zdań względnych modyfikujących FN, czyli modyfikujących 'kompletną' FN. Analiza zdań względnych przedstawiona została w rozdziale 7.5. Upraszczając konstrukcję $G_{SN\text{-}PL}$, w regule PS a1) pominięto możliwość modyfikacji przymiotnika przez frazę przysłówkową. Natomiast reguła PS a2) (poniżej) przedstawia, z konieczności bardzo uproszczoną, interpretację koniunkcji szeregu przymiotników. Problem semantyki koordynacji wyrażeń różnych kategorii składniowych to poważny problem badawczy sam w sobie. W niniejszej pracy przedstawiony zostanie jedynie szkic możliwych rozwiązań dla koordynacji wybranych kategorii składniowych. Nie należy jednak rozwiązań tych traktować jako ostateczne. Pozostawiają jeszcze wiele do życzenia, wprowadzając chociażby konieczność różnej interpretacji, leksykalnie tego samego spójnika, dla różnych kategorii łączonych wyrażeń.

W przypadku reprezentacji semantycznej przymiotników, współrzędne złożenie prowadzi do prostej koniunkcji warunków.

LI 15) AConj[*Lex*=„”, „*i*”]+ $\lambda A_1.\lambda A_2.\lambda N.\lambda p.$ $\boxed{\begin{array}{|c|c|c|}\hline A_1 & A_2 & N \\ \hline\end{array}}_{p}$ $+\varnothing$

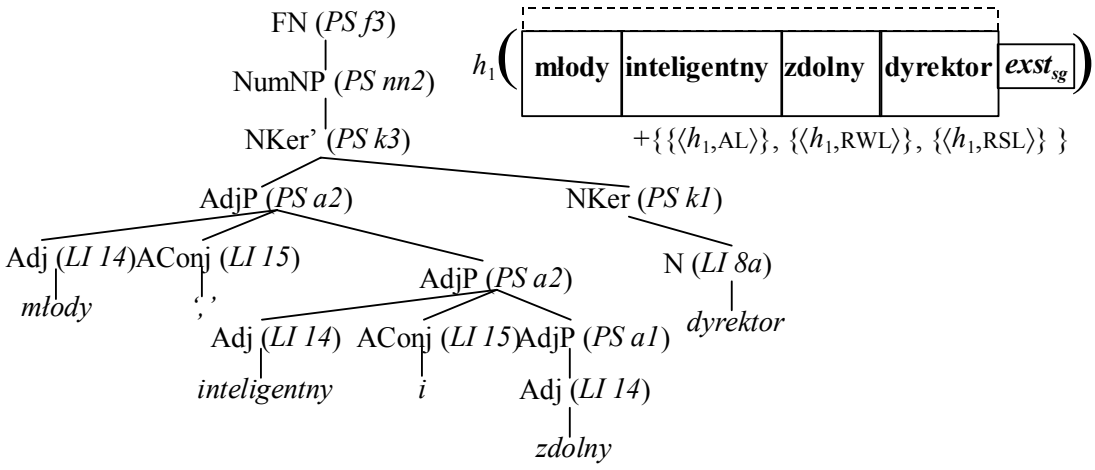
PS a2) AdjP[*Case*=α, *GNum*=η]+(*C*(*P*))([**Θ**(F_P,F_A)]*A*)
$+\{ f\colon \exists f_P \in F_P.\exists f_A \in F_A.(f = f_P \bullet (\Theta(f_P, f_A) \circ f_A) \}\rightarrow$
Adj[*Case*=α, *GNum*=η]+*A*+F_A AConj[*Lex*=μ]+*C*+F_C
AdjP[*Case*=α, *GNum*=η]+*P*+F_P

Reguła PS a2) pomija zbiór wypełnień spójnika, który z definicji w gramatyce jest pusty.

Przykładem zastosowania reguł włączających reprezentację przymiotników do frazy jądrowej może być analiza przykładu Topolińskiej [Topoli84:380]:

307) ***Młody, inteligentny i zdolny dyrektor*** *może zrobić bardzo dużo.*

Wyróżniona FN w zdaniu 307) otrzymuje w $G_{SN\text{-}PL}$ następującą analizę syntaktyczną i semantyczną (Rys. 7.3-1):



Rys. 7.3-1 Struktura składniowa i reprezentacja semantyczna FN wyróżnionej w 307).

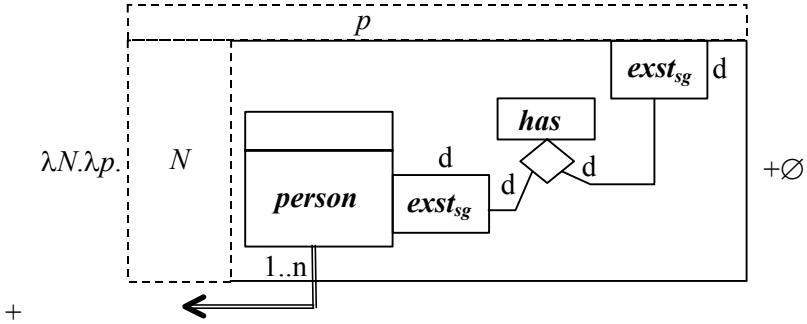
Węgrzynek [Wegrz95] zaklasyfikowała liczebniki porządkowe i zaimki dzierżawcze do kategorii przymiotnika. Podobnie postępuje Topolińska wydzielając dla nich ponadto osobny segment „grupy jądrowej" [Topoli84:374]. Mimo iż w większości poprzedzają one linearnie pozostałe składniki NKer oraz 'niechętnie' pojawiają się razem w jednej frazie, to można znaleźć przykłady sugerujące dystrybucję składniową w dość dużym stopniu identyczną (pewna różnica występuje tu w uzgodnieniu liczby-rodzaju w przypadku zaimków dzierżawczych, o czym dalej) z dystrybucją przymiotnika.

308) *mój piękny obraz*

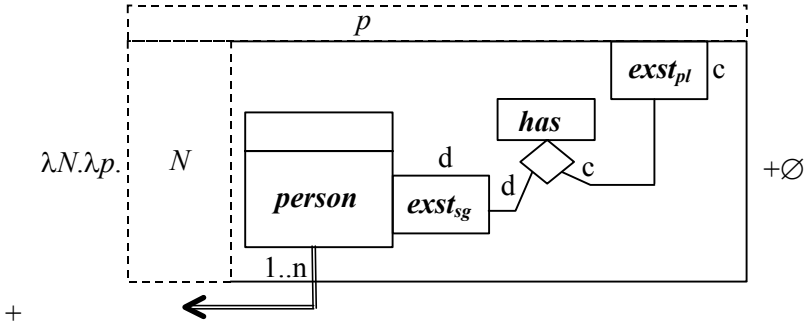
309) ?*piękny mój obraz*
310) *naszą i waszą wolność*
311) *pierwszy i ostatni raz*

Dlatego też w ramach $G_{SN\text{-}PL}$ zarówno jedne, jak i drugie są traktowane jako leksemy przymiotnikowe. Pominięta zostanie szczegółowa analiza liczebników porządkowych, która wymagałaby rozwinięcia mechanizmów reprezentacji presupozycji w ramach *SLS*. Natomiast więcej uwagi poświęcone zostanie zaimkom dzierżawczym, które, podobnie, jak to było w przypadku języka angielskiego, interpretowane są jako wyrażenia włączające się w budowę powiązań w kontekście interpretacji. Zaimek dzierżawczy będzie dalej oznaczany przez symbol 'PPro'.

LI 16a) PPro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-poj/mzw-poj/mnż-poj/..., *Agr*= mos-poj/mzw-poj/mnż-poj/..., *Lex=mój*/*mojego*/*mojemu*/...]



LI 16b) PPro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-poj/mzw-poj/mnż-poj/..., *Agr*= mos-mno/mzw-mno/mnż-mno/..., *Lex=mój*/*mojego*/*mojemu*/...]



Wprowadzony dodatkowy atrybut *Agr* wyraża uzgodnienie natury semantycznej pomiędzy modyfikowaną NKer a PPro (realizowane poniżej w regule PS a3)). W zależności od liczby mamy do czynienia z innym proto-kwantyfikatorem w semantycznej *relacji dzierżawczej*, interpretowanej w *SLS* poprzez predykat ***has***. Relacja dzierżawca otrzymuje interpretację identyczną co do typu z interpretacją dwuargumentowego predykatu czasownikowego. Za relacją typu czasownikowego, w *SLS* następuje automatycznie (na mocy przyjętej struktury reprezentacji i typów) konfiguracja relacji zależnościowych. Ponieważ reguły LI 16a) i LI 16b) wprowadzają określone proto-kwantyfikatory, zastosowane zostały w obydwu przypadkach pary operatorów niezależności kwantyfikatorów (wyrażone to jest graficznie reprezentowane poprze brak łuków). Ten z pozoru arbitralny wybór uzasadniają przykłady, podobne do poniższego:

312) **Ich książka zostały ocenione.*

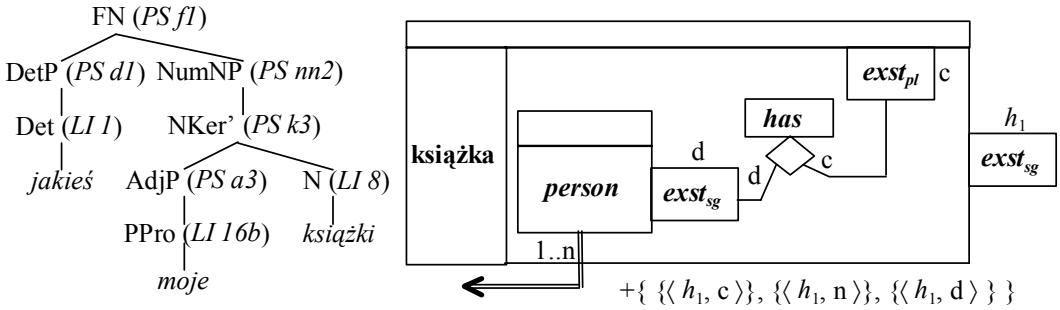
Zaimek *ich* wprowadza proto-kwantyfikator $\boldsymbol{exst_{pl}}$ (reguły LI 16c) i LI 16d) w dodatku B). Gdyby była możliwa jego interpretacja w odmianie dystrybutywnej i gdyby była możliwa zależność kwantyfikatora konstruowanego w oparciu o NKer(*książka*) od niego, to w efekcie FN(*ich książka*) mogłaby reprezentować więcej niż jeden obiekt w zdaniu 312). Tak się jednak nie dzieje, na co wskazuje brak akceptowalności 312). Ponadto, w przypadku odmiany kolektywnej nie ma różnicy w generowanych konfiguracjach kolekcji pomiędzy 'c <' i 'c :' (rozdział 6.4.4). W takich wypadkach, zgodnie ze wcześniejszymi założeniami (rozdział 6.4.4), przyjmowany jest brak zależności liczebnościowej.

Podobne reguły należy wprowadzić dla mnogich form zaimka dzierżawczego (zostały oznaczone LI 16c) i LI 16d) i zamieszczone w dodatku B). Różnią się one proto-kwantyfikatorem przy argumencie relacji wprowadzanym przez zaimek. Odmiana kolektywna dla mnogich argumentów została przyjęta arbitralnie na zasadzie tych samych przesłanek co dla języka angielskiego (rozdział 6.4.3).

PS a3) AdjP[*Case*=α, *GNum*=η]+D+F_D → PPro[*Case*=α, *GNum*=β, *Agr*=η, *Lex*=μ]+D+F_D

PS a4) AdjP[*Case*=α, *GNum*=η]+(*C*(*P*))([Θ(f_P,f_D)]D)
+{ f: ∃f_P∈F_P.∃f_D∈F_D.(f=f_P•(Θ(f_P , f_D)°f_D) }→
PPro[*Case*=α, *GNum*=β, *Agr*=η, *Lex*=μ]+D+F_D ConjA[*Lex*=ν]+C+F_C
AdjP[*Case*=α, *GNum*=η, *Lex*=μ]+P+F_P

Przykładem zastosowania analizy proponowanej powyżej, może być opis składniowo-semantyczny FN(*jakieś moje książki*) przedstawiony na Rys. 7.3-2.



Rys. 7.3-2 Analiza składniowo-semantyczna FN *jakieś moje książki*.

Znaczenie zbliżone do zaimków dzierżawczych ma modyfikacja FN poprzez inną FN w dopełniaczu np.

313) te dwie książki Jana, który wyjechał z miasta

Elementem modyfikującym jest jednak 'kompletna' FN, która może być dowolnie rozbudowana. Dodatkowo na znaczenie FN modyfikowanej przez inną FN w dopełniaczu mają wpływ relacje zależnościowe pomiędzy obydwoma frazami. Rozważmy kilka przykładów:

*314) *Praca każdego studenta informatyki zdobyła jedyną pierwszą nagrodę.*
315) ?? Wspólne dzieło każdego studenta informatyki zdobyło jedyną pierwszą nagrodę.
316) Praca każdego studenta informatyki została oceniona pozytywnie.
317) (Wspólna) praca wszystkich studentów informatyki zdobyła jedyną pierwszą nagrodę.
318) Życie każdego człowieka jest cenne.
319) Praca studentów informatyki została oceniona wysoko.
*320) *Praca studentów informatyki zostały ocenione wysoko.*
321) Dwie prace pięciu studentów zostały ocenione na pięć.

Przykłady 314) i 315) pokazują, że mimo liczby pojedynczej FN i czasownika nie zawsze jest możliwa interpretacja, w której modyfikowana FN w liczbie pojedynczej reprezentuje jeden obiekt w dyskursie. W zdaniu 314) wyraźnie chodzi o więcej niż jedną pracę. Efekt 'zwielokrotnienia' ilości obiektów reprezentowanych w dyskursie poprzez pojedynczą FN może być na gruncie *SLS* wyjaśniony poprzez relację zależności liczebnościowej pomiędzy kwantyfikatorem wygenerowanym przez $\boldsymbol{exst_{sg}}$, obecnym w reprezentacji pojedynczej FN, a innym kwantyfikatorem. W zdaniu 314) ten inny kwantyfikator może pochodzić tylko i wyłącznie z FN w dopełniaczu. Ponieważ aspekt kwantyfikacji nie jest obecny w reprezentacji semantycznej NKer, a pojawia się dopiero w pełni (tzn. w postaci zbioru zbiorów) na poziomie reprezentacji semantycznej FN, przemawiałoby to za potraktowaniem dzierżawczego użycia FN jako modyfikatora na poziomie FN a nie NKer.

Zdania 316) i 318), w których kontekst nie wymusza pewnej unikalności obiektu reprezentowanego przez modyfikowaną FN i, w których wyraźnie mowa o wielu obiektach (czyli pracach i życiach), są akceptowalne bez zastrzeżeń i wydają się być jednoznaczne znaczeniowo. Jednak zmiana kwantyfikatora w modyfikującej FN, jaka zachodzi w zdaniach 317) i 319) (na

zmiana kwantyfikatora w modyfikującej FN, jaka zachodzi w zdaniach 317) i 319) (na 'kolektywny' w reprezentacji *wszyscy* lub ***exst$_{pl}$***), powoduje, że staje się możliwa interpretacja, w której modyfikowana FN reprezentuje jeden obiekt. Jednak zbiór możliwych konfiguracji zależności liczebnościowych jest ograniczony, co pokazuje zdanie[119] 320). Zdanie 321) wydaje się być wieloznaczne pomiędzy kilkoma interpretacjami. Jego wieloznaczność można również wyjaśnić za pomocą konfiguracji znaczników odmian i sekwencji operatorów zależnościowych.

Powyższe obserwacje ponownie skłaniają do umiejscowienia modyfikacji przy pomocy FN w dopełniaczu na poziomie FN, a nie na poziomie NKer. Z racji podobieństwa reprezentacji semantycznej modyfikatorów na poziomie FN do reprezentacji semantycznej frazy czasownikowej (finitywnej w pracy [SalŚwi98]), do zagadnienia szczegółowej analizy reprezentacji semantycznej FN w dopełniaczu powrócimy w rozdziale 7.5 po uprzednim wprowadzeniu (rozdział 7.4) szkieletu reprezentacji semantycznej frazy czasownikowej i zdania prostego.

7.4.Zdania proste

Szczegółowy opis semantyki frazy czasownikowej leży poza obszarem niniejszej pracy. Przyjęte w *SLS* i G_{SN} minimalne założenia co do struktury reprezentacji semantycznej czasownika oraz frazy czasownikowej, obejmujące typ predykatu czasownikowego i sposób konstrukcji wyrażenia reprezentującego frazę czasownikową, pozostają również niezmienione w stosunku do języka polskiego i $G_{SN\text{-}PL}$. Pozostaje również bardzo uproszczona reprezentacja semantyczna modyfikacji poprzez frazę przyimkową polegająca, w zasadzie, na potraktowaniu czasownika i wymaganych przyimków jako wielowyrazowego, nieciągłego leksemu.

Mimo jednak tych daleko idących uproszczeń, konieczna jest zmiana struktury składniowej zdania prostego. Zgodnie z tendencją panującą w literaturze przedmiotu i znajdującą swój wyraz w syntetycznej pracy [PrzKMM01], w $G_{SN\text{-}PL}$ przyjęta została *płaska struktura* zdania prostego, w której nie istnieje osobny, pośredni poziom frazy czasownikowej, nie ma wyróżnionego poziomu dołączenia podmiotu a strukturę zdania prostego określa czasownik oraz jego argumenty. Zasadę tą wyraża reguła PS s1) (poniżej). Ponieważ reguła PS s1) dokonuje redukcji wielu argumentów czasownika na raz, konieczne jest uogólnienie pomocniczej operacji generowania podstawienia usuwającego konflikt nazw meta-zmiennych (Def. 6.4.1-3) na operację *n*-argumentową, oznaczaną Θ^i, gdzie *i* to akceptowana ilość argumentów.

Def. 6.4.4-1 Uogólnienie operacji generowania podstawienia usuwającego konflikt nazw na podstawie zbiorów wypełnień.

Niech symbol $\Theta^{\mathbf{i}}$, gdzie $i \in \mathbf{Nat}$ oraz $i \geq 3$, oznacza operację o sygnaturze (*i*-krotny iloczyn kartezjański) $\wp(F_P)\times\ldots\times\wp(F_P) \to (H \to H)$ wygenerowania podstawienia usuwającego konflikt nazw meta-zmiennych podczas sekwencyjnego składania *i* wypełnień należących do podanych *i* zbiorów wypełnień, zdefiniowaną następująco:

$$\forall X_1 \ldots X_i \in \wp(F_P).\Theta(X_1,\ldots,X_i) = \bigcup_{f_k \in X_k} \Theta(f_1 \bullet \Theta(f_1,f_2)\circ f_2 \bullet \Theta(f_1 \bullet \Theta(f_1,f_2)\circ f_2, f_3)\circ f_3 \bullet \ldots \Theta(\ldots, f_{i-1}), f_i)$$

Ponieważ w regułach opisujących konstrukcje zdań prostych w oparciu o czasowniki pobierające więcej niż jeden argument będzie zachodziła częsta konieczność określania podstawienia dopasowującego dane wypełnienie do sekwencji wypełnień, zdefiniowany zostanie skrót notacyjny odpowiadający takiej operacji:

Def. 6.4.4-2 Generowanie podstawienia usuwającego konflikt nazw dla sekwencji wypełnień – skrót notacyjny

$$\Theta^i(f_1,\ldots,f_i) := \Theta(f_1 \bullet \Theta(f_1,f_2)\circ f_2 \bullet \Theta(f_1 \bullet \Theta(f_1,f_2)\circ f_2, f_3)\circ f_3 \bullet \ldots \Theta(\ldots, f_{i-1}), f_i)$$

[119] Oczywiście w zdaniu 320) mamy również do czynienia z brakiem zgodności co do liczby.

Operacja Θ^i pozwala na określenie podstawienia, które dopasuje *i* wypełnienie do wypełnienia powstałego w wyniku sekwencji złożeń poprzedzających *i*-1 wypełnień, takiej że przed każdym złożeniem zastosowane zostaje odpowiednie podstawienie dopasowujące. Przy założeniu wykorzystywania kolejnych meta-zmiennych z ich uporządkowanego zbioru, zastosowanie Θ^i prowadzi do przesunięcia meta-zmiennych z *i*-tego wypełnienia na odpowiednią 'odległość' (na 'wolne' pola, niezajęte w wyniku wszystkich poprzedzających przesunięć w sekwencji złożeń).

Reguła PS s1) opisuje konstrukcję zdania prostego, budowanego w oparciu o czasownik przechodni pobierający dwa argumenty:

PS s1) $S[Gap= -\,]+(V([\Theta(F_V,F_2)]N_2))(\,[\Theta^3(F_V, F_2, F_1)]N_1)$
$+\{\,f\colon \exists f_V\in F_V.\exists f_2\in F_2.\exists f_1\in F_1.(f=(\,f_V\bullet(\Theta(f_V,f_2)\circ f_2)\bullet(\Theta^3(f_V,f_2,f_1)\circ f_1)\,)\wedge$
$[f]\mathrm{v} = [f]([\Theta(f_V,f_2)]\mathrm{w}) \wedge [f]\mathrm{u} = [f]([(\Theta^3(f_V,f_2,f_1)\circ f_1)]\mathrm{z})\} \rightarrow$
$FN_1[Case=\zeta, GNum=\alpha, Per=\beta, Neg=\mu, NClass=\phi, Var=\mathrm{z}, Gap= -]+N_1+F_1$
$TV2[GNum=\alpha, Per=\beta, Neg=\rho, VarLst=\mathrm{uv}, CaseLst=\chi, Lex=\xi]+V+F_V$
$FN_2[Case=\gamma, GNum=\delta, Per=\eta, Neg=\varpi, NClass=\varphi, Var=\mathrm{w}, Gap= -]+N_2+F_2$
$\{\exists f_v\in F_V.\exists f_1\in F_1.\ \exists f_2\in F_2.([f_v]\mathrm{u}=[f_1]\mathrm{z}\wedge[f_v]\mathrm{v}=[f_2]\mathrm{w})\wedge$ **equal_lst**$([\gamma],\chi)\wedge(\rho=+\vee(\mu=-\wedge\varpi=-))$
$\wedge\,(\,(\zeta=\mathrm{nom}\wedge\phi=\mathrm{C0})\vee(\zeta=\mathrm{acc}\wedge$ **in_lst**$(\phi,[\mathrm{C1},\mathrm{C2},\mathrm{C3},\mathrm{C4}])\,)\,)\,\}$

W regule PS s1) TV2 to subkategoria czasowników przechodnich przyjmujących dwa argumenty. Opis wymagań czasownika, poza odpowiednią ilością argumentów, został zredukowany do listy wymaganych wartości przypadka. Predykat **equal_ls**, stanowiący część wyrażenia logicznego dołączonego do reguły PS s1), jest spełniony gdy obydwie listy są identyczne. Notacja konstruktorów listy została zaczerpnięta z języka programowania logicznego Prolog tzn. nawiasy prostokątne '[ ]' oznaczają listę, przecinek ',' dołącza element do listy (np. w regule PS s3), poniżej) oraz operator '|' wydziela głowę i ogon listy.

W regule PS s1) zastosowany został mechanizm uzgodnienia odmiany, wprowadzony wcześniej w G_{SN}. Ponieważ wartością atrybutu *Var* może być zarówno konkretny znacznik odmiany, jak i też meta-zmienna, konieczne jest przed porównaniem wartości zmiennych przypisanych do *Var* i *VarLst* zastosowanie odpowiednich wypełnień. Wynikowy zbiór wypełnień zawiera tylko te wypełnienia, które dają identyczne wartości meta-zmiennym odpowiadającym specyfikacji odmiany wymaganej przez czasownik od odpowiedniego argumentu i specyfikacji odmiany samego argumentu. Warto podkreślić, że wynikowy zbiór wypełnień nie jest pusty wtedy i tylko wtedy, gdy wyrażenie logiczne ma wartość prawdy. Wartość prawdy wyrażenia logicznego warunkuje jednak możliwość zastosowania całej reguły.

Uzgodnienie pomiędzy czasownikiem i frazami nominalnymi co do wartości atrybutu *Neg* (negacji) wynika z przyjętej za pracą [PrzKMM01] koncepcji negacji jako cechy morfosyntaktycznej polskich czasowników. Cechy charakterystyczne tej koncepcji staną się widoczne w regułach leksykalnych dla czasowników, prezentowanych dalej w tym podrozdziale. Ostatnia część warunku logicznego reguły PS s1) wymaga, aby w przypadku, gdy chociaż jeden z argumentów czasownika ma wartość *Neg*=+ to atrybut *Neg* czasownika miał również wartość '+' np.:

322) Ten człowiek <u>nie kochał</u> <u>nikogo</u>.
*323) * Ten człowiek <u>kochał</u> <u>nikogo</u>.*

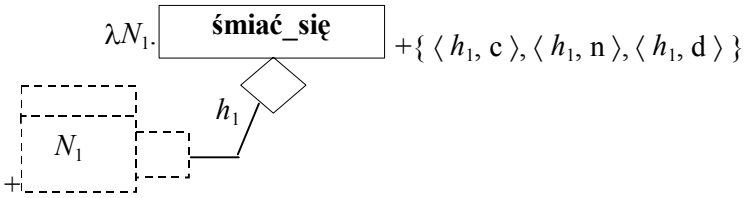
Reguły PS s2) i PS s3) opisują budowę zdań w oparciu o czasowniki wymagające innej ilości argumentów, odpowiednio jednego (nieprzechodnie) i trzech. Różnią się od PS s1) tylko ilością uzgadnianych atrybutów i redukowanych wyrażeń.

PS s2) $S[Gap= -\,]+V([\Theta(F_V,F_1)]N_1)$
$+\{\,f\colon \exists f_V\in F_V.\exists f_1\in F_1.(f=(\,f_V\bullet(\Theta(f_V,f_1)\circ f_1)\,)\wedge[f]\mathrm{u}=[f]([\Theta(f_V,f_1)]\mathrm{w})\,\}\rightarrow$
$FN_1[Case=\zeta, GNum=\delta, Per=\beta, Neg=\rho, NClass=\phi, Var=\mathrm{w}, Gap= -]+N_1+F_1$
$IV[GNum=\alpha, Per=\beta, Neg=\mu, VarLst=\mathrm{u}, Lex=\xi]+V+F_V$
$\{\exists f_v\in F_V.\exists f_1\in F_1.(\,[f_v]\mathrm{u}=[f_1]\mathrm{w})\wedge(\mu=+\vee\rho=-)$
$\wedge\,(\,(\zeta=\mathrm{nom}\wedge\phi=\mathrm{C0})\vee(\zeta=\mathrm{acc}\wedge$ **in_lst**$(\phi,[\mathrm{C1},\mathrm{C2},\mathrm{C3},\mathrm{C4}])\,)\,)\,\}$

PS s3) S[*Gap*= –]
+((*V*([**Θ**(F_V,F_3)]N_3))([**Θ**^{3}(F_V, F_3, F_2)]N_2))([**Θ**^{4}(F_V, F_3, F_2, F_1)]N_1)
+{ f: ∃f_V∈F_V. ∃f_3∈F_3.∃f_2∈F_2.∃f_1∈F_1.
(f=(f_V•(Θ(f_V,f_3)°f_3)•(Θ^3(f_V,f_3, f_2)°f_2) •(Θ^4(f_V,f_3, f_2, f_1)°f_1)) ∧
[f]y = [f]([Θ(f_V,f_3)]x) ∧ [f]v = [f]([(Θ^3(f_V,f_3, f_2)°f_2)]w) ∧ [f]u = [f]([(Θ^4(f_V,f_3, f_2, f_1)°f_1)]z)} →
FN$_1$[*Case*=ψ, *GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ε, *Var*= z, *Gap*= –]+N_1+F_1
TV3[*GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=ρ, *VarLst*=uvy, *CaseLst*=χ, *Lex*=ζ]+V+F_V
FN$_2$[*Case*= ϕ, *GNum*=δ, *Per*=ψ, *Neg*=ϖ, *NClass*=σ, *Var*= w, *Gap*= –]+N_2+F_2
FN$_3$[*Case*= φ, *GNum*=η, *Per*=γ, *Neg*=ξ, *NClass*=υ, *Var*= x, *Gap*= –]+N_3+F_3
{∃f_v∈F_V.∃f_1∈F_1. ∃f_2∈F_2.([f_v]u = [f_1]z ∧ [f_v]v = [f_2]w ∧ [f_v]y = [f_3]x)
∧ **equal_lst**([ϕ,φ], χ) ∧ (ρ= + ∨ (μ= - ∧ ϖ = - ∧ ξ = -))
∧ ((ψ=nom ∧ ε=C0) ∨ (ψ=acc ∧ **in_lst**(ε, [C1, C2, C3, C4]))) }

Typ wyrażeń *SLS* reprezentujących czasowniki jest identyczny w $G_{SN\text{-}PL}$ jak w G_{SN} (semantyka frazy czasownikowej jest traktowana w niniejszej pracy w sposób uproszczony). Reguła LI 17b) opisuje czasowniki nieprzechodnie w liczbie mnogiej. Pojawia się wtedy niejednoznaczność odmiany jedynego argumentu (podmiotu). W wersji reguły dla liczby pojedynczej (LI 17a), prezentowana w dodatku B), jedyny argument czasownika jest oznaczany jako dystrybutywny.

LI 17b) IV[*GNum*=mos-mno/mzw-mno/mnż-mno/..., *Per*=1os/2os/3os, *Neg*= –, *VarLst*=h_1,
Lex= „*śmiejemy się*” / „*śmiejecie się*” / ...]

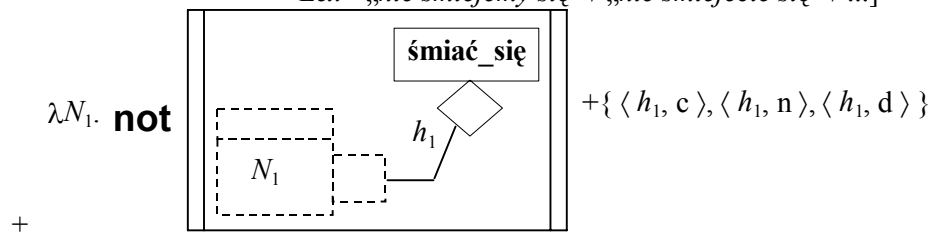


W pracy [PrzKMM01:rozdz. 8] przedstawiono koncepcję, formułowaną wcześniej przez niektórych współautorów, postrzegania negacji czasownika (a tym samym zdania) jako jego cechy morfo-syntaktycznej. W tym ujęciu *nie* jest postrzegane jako prefiks czasownika, najczęściej (dla większości form czasownika) oddzielony od zasadniczego rdzenia. Występowanie czasownika w negacji stwarza kontekst składniowy umożliwiający użycie zaimków negatywnych. Autorzy [PrzKMM01] opisują ten proces jako *uzgodnienie negacji* pomiędzy czasownikiem a jego argumentami. Uzgodnienie to jest ograniczone jedynie bezpośrednio do poziomu danego zdania np. nie obejmuje zdań podrzędnych. Ponieważ ta koncepcja upraszcza opis składniowy zdania (nie ma konieczności wprowadzania dodatkowych poziomów opisu frazy czasownikowej) oraz czyni klarownym opis zaimków negatywnych i determinatorów negatywnych (rozdział 7.2), została zaadoptowana w uproszczonej formie na potrzeby niniejszej pracy.

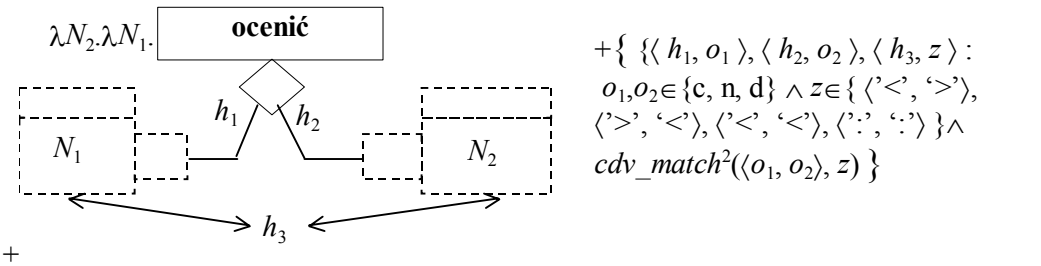
W ramach mechanizmu uzgodnienia negacji, wartość atrybutu *Neg* jest ustalana poprzez reguły leksykalne (zarówno dla czasowników, jak i zaimków oraz determinatorów) oraz, następnie, sprawdzana co do zgodności na poziomie zdania. Tylko negatywne zaimki i determinatory mają ustaloną wartość *Neg* jednoznacznie na wartość ‘–‘, pozostałe są w tym względzie niejednoznaczne.

Pod względem semantycznym, zaprzeczony czasownik wprowadza pseudo-operator dynamicznej negacji, domykający kontekst interpretacji. W tym ujęciu, znaczenie negatywnego determinatora *żaden* (reguła LI 5)) jest analogiczne do *każdy*, tylko użycie tego pierwszego jest ograniczone na poziomie morfo-syntaktycznym do kontekstu zdania z zaprzeczonym czasownikiem.

LI 18b) IV[*GNum*=mos-mno/mzw-mno/mnż-mno/..., *Per*=1os/2os/3os, *Neg*= –, *VarLst*=h_1,
Lex= „*nie śmiejemy się*” / „*nie śmiejecie się*” / ...]



LI 19b) TV2[*GNum*= mos-mno/mzw-mno/mnż-mno/..., *Per*=1os/2os/3os, *Neg*= –, *VarLst*=h_1h_2,
CaseLst=[acc] / ..., *Lex*=„*oceniamy*” / „*oceniacie*” / ...]

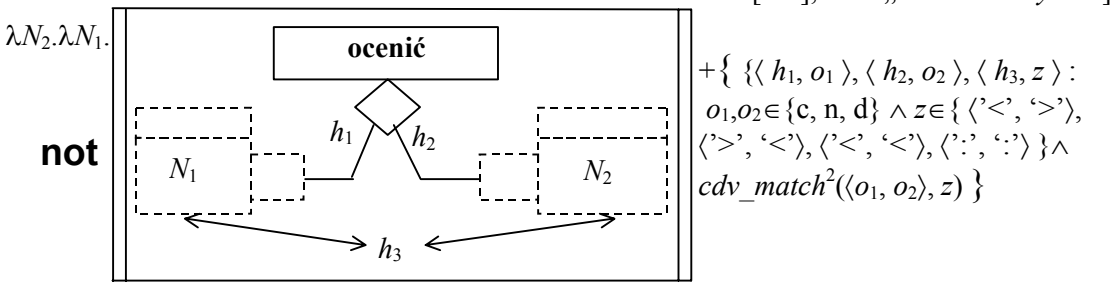


Reguła LI 19b) opisuje czasowniki przechodnie (dwuargumentowe) z pierwszym argumentem (podmiotem) w liczbie mnogiej. W przypadku gdy podmiot jest w liczbie pojedynczej, reguła LI 19a) (dodatek B) przypisuje pierwszemu argumentowi odmianę dystrybutywną. Nie można sformułować wersji LI 19) z jednoznaczną odmianą drugiego argumentu, ponieważ nie jest ona poparta formą czasownika. Zastosowany został ten sam predykat *cdv_match*^{i} (opisujący dopuszczalne dla języka naturalnego kombinacje znaczników odmiany i zależności liczebnościowych) co w gramatyce G_{SN}, ponieważ jego konstrukcja oparta została (rozdział 6.4.4) zarówno na motywacjach zaczerpniętych z języka angielskiego, jak i polskiego.

Z racji przyjętych uproszczeń w dziedzinie semantyki, przyimki we frazach przyimkowych, wymaganych przez wiele czasowników, są traktowane jako swoiste ‘sufiksy’, a frazy FN stanowiące część wymaganej frazy przyimkowej stają się argumentami wymaganymi przez czasowniki połączone z przyimkowymi ‘sufiksami’ np. w TV2(*patrzeć*) PP(*na* FN(*kogoś*)) jako jeden leksem opisywany regułą LI 19) przyjmiemy „*patrzeć na*”, gdzie jako element reprezentacji semantycznej przypisany mu zostanie predykat **patrzeć_na**.

Analogicznie, jak w przypadku czasowników nieprzechodnich, zaprzeczone formy czasowników przechodnich są opisywane osobnymi regułami.

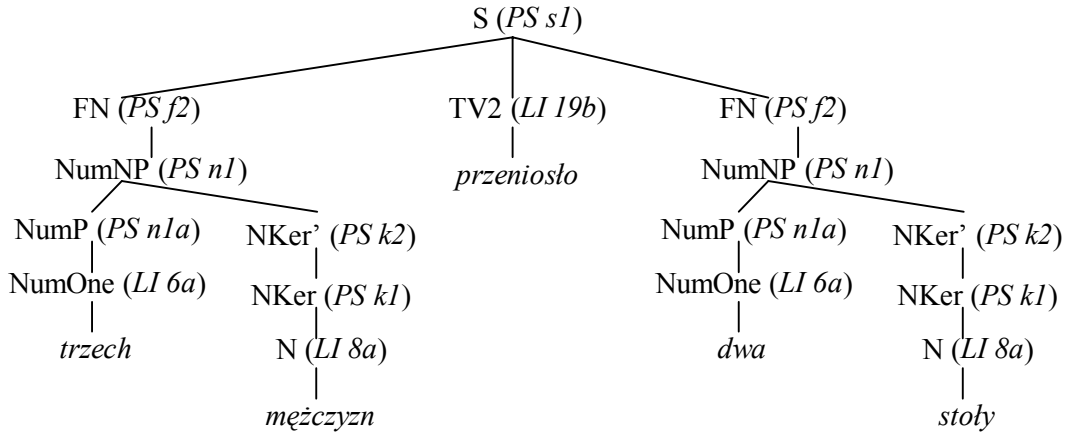
LI 20b) TV2[*GNum*= mos-mno/mzw-mno/mnż-mno/..., *Per*=1os/2os/3os,, *Neg*=+, *VarLst*=h_1h_2,
CaseLst=[acc], *Lex*=„*nie oceniamy*” /...]



Działanie reguł ‘zdaniowych’ zostało zobrazowane przykładem analizy ‘klasycznego’ wieloznacznego zdania 218), powtórzonego poniżej:

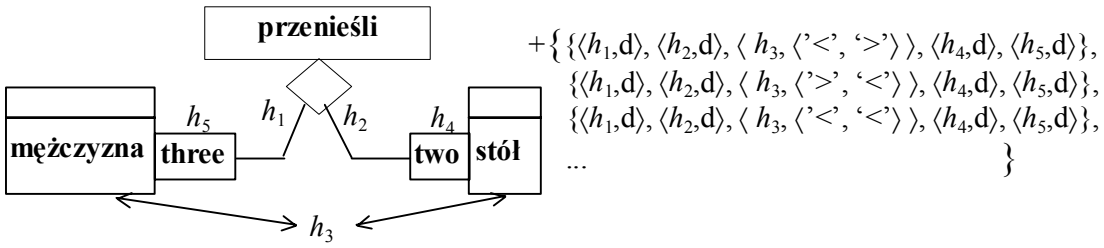
218) Trzech mężczyzn przeniosło dwa stoły.

Jego struktura składniowa (Rys. 7.4-1) jest konstytuowana przez czasownik przechodni. Brak jawnych determinatorów w przypadku obydwu FN wymusza zastosowanie modyfikacji typu w ramach reguły PS f2).



Rys. 7.4-1 Struktura składniowa zdania 218).

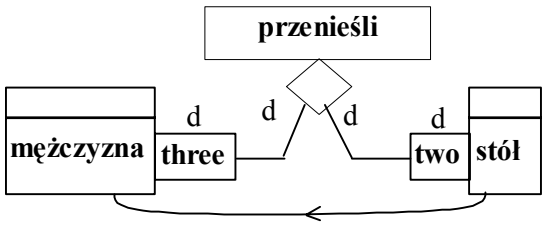
Rys. 7.4-2 prezentuje reprezentację semantyczną zdania 218) skonstruowaną w sposób kompozycyjny w oparciu o strukturę składniowa na Rys. 7.4-1, powyżej.



Rys. 7.4-2 Niedospecyfikowana reprezentacja semantyczna zdania 218).

Konfiguracje znaczników odmiany oraz sekwencji operatorów zależnościowych, wyrażane przez wartości meta-zmiennych h_1, h_2 i h_3, zostały ustalone poprzez zastosowanie predykatu *cdv_match*[2]w ramach reguły leksykalnej wprowadzającej TV2. Kolejne meta-zmienne, noszące początkowo nazwy h_1, opisujące odmianę kwantyfikatorów, zostały w wyniku aplikacji kolejnych reguł a wraz z nimi zmiany nazw, przemianowane na h_4 i h_5.

W wyniku zastosowania wypełnienia: {⟨h_1,d⟩, ⟨h_2,d⟩, ⟨ h_3, ⟨'<', '>'⟩ ⟩, ⟨h_4,d⟩, ⟨h_5,d⟩}, odpowiadającemu interpretacji 'czysto' dystrybutywnej zdania 218), w której kwantyfikator w reprezentacji FN(*trzech mężczyzn*) ma 'szeroki zasięg' (używając standardowych pojęć), powstaje wyrażenie przedstawione na Rys. 7.4-3.



Rys. 7.4-3 Reprezentacja semantyczna jednego z możliwych znaczeń zdania 218).

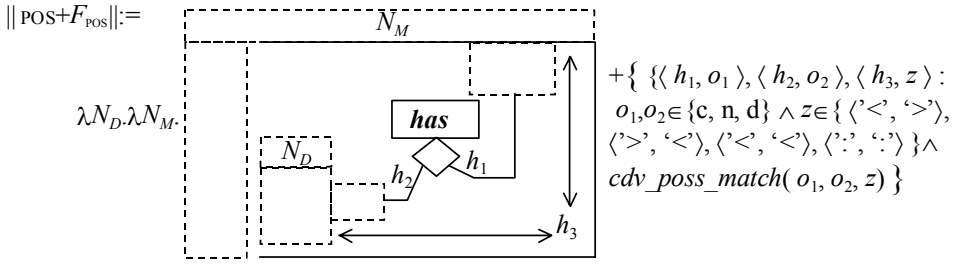
Dla uproszczenia przyjęte zostało założenie, że w ramach $G_{SN\text{-}PL}$ opisywane będą jedynie konstrukcje czasu teraźniejszego i przeszłego. Różnice znaczeniowe wynikające z czasu, trybu nie będą opisywane. Dlatego też czas i tryb nie zostały uwzględnione pomiędzy atrybutami czasownika.

Możliwości modyfikacji czasownika poprzez okoliczniki będą opisywane również w bardzo ograniczonym zakresie.

7.5.Modyfikacje wzbogacające aspekt deskryptywny

W podrozdziale 7.3 przedstawione zostały powody dla których wydaje się być właściwe opisywanie konstrukcji dopełniaczowych, zdań względnych i konstrukcji imiesłowowych jako modyfikujących kompletną FN. Modyfikowana FN staje się argumentem relacji zbliżonej pod względem semantycznym do zdania prostego. W niniejszym podrozdziale poza szczegółowym opisem reprezentacji semantycznej tych relacji, do wymienionej powyżej listy konstrukcji 'zdaniopodobnych', dołączona zostanie modyfikacja FN poprzez frazę przyimkową, jako 'skróconą' formę relacji czasownikowej. Rozpoczniemy od konstrukcji dopełniaczowych, przechodząc do kolejnych zgodnie z porządkiem wymienienia.

W efekcie modyfikacji FN poprzez FN w dopełniaczu (konstrukcja taka będzie dalej nazywana skrótowo *konstrukcją dzierżawczą*) powinno powstać wyrażenie podobne do wyniku aplikacji reprezentacji semantycznej zaimka dzierżawczego (PPro). Odmiennie jednak niż w przypadku PPro, nie można wskazać elementu leksykalnego, który byłby odpowiedzialny za transformację reprezentacji semantycznej modyfikującej, 'dopełniaczowej' FN do postaci zbliżonej do reprezentacji semantycznej PPro. Cechą wyróżniającą nie może być przypadek dopełniacza, ponieważ bardzo często FN w dopełniaczu są argumentami czasowników. Właściwym wyjściem wydaje się być sięgnięcie raz jeszcze po mechanizm modyfikacji typu reprezentacji semantycznej: z typu odpowiadającego FN do typu zbliżonego do reprezentacji semantycznej PPro. Konieczne jest wprowadzenie *modyfikatora dzierżawczego*, oznaczonego POS (poprzez F_{POS} został oznaczony, Rys. 7.5-1, poniżej, zbiór wypełnień specyfikujących działanie operatora). Modyfikator dzierżawczy wprowadza strukturę wyrażenia zbliżonego do reprezentacji zdania i umieszcza reprezentację FN w dopełniaczu jako jeden z argumentów relacji dzierżawczej ***has*** (definicja modyfikatora dzierżawczego podana jest na Rys. 7.5-1).



Rys. 7.5-1 Definicja modyfikatora dzierżawczego.

Symbol graficzny reprezentujący modyfikator POS jest identyczny w swojej strukturze ze strukturą symboli graficznych wprowadzonych jako reprezentacja semantyczna angielskich przyimków w gramatyce G_{SN} (reguła leksykalna LI 37)).

Modyfikator dzierżawczy konstruuje reprezentację semantyczną zbliżoną do reprezentacji zdania tzn. poza samym typem predykatu ***has***, mamy do czynienia z odmianami argumentów i relacjami zależności liczebnościowej. Powstaje jednak pytanie, czy wszystkie kombinacje znaczników odmiany i operatorów zależnościowych, które są dopuszczalne pomiędzy argumentami czasownika są również dopuszczalne i tutaj? Po analizie przykładów, wydaje się, że liczba możliwych kombinacji jest znacznie mniejsza, stąd w definicji POS wprowadzony został nowy predykat *cdv_poss_match*. Zanim przejdziemy do jego formalnej definicji, przeanalizujmy szereg przykładów (część z nich była już wprowadzona w rozdziale 7.3).

*314) *Praca każdego studenta informatyki zdobyła jedyną pierwszą nagrodę.*

Brak akceptowalności zdania 314) (powtórzone powyżej) wskazuje, że dla modyfikującej FN z determinatorem *każdy*, który może być interpretowany wyłącznie w odmianie dystrybutywnej, nie jest możliwa zależność liczebnościowa od modyfikowanej FN.

316) Praca każdego studenta informatyki została oceniona pozytywnie.

Zdanie *316)* (powtórzone) wydaje się mieć tylko jedno możliwe znaczenie, które możemy opisać jako 'd > d' tzn. dla każdego studenta istnieje praca, która została oceniona.

Podobny kierunek zależności (tzn. 'c > d') wykazuje poniższe zdanie:

324) Prace każdego studenta zostały zapisane na dysk.

Zdanie 324) również nie pozwala na interpretację, w której mielibyśmy tą samą grupę prac, wspólną dla wszystkich studentów.

Dla modyfikacji dzierżawczej, wydaje się nie istnieć możliwość odwrotnego kierunku zależności liczebnościowej.

325) Każda praca trzech studentów została sprawdzona ponownie.

Jedyną sensowną interpretacją zdania 325) jest interpretacja, w której 'posiadaczami' prac są wspólnie trzej studenci. Można ją opisać jako 'd : c' tzn. FN są niezależne liczebnościowo. Nie wydaje się być możliwa interpretacja, w której dla każdej pracy mamy trzech innych studentów jako 'posiadaczy' np.:

*326) *Każda praca trzech innych studentów została sprawdzona ponownie.*

Również Borkowska, w swojej analizie zależności pomiędzy kwantyfikatorami wewnątrz zdania i wewnątrz FN, przyjmuje, jako zasadę podstawową [Borkow84:52-53], „dominację" kwantyfikatora z modyfikującej FN nad kwantyfikatorem z modyfikowanej FN. Jednak wskazuje na kilka sytuacji wyjątkowych, w których zależność przebiega w odwrotnym kierunku np. kiedy „własność ma charakter wyłączny" (tylko jeden posiadacz, relacja dystrybutywna) oraz modyfikowana FN jest podmiotem zdania i zawiera kwantyfikujący determinator typu *każdy*, *wszyscy* lub *żaden*. Swoje rozważania Borkowska ogranicza niejawnie do kwantyfikacji dystrybutywnej. Jako przykłady odstępstwa od podstawowej reguły podaje:

327) Piotr zaprosił wszystkich przyjaciół ładnej dziewczyny.

328) Piotr napisał do wszystkich posiadaczy magnetofonu.

W przypadku zdania 327), Borkowska twierdzi [Borkow84:45], iż w jednej ze swoich interpretacji opisuje ono sytuację, w której Piotr zaprosił wszystkich swoich przyjaciół, w przypadku których tak się składa, że przyjaźnią się z ładną dziewczyną (niekoniecznie tą samą dla wszystkich). Z kolei, wg Borkowskiej, najbardziej prawdopodobną interpretacją zdania 328) jest interpretacja, w której list został wysłany do osób posiadających różne magnetofony. Relacja posiadania w przypadku zdania 328) została scharakteryzowana jako „wyłączna".

Należy uznać, że w przykładach 327) i 328) mamy do czynienia z relacją, którą możemy opisać jako 'd'<'d'.

Wydaje się, że trudno znaleźć przykład, w którym modyfikująca FN ma odmianę neutralną.

329) ?Dwie prace trzech studentów zostały ocenione pozytywnie.

Najbardziej oczywistą interpretacją zdania 329) jest interpretacja, w której prace zostały wykonane wspólnie przez trzech studentów. Próby przypisania do tego zdania sytuacji, w której np. jedna z prac została przygotowana przez jednego ze studentów, a druga przez pozostałą dwójkę, wymagają sporego wysiłku a wynik nie jest jednoznaczny. Jeszcze wyraźniej jest to widoczne w następnym przykładzie:

330) ?Dwie książki trzech autorów pojawiły się ostatnio na rynku.

Jednak, jeżeli modyfikująca FN nie zawiera liczebnika oraz nie ma ograniczeń wynikających z szerokiego kontekstu (wiedzy o świecie), to interpretacja neutralna modyfikującej FN jest możliwa, np.:

331) Samochody moich znajomych często się psują.

W zdaniu 331) modyfikująca FN(*moich przyjaciół*) może być interpretowana zarówno:

- dystrybutywnie – jeden samochód powiązany z jedną osobą – interpretacja bardzo prawdopodobna dla rozmowy w 'męskim' gronie w pubie,
- kolektywnie – samochody należące do pewnej rodziny np. sąsiadów,
- jak też i neutralnie – gdy mówimy ogólnie o szerokim kręgu znajomych.

Interesujący problem wyłania się za sprawą kolejnego przykładu:

332) Prace pięciu studentów zostały ocenione pozytywnie.

Zdanie 332) ma mniej oczywistą interpretację, w której dla każdego z pięciu studentów istniej grupa ocenionych prac, jednak jego podstawową interpretacją jest interpretacja, w której dla każdego studenta mamy dokładnie jedną pracę. Powstaje schemat relacji 1:1, który co prawda mieści się w znaczeniu opisywanym 'd : d' (tzn. przy braku zależności liczebnościowej) ale jest to tylko jedna z wielu możliwości kryjących się za schematem 'd : d'. Tymczasem, zdanie 332) wydaje się jednoznacznie wskazywać na strukturę relacji 1:1. Podobne znaczenie ma również zdanie

331). Powstaje pytanie, czy system składający się z znaczników odmian i mechanizmu relacji zależnościowych nie jest w tym przypadku zbyt mało precyzyjny? Jednak analizując inne przykłady jak:

333) Trenerzy tych zawodników mają ciężkie życie.

widać, iż mimo że mamy do czynienia z podwójnie dystrybutywną interpretacją (relacja między zawodnikiem a trenerem jest relacją pomiędzy dwoma osobami) oraz nie ma tutaj zależności liczebnościowej, to ogólny schemat relacji nie musi być koniecznie schematem 1:1 (jeden trener może trenować kilku zawodników w tym samym czasie). Mimo to zdaniu 333) można przypisać interpretację ‘d : d’ dla relacji dzierżawczej.

334) Pracownicy okolicznych firm chodzą do baru za rogiem.

W końcu, zdanie 334) stanowi przykład interpretacji n : d konstrukcji dzierżawczej tzn. grupy pracowników różnych firm (zakładając, że dany pracownik pracuje tylko w jednej firmie) chodzą do tego samego baru.

Na podstawie analizy przykładów, definicję predykatu *cdv_poss_match*, określającego występujące w konstrukcjach dzierżawczych kombinacje znaczników odmiany i sekwencji operatorów zależnościowych, możemy sformułować następująco:

Def. 6.4.4-1 Predykat określający kombinacje wartości odmiany i sekwencji operatorów zależnościowych występujące w konstrukcjach dzierżawczych.

$$
\begin{aligned}
cdv_poss_match := \lambda o_1.\lambda o_2.\lambda z.(& \\
& (z=\langle\text{'>','<'}\rangle \wedge o_1=\text{'d'} \wedge o_2=\text{'d'}) \vee \\
& (z=\langle\text{'<','>'}\rangle \wedge o_1=\text{'d'} \wedge o_2=\text{'d'}) \vee \\
& (z=\langle\text{'>','<'}\rangle \wedge o_1=\text{'c'} \wedge o_2=\text{'d'}) \vee \\
& (z=\langle\text{':',':'}\rangle \wedge o_1=\text{'d'} \wedge o_2=\text{'d'}) \vee \\
& (z=\langle\text{':',':'}\rangle \wedge o_1=\text{'d'} \wedge o_2=\text{'n'}) \vee \\
& (z=\langle\text{':',':'}\rangle \wedge o_1=\text{'n'} \wedge o_2=\text{'d'}) \vee \\
& (z=\langle\text{':',':'}\rangle \wedge o_1=\text{'n'} \wedge o_2=\text{'n'}) \vee \\
& (z=\langle\text{':',':'}\rangle \wedge o_1=\text{'c'} \wedge o_2=\text{'d'}) \vee \\
& (z=\langle\text{':',':'}\rangle \wedge o_1=\text{'d'} \wedge o_2=\text{'c'}) \vee \\
& (z=\langle\text{':',':'}\rangle \wedge o_1=\text{'c'} \wedge o_2=\text{'n'}) \vee \\
& (z=\langle\text{':',':'}\rangle \wedge o_1=\text{'c'} \wedge o_2=\text{'c'}) \vee \\
& (z=\langle\text{':',':'}\rangle \wedge o_1=\text{'n'} \wedge o_2=\text{'c'}))
\end{aligned}
$$

W definicji *cdv_poss_match* wątpliwości może budzić dopuszczenie, jako możliwej, kombinacji ‘n : n’, nie potwierdzonej, jak dotąd, przez żaden przykład. Należy jednak pamiętać, że relacja dzierżawcza jest bardzo wieloznaczna. Jedynie w części przypadków wyraża stan posiadania, częściej jest to pewien związek pomiędzy obiektami, np. interpretację ‘n : n’ można przypisać FN *obrońcy oskarżonych*, dla bardzo specyficznego szerokiego kontekstu, gdzie obrońcy działając w podzespołach bronią grup oskarżonych zamieszanych w różne wątki sprawy.

Zgodnie z przyjętymi wcześniej założeniami, wzorując się na uproszczonych rozwiązaniach z pracy [Świdzi92], w strukturze składniowej modyfikująca FN w dopełniaczu jest dołączana na poziomie kompletnej FN. Warto tu podkreślić, że również Topolińska [Topoli84:377], w swojej składniowo-semantycznej analizie, wyłącza dopełniaczowe FN poza obręb grupy jądrowej, a tym samym poza obręb[120] podstawowych składników FN.

W celu włączenia modyfikatora dzierżawczego do reprezentacji semantycznej modyfikującej FN, wprowadzony został dodatkowy poziom frazy FNPos (ang. *possessive*) – reguła PS fp1), poniżej:

[120] Jedyny wyjątek czyni dla tzw. ‘rzeczowników relacyjnych’, których powiązania z modyfikującymi rzeczownikami mają charakter związków frazeologicznych np. *ojciec Pawła*. To subtelne rozróżnienie zostanie, dla uproszczenia, w niniejszej pracy pominięte.

PS fp1) FNPos[*Case*=α, *GNum*=η, *Neg*=μ, *Var*=w]+ POS([Θ(F_{POS},F_N)]*N*)
+{ *f*: ∃f_P∈F_{POS}.∃f_N∈F_N. (*f*=f_P•(Θ(f_P,f_N)°f_N) ∧ [*f*](h_2) = [*f*]([Θ(f_P,f_N)]w) }→
FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Neg*=μ, *NClass*=ξ, *Var*=w, *Gap*= -]+*N*+F_N

Modyfikator dzierżawczy akceptuje argument w dowolnej odmianie. Jednak w celu zapewnienia spójności w wynikowym zbiorze wypełnień, konieczna jest taka konstrukcja jego elementów, gdzie odmiana wymagana przez modyfikator jest identyczna z odmianą specyfikowaną dla argumentu. W warunku testującym, możliwe jest bezpośrednie odwołanie się do nazwy meta-zmiennej h_2 ponieważ, zgodnie ze zdefiniowanymi regułami deterministycznej zmiany nazwy meta-zmiennych, nazwy meta-zmiennych występujących w F_{POS} pozostają niezmienione.

Formułując regułę dołączającą FNPos do FN, jako modyfikator, należy wziąć pod uwagę zjawisko propagacji się uzgodnienia negacji np.

335) Życie FNPos(*nikogo*) *nie zasługuje na brak szacunku*

336) Samochód żadnego studenta nie zrobił takiego wrażenia, jak ten.

Obecność negatywnego zaimka lub determinatora w FNPos wymusza wartość *Neg*=+ dla całej zmodyfikowanej FN, niezależnie od wartości *Neg* w modyfikowanej FN. Uwzględnione zostało to regułach PS f8a) i PS f8b) (wprowadzenie dwóch osobnych reguł okazało się niezbędne dla zapewnienia eleganckiego warunku ustalającego wartość *Neg*):

PS f8a) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=3os, *Neg*= +, *NClass*=ξ, *Var*=w, *Gap*= -]+*P*([Θ(F_P,F_N)]*N*)+
{ *f*: ∃f_P∈F_P.∃f_N∈F_N.(*f*=f_P•(Θ(f_P,f_N)°f_N) ∧ [*f*](h_1) = [*f*]([Θ(f_P,f_N)]w) }→
FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=3os, *Neg*=β, *NClass*=ξ, *Var*=w]+*N*+F_N
FNPos[*Case*=gen, *GNum*=γ, *Per*=3os, *Neg*= μ, *Var*=v]+*P*+F_P { β=+ ∨ μ=+}

PS f8b) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=3os, *Neg*= -, *NClass*=ξ, *Var*=w, *Gap*= -]+*P*([Θ(F_P,F_N)]*N*)+
{ *f*: ∃f_P∈F_P.∃f_N∈F_N.(*f*=f_P•(Θ(f_P,f_N)°f_N) ∧ [*f*](h_1) = [*f*]([Θ(f_P,f_N)]w) }→
FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=3os, *Neg*=β, *NClass*=ξ, *Var*=w]+*N*+F_N
FNPos[*Case*=dop, *GNum*=γ, *Per*=3os, *Neg*= μ, *Var*=v]+*P*+F_P { β= - ∧ μ= -}

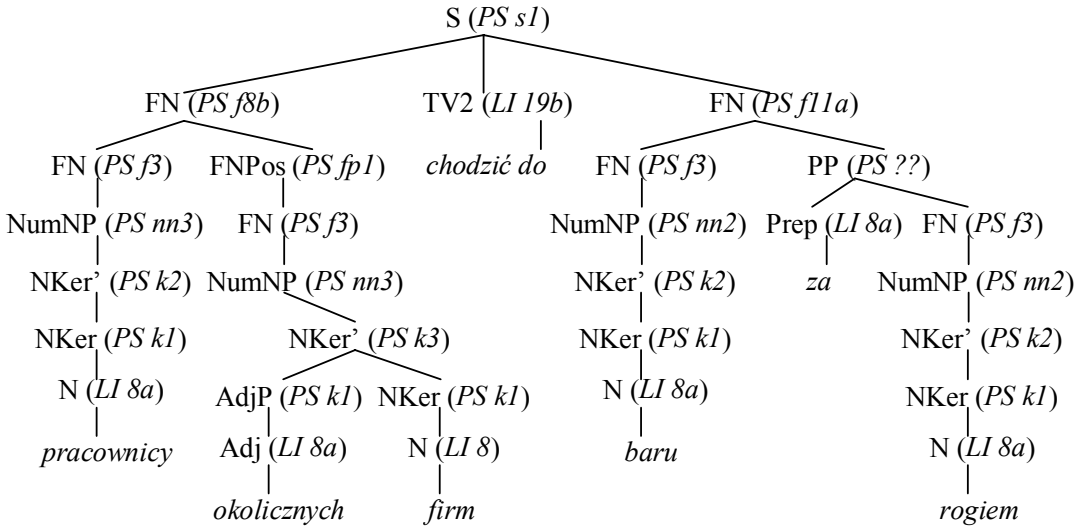
W regułach PS f8a) i PS f8b), podobnie jak w regule PS fp1), zachodzi konieczność uzgodnienia odmiany wymaganego argumentu modyfikatora dzierżawczego z odmianą przypisaną do samego argumentu. Również i tym razem możliwe jest bezpośrednie odwołanie się do nazwy meta-zmiennej (tutaj h_1):

- przyjęta kategoria składniowa FNPos powstaje jedynie w wyniku bezpośredniego zastosowania reguły PS fp1),
- pomimo iż, możliwe jest, że w reprezentacji semantycznej FNPos znajdą się inne meta-zmienne poza wprowadzonymi przez modyfikator dzierżawczy, to, zgodnie z zasadami deterministycznej zmiany nazw, meta-zmienne wprowadzone przez modyfikator nie zmienią swoich nazw w wyniku działania reguły PS fp1).

Jako przykład zastosowania zaproponowanej powyżej analizy fraz FN modyfikowanych dopełniaczową FN, rozważmy przedstawiane wcześniej zdanie 334) (powtórzone poniżej):

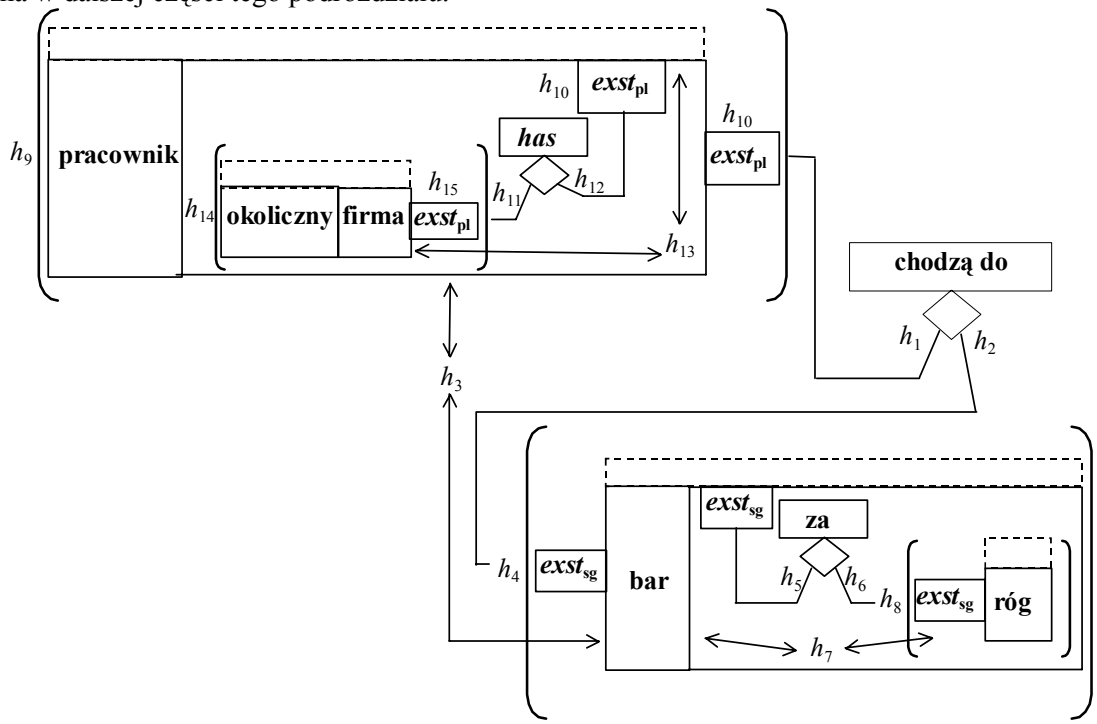
334) Pracownicy okolicznych firm chodzą do baru za rogiem.

Zdaniu 334) zostaje przypisana w gramatyce $G_{SN\text{-}PL}$ struktura składniowa przedstawiona na Rys. 7.5-2.



Rys. 7.5-2 Struktura składniowa zdania 334).

Zdanie 334) zawiera jedną konstrukcję nie opisaną do tej pory w ramach $G_{SN\text{-}PL}$. Jest to modyfikacja FN poprzez frazę przyimkową: *bar* ***za rogiem***. Analiza tej konstrukcji zostanie przedstawiona w dalszej części tego podrozdziału.



$+\{\{\langle h_1,\mathrm{d}\rangle, \langle h_2,\mathrm{d}\rangle, \langle\ h_3, \langle\text{'<'}, \text{'>'}\rangle\ \rangle, \langle h_4, \mathrm{AL}\ \rangle, \langle h_5,\mathrm{d}\rangle, \langle h_6,\mathrm{d}\rangle, \langle h_7, \langle\text{':'}, \text{':'}\rangle\ \rangle, \langle\ h_8, \mathrm{AL}\ \rangle, \langle h_9, \mathrm{AL}\ \rangle, \langle h_{10},\mathrm{d}\rangle, \langle h_{11},\mathrm{d}\rangle, \langle h_{12},\mathrm{d}\rangle, \langle\ h_{13}, \langle\text{':'}, \text{':'}\rangle\ \rangle, \langle h_{14}, \mathrm{AL}\ \rangle, \langle h_{15},\mathrm{d}\rangle\}, \ldots\}$

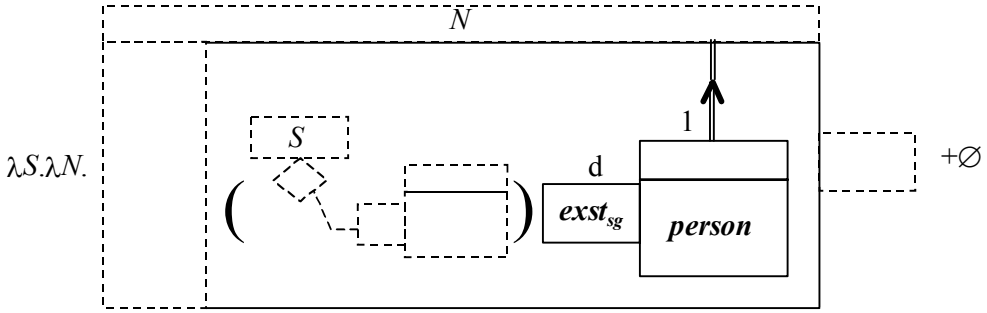
Rys. 7.5-3 Reprezentacja semantyczna zdania 334).

Rys. 7.5-3 przedstawia reprezentację semantyczną zdania 334). Warto zwrócić uwagę na efekty procesu kilkukrotnej zmiany nazw niektórych meta-zmiennych oraz na ograniczenie wzajemnych relacji zależnościowych jedynie do zbioru argumentów poszczególnych predykatów. Ograniczenie to wyraża niejawną hipotezę dotyczącą ilości możliwych znaczeń ze względu na relacje zależnościowe. Zagadnieniu temu zostanie poświęcony rozdział 0.

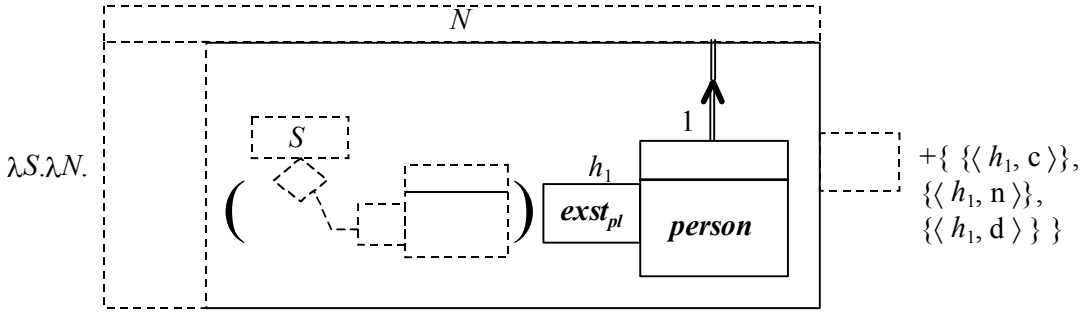
Zgodnie z założeniami przyjętymi w rozdziale 7.3, zdania względne są wprowadzane jako modyfikatory 'kompletnej' FN. Za pracą [PrzKMM01], do analizy zdań względnych wykorzy-

stany zostanie mechanizm luk (ang. *gap*), uproszczony tu do minimum ze względu na ograniczone cele gramatyki $G_{SN\text{-}PL}$. Przyjęta tu reprezentacja zdań względnych nawiązuje do podobnych rozwiązań przyjętych wcześniej w G_{SN}. Zmienia się jednak typ modyfikowanego elementu, a tym samym typ argumentu, na typ odpowiadający kompletnej FN (reguły LI 21a) i LI 21b), poniżej).

LI 21a) RPro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-poj/mzw-poj/mnż-poj/..., *Per*= 3os, *Neg*= –, *Var*=d, *Lex=który* / *którego* / *któremu* /...]



LI 21b) RPro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-mno / mzw-mno / mnż-mno /..., *Per*= 3os, *Neg*=–, *Var*=d, *Lex=którzy* / *których* / *którym* /...]



Znaczenie graficznych wyrażeń użytych w regułach LI 21a) i LI 21b) wynika bezpośrednio z definicji znaczeń graficznych wyrażeń, wprowadzonych w rozdziale 6.4.2 do reprezentacji angielskich zaimków względnych, definicja (95), oraz angielskich zaimków dzierżawczych, definicja (96). Aby wyjaśnić wątpliwości, które mogą powstać w związku z pozornym brakiem precyzji języka graficznego, skonstruujmy rozwinięcie wyrażenia graficznemu użytego w regule LI 21a) do wyrażenia *SLS*:

(103) $\lambda S.\lambda N.\langle\, \lambda i.\lambda j.\ \exists k.(\ (N)^1(i,k) \wedge S(\ \langle \lambda l.\lambda r.\exists u.(\ \downarrow(l,u) \wedge \#(\nabla(u),\, u) \subseteq \textbf{\textit{person}}$
$\wedge\ (r)^1=(u)^1 \wedge (r)^2=(u)^2 \cup \{\langle \because(i), \nabla(u)\rangle\} \wedge (r)^3=(u)^3\ ),\ \lambda l.\lambda r.\mathbf{D_1}(\textbf{\textit{exst}}_{\textbf{\textit{sg}}})(\ \#(\because(l),r)\ ),\ \tau\rangle)(k,j)$
$,(N)^2(i,j),\ (N)^3\ \rangle$

Wyrażenie (103) włącza do struktury reprezentacji semantycznej FN reprezentację semantyczną zdania z luką. Reprezentacja zdania zostaje uzupełniona wcześniej o brakujący argument, którym jest znacznik związany bezpośrednio powiązaniem referencyjnym ze znacznikiem modyfikowanej FN.

W reprezentacji mnogich zaimków względnych (reguła LI 21b)) pojawia się konieczność uwzględnienia różnych możliwych odmian kwantyfikacji, z jaką obiekty reprezentowane przez zaimek wchodzą do struktury zdania. Pociąga to za sobą konieczność wprowadzenia mechanizmu uzgodnienia odmiany zaimka względnego i odmiany wymaganej od 'wolnego' argumentu w momencie połączenia reprezentacji zaimka i reszty zdania względnego, reguła PS sw1):

PS sw1) SWzg[*Case*=α, *GNum*=η]+R([Θ(F_R,F_S)]S)
+{ f: $\exists f_R \in F_R.\exists f_S \in F_S.(f=(\ f_R \bullet (\Theta(f_R, f_S) \circ f_S)\ ) \wedge [f]\text{w} = [f]([\Theta(f_R,f_S)]\text{v})$ } →
RPro[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=3os, *Neg*= -, *Var*=w]+R+F_R
S[*Gap*=FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β]+S+F_S
{$\exists f_R \in F_R.\exists f_S \in F_S.(\ [f_R]\text{w} = [f_S]\text{v})$ }

Podobnie, jak to było w przypadku G_{SN}, luka (której użycie jest ograniczone tu wyłącznie do wymaganych fraz nominalnych) jest (w dużym uproszczeniu) reprezentowana jako pusta realizacja FN o określonych wartościach atrybutów składniowych, reguła PS f9):

PS f9) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=γ, *NClass*=C0, *Var*=d,
Gap=FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β]]+N+∅ → ∅

Analogicznie jak w G_{SN}, reprezentacja semantyczna zdania z luką sprowadza się do redukcji z wyrażeniem predykatu czasownikowego tych jego argumentów, które są w danym zdaniu realizowane leksykalnie oraz na pozostawieniu 'wolnego' argumentu odpowiadającego luce. Z wolną pozycją zostanie zredukowana reprezentacja semantyczna zaimka względnego. Ponieważ uzgodnienie odmiany odbywa się na poziomie redukcji z reprezentacją zaimka, można zaniedbać przypisywania luce znacznika odmiany. Technicznie jest to realizowane poprzez zignorowanie w PS s1a) i PS s1b) wartości przypisanej do *Var* dla luki (czyli 'd') w regule PS f9).

PS s1a) S[*Gap*=FN[*Case*=nom, *GNum*=η, *Per*=β]] +V([**Θ**(F_V,F_2)]N_2)
+{ f: ∃f_V∈F_V.∃f_2∈F_2.(f=f_V•(Θ(f_V,f_2)°f_2) ∧ [f]v = [f]([Θ(f_V,f_2)]w) } →
FN$_1$[*Case*= nom, *GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ϕ,*Var*= z,
Gap= FN[*Case*=nom, *GNum*=η, *Per*=β]]+N_1+F_1
TV2[*GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=ρ, *VarLst*=uv, *CaseLst*=χ, *Lex*=ξ]+V+F_V
FN$_2$[*Case*= γ, *GNum*=δ, *Per*=η, *Neg*=ϖ, *NClass*=φ, *Var*= w, *Gap*= –]+N_2+F_2
{∃f_v∈F_V.∃f_2∈F_2.([f_v]v = [f_2]w) ∧ **equal_lst**([γ],χ) ∧ (ρ=+ ∨ ϖ= -) }

Ponieważ elipsa FN występuje zarówno w kontekście zanegowanych i niezanegowanych form czasownika, można luce przypisać *Neg*= -. Tym samym nie jest wymagane uzgodnienie luki i czasownika pod względem negacji.

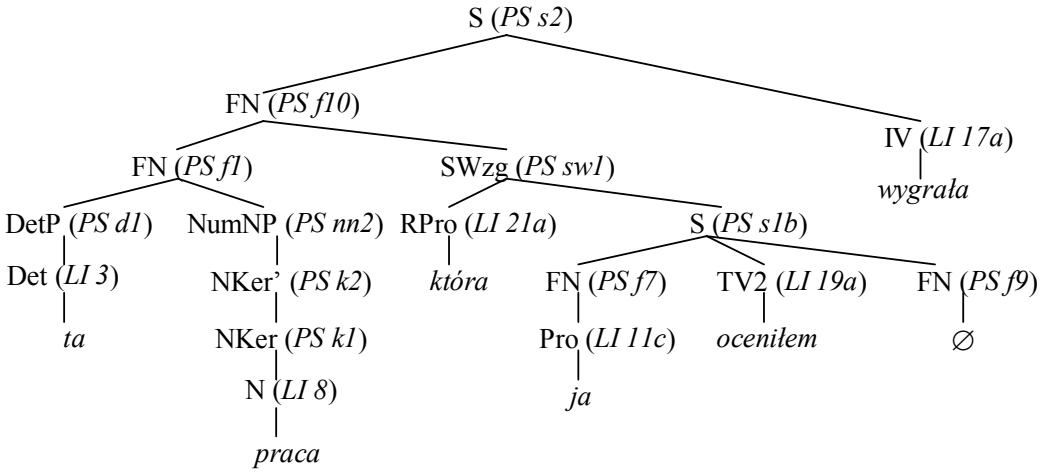
PS s1b) S[*Gap*=FN[*Case*= γ, *GNum*=δ, *Per*=η]] +λN.((V(N))([**Θ**(F_V,F_1)]N_1))
+{ f: ∃f_V∈F_V.∃f_1∈F_1.(f=f_V•(Θ(f_V,f_1)°f_1) ∧ [f]u = [f]([Θ(f_V,f_1)]z) } →
FN$_1$[*Case*=ζ, *GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=ϖ, *NClass*=ϕ, *Var*= z, *Gap*= -]+N_1+F_1
TV2[*GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=ρ, *VarLst*=uv, *CaseLst*=χ, *Lex*=ξ]+V+F_V
FN$_2$[*Case*= γ, *GNum*=δ, *Per*=η, *Neg*=μ, *NClass*=φ, *Var*= w,
Gap= FN[*Case*= γ, *GNum*=δ, *Per*=η]]+N_2+F_2
{∃f_v∈F_V.∃f_1∈F_1.([f_v]u = [f_1]z) ∧ **equal_lst**([γ],χ) ∧ (ρ=+ ∨ ϖ= -)
∧ ((ζ=nom ∧ ϕ=C0) ∨ (ζ=acc ∧ **in_lst**(ϕ, [C1, C2, C3, C4]))) }

Ostatecznie, reguła PS f10) łączy utworzoną wcześniej reprezentację semantyczną zdania względnego z reprezentacją modyfikowanej FN. Znacznik modyfikowanej frazy zostaje związany deterministycznie powiązaniem referencyjnym ze znacznikiem w oparciu, o który jest konstruowany odpowiedni argument czasownika w zdaniu względnym.

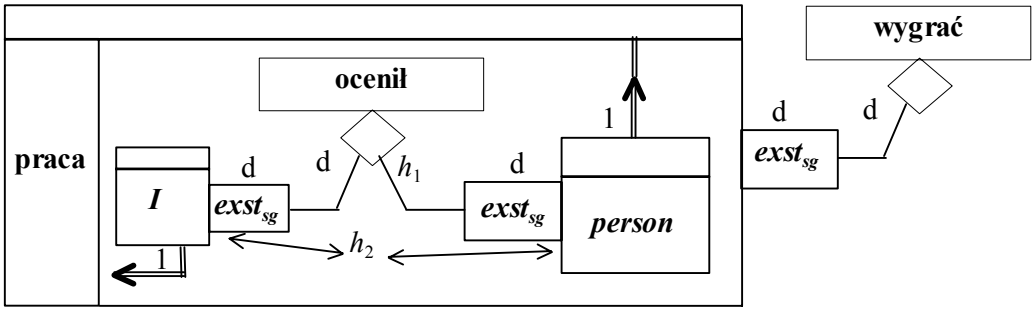
PS f10) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=γ, *NClass*=ξ, *Var*=w, *Gap*= -]+S([**Θ**(F_S,F_N)]N)
+ { f: ∃f_S∈F_S.∃f_N∈F_N. (f=f_S•(Θ(f_S,f_N)°f_N) } →
FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=γ , *NClass*=ξ, *Var*=w, *Gap*= -]+N+F_N
SWzg[*Case*=α, *GNum*=η]+S+F_S

Przykład zastosowania reguł PS s1b) i PS f10) do opisu zdania 337), zawierającego konstrukcję względną został przedstawiony na Rys 7.5-4 (analiza składniowa) oraz Rys. 7.5-5 (reprezentacja semantyczna).

337) Ta praca, którą ja oceniłem, wygrała.



Rys 7.5-4 Struktura składniowa zdania 337).



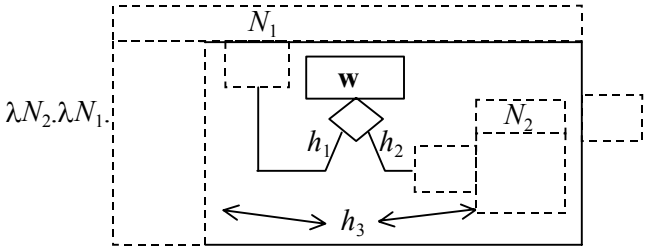
$+\{\{\langle h_1,\mathrm{d}\rangle, \langle h_2, \langle\text{'<'}, \text{'>'}\rangle\rangle\}, \{\langle h_1,\mathrm{d}\rangle, \langle h_2, \langle\text{'>'}, \text{'<'}\rangle\rangle\}, \{\langle h_1,\mathrm{d}\rangle, \langle h_2, \langle\text{'<'}, \text{'<'}\rangle\rangle\},$
$\{\langle h_1,\mathrm{d}\rangle, \langle h_2, \langle\text{':'}, \text{':'}\rangle\rangle\}\}$

Rys. 7.5-5 Reprezentacja semantyczna zdania 337).

W reprezentacji semantycznej zdania 337) (Rys. 7.5-5), w wyniku redukcji dokonanej w wg reguły PS f10), zakres możliwych wartości meta-zmiennej h_1 został ograniczony jedynie do odmiany dystrybutywnej (znacznik *d*). Teoretycznie wszystkie kombinacje operatorów zależnościowych są nadal dozwolone, ale formuły dynamiczne powstałe w wyniku zastosowanie wszystkich pozostałych wypełnień będą miały identyczną interpretację. Interpretacja symbolu specjalnego predykatu ***I*** powinna przypisywać mu w każdym modelu *SLS* zbiór jednoelementowy zawierający obiekt reprezentujący odbiorcę wypowiedzi.

Podobnie jak w G_{SN}, każda relacje przyimkowa zastosowana jako modyfikator znaczenia FN, będzie postrzegana w $G_{SN\text{-}PL}$, jako identyczna pod struktury semantycznej z pewną relacją czasownikową. W tym ujęciu fraza przyimkowa jest interpretowana jako wieloznaczna, eliptyczna forma różnych fraz czasownikowych. Tym samym, znaczenie przyimka to relacja binarna o typie identycznym z binarnym wyrażeniem predykatu czasownikowego. Identycznie jak w przypadku czasownika, znaczenia przyimka określa możliwe relacje zależnościowe i odmiany wymagane od poszczególnych argumentów, reguła LI 22), poniżej.

LI 22) Prep[*VarLst*=h_1h_2, *CaseAgr*= narz / dop, *Lex*=„*w*” / „*do*”]+



$+\{\ \{\langle h_1, o_1\rangle, \langle h_2, o_2\rangle, \langle h_3, z\rangle :$
$o_1,o_2 \in \{c, n, d\} \wedge z \in \{\langle '<', '>'\rangle,$
$\langle '>', '<'\rangle, \langle '<', '<'\rangle, \langle ':', ':'\rangle\} \wedge$
$cdv_match^2(\langle o_1, o_2\rangle, z)\ \}$

W momencie konstrukcji frazy przyimkowej (oznaczanej dalej PP) tylko jeden z dwóch argumentów jest redukowany. Drugim argumentem będzie sama modyfikowana FN. Wyrażenie predykatu przyimkowego zostaje włączone do pierwszego członu modyfikowanej FN (wyrażającego komponent kontekstu) – reguła LI 22).

PS p1) PP[*Neg*=μ, *VarLst*=uv]+$P([\Theta(F_P,F_N)]N)$
$+\{f: \exists f_P \in F_P.\exists f_N \in F_N.(f=f_P \bullet (\Theta(f_P,f_N)\circ f_N) \wedge [f]v = [f]([\Theta(f_P,f_N)]w)\ \} \rightarrow$
Prep[*VarLst*=uv, *CaseAgr*=α, *Lex*=γ]+$P+F_P$
FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ϕ, *Var*=w, *Gap*= -]+$N+F_N$
$\{\exists f_P \in F_P.\exists f_N \in F_N.(\ [f_P]v = [f_N]w)\ \}$

W związku z ‘redukcją na raty’ (w przeciwieństwie do konstrukcji zdania) konieczne jest również uzgodnienie wartości odmiany w momencie łączenia frazy PP z FN (reguły PS f11a) i PS f11b)). Dodatkowo, negatywne zaimki i determinatory pojawiające się w PP wymagają[121] negacji czasownika, którego argumentem jest modyfikowana FN [PrzKMM01:rodz. 8]. Stąd też wartość *Neg*=+ całej FN po modyfikacji może wynikać zarówno z wartości *Neg*=+ modyfikowanej FN, jak i PP (reguła PS 11b)).

PS f11a) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*= -, *NClass*=ξ, *Var*=w, *Gap*=γ]+$P([\Theta(F_P,F_N)]N)$
$+\{f: \exists f_P \in F_P.\exists f_N \in F_N.(f=f_P \bullet (\Theta(f_P,f_N)\circ f_N) \wedge [f]u = [f]([\Theta(f_P,f_N)]w)\ )\ \} \rightarrow$
FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*= -, *NClass*=ξ, *Var*=w, *Gap*=γ]+$N+F_N$
PP[*Neg*= -, *VarLst*=uv]+$P+F_P$
$\{\ \exists f_P \in F_P.\exists f_N \in F_N.(\ [f_P]u = [f_N]w)\ \}$

PS f11b) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*= +, *NClass*=ξ, *Var*=w, *Gap*=γ]+$P([\Theta(F_P,F_N)]N)$
$+\{f: \exists f_P \in F_P.\exists f_N \in F_N.(f=f_P \bullet (\Theta(f_P,f_N)\circ f_N) \wedge [f]u = [f]([\Theta(f_P,f_N)]w)\ )\ \} \rightarrow$
FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ξ, *Var*=w, *Gap*=γ]+$N+F_N$
PP[*Neg*=ξ]+$P+F_P$
$\{\ \{\ \exists f_P \in F_P.\exists f_N \in F_N.(\ [f_P]u = [f_N]w) \wedge \mu=+ \vee \xi=+\}$

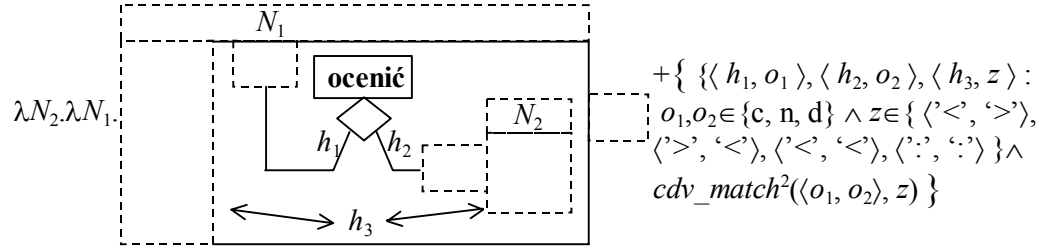
Reguła PS f11a) została zastosowana już wcześniej w analizie zdania 334), którego strukturę składniową przedstawia Rys. 7.5-2, natomiast reprezentację semantyczną Rys. 7.5-3).

Konstrukcje imiesłowowe różnie są analizowane w literaturze. Biorąc jednak pod uwagę ich derywacje od czasownika, zgodność z odpowiednim czasownikiem co do ilości wymaganych argumentów (z dokładnością do jednego obecnego niejawnie) oraz przypadka wymaganego od argumentów, intuicyjne podobieństwo znaczenia imiesłowów z odpowiadającymi im czasownikami, konstrukcje tworzone przez imiesłowy będą analizowane jako *zredukowane zdania względne* [PrzKMM01:rozdz. 7.5.5] zawierające podmiot domyślny (w podobnym duchu analizuje kon-

[121] Obecność negatywnych determinatorów i zaimków w PP, modyfikującej FN, może być również licencjonowana przez [PrzKMM01:rodz. 8]: przyimek *bez*, niektóre przymiotniki i przysłówki zawierające w swoim znaczeniu aspekt negacji oraz przez zanegowane konstrukcje imiesłowowe. Dokładną analizę zjawiska negacji można znaleźć między innymi w pracy [PrzKMM01:rodz. 8]. Warto jeszcze raz tu podkreślić, że celem uproszczonej znacznie analizy uzgodnienia negacji prezentowanej w niniejszej pracy jest jedynie wprowadzenie bazy umożliwiającej rozwinięcie koncepcji semantyki negatywnych determinatorów i zaimków, jako elementów, który występowanie jest ograniczone jedynie do negatywnego kontekstu syntaktycznego (rozdział 7.3).

strukcje imiesłowowe również Vetulani [Vetual02b:rozdz. 3.3.2.8]). W niniejszej pracy ograniczymy się jedynie do imiesłowów czynnych, oznaczanych za pracą [PrzKMM01] mnemonikiem ActAdjPx, gdzie *x* to liczba wskazująca na ilość argumentów wymaganych przez czasownik, od którego dany imiesłów został derywowany (wliczany jest tu podmiot domyślny). Imiesłowom czynnym jest przypisywana w $G_{SN\text{-}PL}$ reprezentacja semantyczna analogiczna do wyrażenia predykatu czasownikowego, reguła LI 23), poniżej. Również i tu wprowadzone zostają mechanizmy sekwencji operatorów zależnościowych oraz znaczników wymaganych odmian.

LI 23) ActAdjP2[*Case*= mian / dop / cel / bier / ..., *GNum*= mos-poj / mos-mno / ... / pt-mno, *Neg*= -, *VarLst*=h_1h_2, *CaseLst*=[bier] / *..., Lex*=„*oceniający*” / „*oceniającego*” / ...]+



Ponieważ zanegowane formy imiesłowów mogą licencjonować użycie negatywnych determinatorów i zaimków, konieczne jest wprowadzenie atrybutu *Neg* do kategorii imiesłowu czynnego. Reguły leksykalne wprowadzające zanegowaną formę ActAdjP2 oraz reguły dla wybranych imiesłowów czynnych o innej liczbie argumentów zostały zamieszczone w Dodatku B.

W efekcie połączenia imiesłowu z jego jawnymi argumentami powstaje fraza zredukowanego zdania względnego o kategorii oznaczanej tu SActAdjP - reguły PS saa1) i PS saa2), poniżej, dla imiesłowów o różnej liczbie argumentów:

PS saa1) SActAdjP[*Case*=ρ, *GNum*=γ, Neg=μ]+*A*([**Θ**(F_A,F_N)]*N*)
+{ *f*: ∃f_A∈F_A.∃f_N∈F_N.(*f*=(f_A•(Θ(f_A,f_N)°f_N)) ∧ [*f*]w = [*f*]([Θ(f_A,f_N)]v) } →
ActAdjP2[*Case*=ρ, *GNum*=γ, *Neg*=μ, *VarLst*=uw, *CaseLst*=χ, *Lex*=ϖ]+*A*+F_A
FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=ξ, *NClass*=ϕ, *Var*=v, *Gap*= -]+*N*+F_N
{ ∃f_A∈F_A.∃f_N∈F_N.([f_A]w=[f_N]v) ∧ **equal_lst**([α],χ) ∧ (μ=+ ∨ ξ= -)}

PS saa2) SActAdjP[*Case*=α, *GNum*=η, *Neg*=μ, *VarLst*=uvy]
+(*V*([**Θ**(F_V,F_3)]N_3))([**Θ**^{3}(F_V, F_3, F_2)]N_2)+{ *f*: ∃f_A∈F_A.∃f_3∈F_3.∃f_2∈F_2.(
f=(f_A•(Θ(f_A,f_3)°f_3)•(Θ^3(f_A,f_3,f_2)°f_2)) ∧ [*f*]y = [*f*]([Θ(f_A,f_3)]x) ∧ [*f*]v = [*f*]([(Θ^3(f_A,f_3,f_2)°f_2)]w)} →
ActAdjP3[*Case*=α, *GNum*=η, *Neg*=μ, *VarLst*=uvy, *CaseLst*=χ, *Lex*=ρ]+*A*+F_A
FN[*Case*= ϕ, *GNum*=δ, *Per*=ψ, *Neg*=ϖ, *NClass*=ε, *Var*= w, *Gap*= –]+N_2+F_2
FN[*Case*= φ, *GNum*=β, *Per*=γ, *Neg*=ξ, *NClass*=ψ, *Var*= x, *Gap*= –]+N_3+F_3
{∃f_A∈F_A.∃f_2∈F_2.∃f_3∈F_3.([f_A]v=[f_2]w ∧ [f_A]y=[f_3]x) ∧ **equal_lst**([ϕ,φ],χ) ∧ (μ=+ ∨ (ϖ= - ∧ ξ = -))}

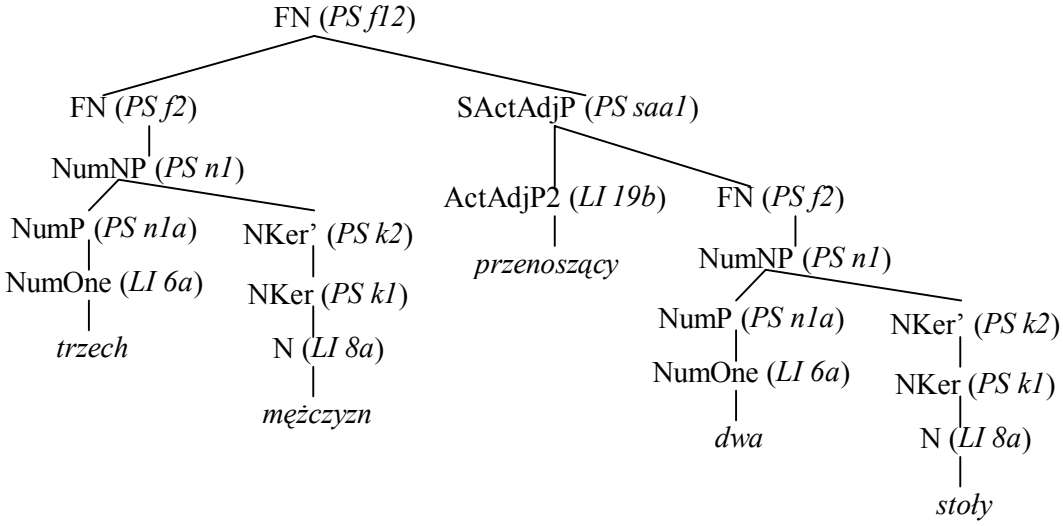
Ostatni z argumentów imiesłowu, którym jest modyfikowana FN (podmiot domyślny zdania SActAdjP), jest redukowany osobno w regule PS f12). Dlatego też konieczne jest przekazanie listy wymaganych odmian w postaci atrybutu *VarLst* (dla poszczególnych argumentów) z imiesłowu na poziom zdania SActAdjP. Odmiana wymagana od argumentu odpowiadającego modyfikowanej FN, jest pierwszym elementem listy. Aby ‘odczytać’ pierwszy element listy stanowiącej wartość *VarLst*, została zastosowana w regule PS f12) notacja zaczerpnięta z języka Prolog (tzn. [głowa | ogon listy]).

PS f12) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ϕ, *Var*=w, *Gap*= -]+*S*([**Θ**(F_S,F_N)]*N*)
+{*f*: ∃f_S∈F_S.∃f_N∈F_N.(*f*=f_S•(Θ(f_S,f_N)°f_N) ∧ [*f*]h = [*f*]([Θ(f_S,f_N)]w) } →
FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ϕ, *Var*= w, *Gap*= –]+*N*+F_N
SActAdjP[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=ξ, *VarLst*=[h|t]]+*S*+F_S
{∃f_S∈F_S.∃f_N∈F_N.([f_S]h = [f_N]w) }

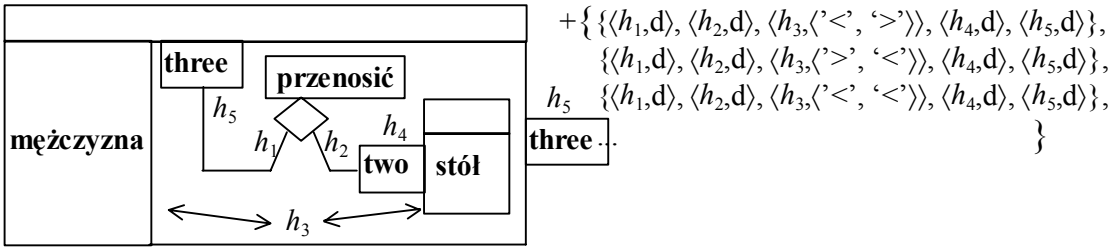
Ewentualna zanegowana forma imiesłowu nie licencjonuje negatywnych determinatorów i zaimków występujących w modyfikowanej FN.

338) ***Trzej mężczyźni przenoszący dwa stoły****, popatrzyli na ładną dziewczynę.*

Struktura składniowa FN wyróżnionej w zdaniu 338) została przedstawiona na Rys. 7.5-6. Reprezentacja semantyczna tej FN została przedstawiona na Rys. 7.5-7.



Rys. 7.5-6 Struktura składniowa wyróżnionej FN w zdaniu 338).



Rys. 7.5-7 Reprezentacja semantyczna wyróżnionej FN w zdaniu 338).

7.6. Wybrane aspekty reprezentacji semantycznej złożone fraz liczebnikowych (NumP)

Dotychczas rozpatrywane były frazy NumP składające się z pojedynczego leksemu. Często jednak pojawiają się w NumP dodatkowe modyfikatory przysłówkowe i przyimkowe, zmieniające znaczenie liczebnika (najczęściej zmniejszające dokładność opisu liczebności), przykłady poniżej, lub też NumP realizowana jest jako tzw. *liczebnik złożony*, zbudowany w postaci ciągu liczebników prostych, np. ***trzydzieści trzy*** *książki*.

339) ***mniej niż*** *pięć osób*

340) ***więcej niż*** *dwoje uczniów*

341) ***niemal / prawie*** *pięćdziesięciu ludzi przyszło na zebranie*

Dystrybucja składniowa NumP zawierających modyfikatory jest identyczna z jednoleksemowymi NumP rozpatrywanymi do tej pory, np.

342) Tych prawie pięćdziesięciu robotników nie zrobiło dużo więcej niż trzech poprzedniego dnia.

Tym samym należałoby oczekiwać, że reprezentacja semantyczna NumP zawierającej modyfikator będzie identyczna co do typu z reprezentacją semantyczną jednoleksemowych NumP tzn. reprezentacją zmodyfikowanego liczebnika powinno być nadal wyrażenie *SLS* zawierające protokwantyfikator i 'produkujące' rodzinę zbiorów kolekcji. Reprezentacja modyfikatora jawi się,

jako filtr zawężający lub rozbudowujący kwantyfikator wynikający z reprezentacji liczebnika. Dodatkowo modyfikator powinien pozostawić w stanie nienaruszonym, przypisaną wcześniej, strukturę reprezentacji semantycznej liczebnika. Warto jeszcze raz podkreślić, że modyfikator działa na poziomie wyrażeń uwzględniających już odmianę kwantyfikatora.

Wyrażenie *SLS* reprezentujące modyfikator liczebnika oprzemy na logicznym modyfikatorze proto-kwantyfikatora zmodyfikowanego pod względem odmiany. Ponieważ zmodyfikowany proto-kwantyfikator jest typu ((*et*) (((*et*) *t*) *t*)), to potrzebny logiczny modyfikator powinien być typu: (((*et*) (((*et*) *t*) *t*)) ((*et*) (((*et*) *t*) *t*))), tzn. powinien 'zwrócić' wyrażenie typu identycznego z typem zmodyfikowanego proto-kwantyfikatora.

Koncentrując początkowo uwagę na liczebnikach głównych (rozdział 7.1), można zauważyć istotny problem związany z ich modyfikacją. Odpowiadające im wyrażenie kwantyfikatora generuje rodzinę zbiorów wyłącznie na podstawie wartości znacznika np. gdy elementów jest za mało rodzina jest pusta. Wypływa to z przyjętej definicji proto-kwantyfikatora np. (powtórzona):

$||\textbf{exactly_<n>}|| := \lambda X.\lambda Y.[\ |X \cap Y| = \mathbf{n} \wedge Y \subseteq X\ ]$

Na przykład, rodzina reprezentująca ***pięciu*** *chłopców* będzie pusta, gdy wartością odpowiedniego znacznika będzie zbiór o liczności 4 ale nie powinna być pusta w przypadku ***mniej niż pięciu*** *chłopców*. Oznacza to, że znaczeniem tego modyfikatora nie może być po prostu filtr obcinający kwantyfikator. Modyfikator musi konstruować odpowiednią rodzinę zbiorów zgodnie z działaniem modyfikowanego proto-kwantyfikatora oraz jego odmianą. Efekt ten uzyskany został w poniższej definicji, gdzie **niemal** to modyfikator logiczny odpowiedniego typu:

(104) $||\textbf{niemal}|| := \lambda Q.\lambda X.\lambda \boldsymbol{Z}.\exists X'.(\bigcup \boldsymbol{Z} \subseteq X \wedge X \subseteq X'$

$$\wedge \exists \boldsymbol{Z}'.(Q(X')(\boldsymbol{Z}') \wedge (1\text{-}\varepsilon) > \frac{\left|\bigcup \boldsymbol{Z}\right|}{\left|\bigcup \boldsymbol{Z}'\right|} > 0{,}8 \wedge \forall Y \in \boldsymbol{Z}.\exists Y'.(\ Y' \in \boldsymbol{Z}' \wedge Y \subseteq Y'\ )\ )$$

$$\wedge (\ (\ \forall Y' \in Q(X').(\ \mathrm{AT}(X') \cap Y' = Y') \rightarrow (\mathrm{AT}(X) \cap \boldsymbol{Z}) = \boldsymbol{Z}\ ) \vee (\forall Y' \in Q(X').|Y'| = 1 \rightarrow |\boldsymbol{Z}| = 1\ ))\ )$$

Argumentem modyfikatora jest zmodyfikowany proto-kwantyfikator Q. W rezultacie działania modyfikatora powstaje inny zmodyfikowany proto-kwantyfikator, który na podstawie zbioru X, typu (*et*), generuje rodzinę zbiorów kolekcji typu (((*et*) *t*) *t*), tzn. $\boldsymbol{Z}$, zbiór kolekcji, jest typu ((*et*) *t*).

Pierwszy człon wyrażenia definiującego (104) gwarantuje, że kolekcje w wynikowych zbiorach będą zawierać jedynie elementy pochodzące z argumentu wejściowego (np. wartości znacznika). Aby przenieść zachowanie się oryginalnego proto-kwantyfikatora na rodzinę wyjściową, poszerzany jest zbiór wejściowy X do pewnego X' (o odpowiedniej wielkości dla niepustego rezultatu Q) a następnie w pewnym zbiorze kolekcji $\boldsymbol{Z}'$, stanowiącym 'rozszerzenie' $\boldsymbol{Z}$, każda kolekcja w $\boldsymbol{Z}$ musi się zawierać w pewnej kolekcji w $\boldsymbol{Z}'$. W ten sposób zmodyfikowany kwantyfikator jest konstruowany jako swoiste zawężenie pierwotnego. Drugi człon nie gwarantuje jednak jeszcze dokładnego zachowania struktury zbiorów kolekcji (podziału kolekcji) – np. wszystkie kolekcje w $\boldsymbol{Z}$ mogą zawierać się w tej samej kolekcji $\boldsymbol{Z}'$ co powoduje, że kwantyfikator kolektywny może zostać zmodyfikowany do dystrybutywnego. Aby temu zapobiec konieczna jest ściślejsza kontrola struktury podziału. Realizuje to człon trzeci, gdzie jeżeli zbiory pierwotnego kwantyfikatora składają się z atomów (odmiana dystrybutywna) lub zawierają dokładnie jedną kolekcję (odmiana kolektywna) to również zbiór wynikowy $\boldsymbol{Z}'$ musi być skonstruowany w analogiczny sposób. Natomiast nie są narzucane żadne ograniczenia w przypadku odmiany neutralnej. Mamy tam jednak do czynienia zawsze z realizacją wszystkich możliwych podziałów.

Przyjęta definicja modyfikatora logicznego **niemal** nie będzie dobrze działała w przypadku użycia go do modyfikacji relatywnych kwantyfikatorów. W wyrażeniach kwantyfikatorowych zawierających kwantyfikator relatywny argumentem wejściowym jest denotacja predykatu a nie wartość znacznika (np. rozdział 6.4.2). Odnosząc to do powyższej definicji **niemal**, zbiór X jest już 'maksymalnej wielkości', modyfikowany proto-kwantyfikator powinien wydzielić z niego odpowiednią część. W rezultacie zastosowanie proponowanego modyfikatora będzie prowadziło do złych rezultatów. Nie jest to jednak efekt niepożądany, jeżeli skonfrontujemy to z faktami językowymi np.:

*343) *prawie / niemal większość*

344) ?? *mniej niż / więcej niż większość*

Również nie są akceptowalne połączenia rozważanych modyfikatorów z liczebnikami wyznaczającymi zbiory o nieprecyzyjnie określonej liczności np.

345) **prawie / niemal kilku / dużo / mało ...*

Brak akceptowalności 343) i 344) w miły sposób współgra z przyjętą definicją modyfikatora logicznego **niemal**.

Przykładami kolejnych modyfikatorów logicznych o typie identycznym z typem **niemal** (modyfikatory tego typu będą dalej nazywane *modyfikatorami działania proto-kwantyfikatorów*) są:

(105) $\|\textbf{mniej_niż}\| := := \lambda Q.\lambda X.\lambda \boldsymbol{Z}.\exists X'.(\bigcup \boldsymbol{Z} \subseteq X \wedge X \subseteq X'$
$\wedge \exists \boldsymbol{Z}'.(Q(X')(\boldsymbol{Z}') \wedge |\bigcup \boldsymbol{Z}'| > |\bigcup \boldsymbol{Z}| \wedge \forall Y \in \boldsymbol{Z}.\exists Y'.(Y' \in \boldsymbol{Z}' \wedge Y \subseteq Y'))$
$\wedge ((\forall Y' \in Q(X').(\mathrm{AT}(X') \cap Y' = Y') \rightarrow (\mathrm{AT}(X) \cap \boldsymbol{Z}) = \boldsymbol{Z}) \vee (\forall Y' \in Q(X').|Y'|=1 \rightarrow |\boldsymbol{Z}|=1)))$

(106) $\|\textbf{więcej_niż}\| := \lambda Q.\lambda X.\lambda \boldsymbol{Z}.\exists X'.(\bigcup \boldsymbol{Z} \subseteq X \wedge X' \subseteq X$
$\wedge \exists \boldsymbol{Z}'.(Q(X')(\boldsymbol{Z}') \wedge |\bigcup \boldsymbol{Z}| > |\bigcup \boldsymbol{Z}'| \wedge \forall Y \in \boldsymbol{Z}.\exists Y'.(Y' \in \boldsymbol{Z}' \wedge Y' \subseteq Y))$
$\wedge ((\forall Y' \in Q(X').(\mathrm{AT}(X') \cap Y' = Y') \rightarrow (\mathrm{AT}(X) \cap \boldsymbol{Z}) = \boldsymbol{Z}) \vee (\forall Y' \in Q(X').|Y'|=1 \rightarrow |\boldsymbol{Z}|=1)))$

Obydwie definicja (równania (105) i (106)) powielają schemat przyjęty dla **niemal** (modyfikatora działania proto-kwantyfikatora, równanie (104)). Istotna różnica występuje jedynie w przypadku **więcej_niż**, gdzie zmodyfikowany proto-kwantyfikator 'rozszerza' działanie pierwotnego, dołączając nowe elementy. Struktura kolekcji zostaje 'rozbudowana' stąd też odwrotny warunek w drugim członie wyrażenia definiującego.

Wykorzystując zdefiniowane modyfikatory działania proto-kwantyfikatorów, można zaproponować reprezentację semantyczną modyfikatorów liczebników. Należy tu uwzględnić fakt, iż reprezentację semantyczną liczebnika tworzy trójka (warunek, zmodyfikowany proto-kwantyfikator i jego argument). Reprezentacja modyfikatora musi ją zachować. Równanie (107) definiuje symbol graficzny, który zostanie dalej użyty do definicji reprezentacji semantycznej modyfikatorów liczebników:

(107) $\lambda Q.$ [**niemal** / Q] $:= \lambda Q.\lambda N.\langle \lambda p.\lambda i.\lambda j.(Q(N))^1(p, i, j),$ **niemal**$((Q(N))^2), (Q(N))^3 \rangle$

Ułatwieniem w odczycie równania (107) może być przypomnienie wyrażenia stanowiącego reprezentację semantyczną liczebnika:

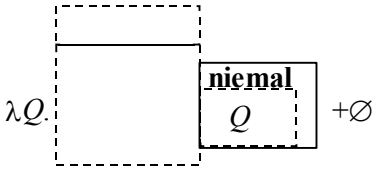
$\lambda N.\langle \lambda p.\lambda i.\lambda j.N(p, i, j), \mathbf{D_1}(\textbf{three}), \lambda i.\lambda j.(\#(\because(i), j)) \rangle$

Porównując je z równaniem (107), widać, że działanie reprezentacji semantycznej modyfikatora liczebnika sprowadza się do 'wydobycia' proto-kwantyfikatora i zastosowania modyfikatora działania proto-kwantyfikatora.

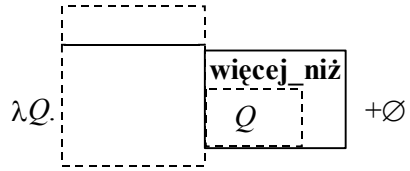
Leksemy typu *niemal*, *prawie* są klasyfikowane różnorodnie jako przysłówki [PrzKMM01] lub partykuły [EncJęz93, NoSłPP99]. Rozróżnienie pomiędzy przysłówkami i partykułami jest najczęściej oparte na intuicyjnych kryteriach semantycznych [SalŚwi98]. Dlatego też w pracy [SalŚwi98] używa się pojęcia „leksemów partykuło-przysłówkowych". W niniejszej pracy pojęcie *przysłówek* będzie używane skrótowo w odniesieniu do tych leksemów, które są klasyfikowane w pracy [SalŚwi98], jako partykuło-przysłówki. Dodatkowo, ponieważ większość rozważanych tu leksemów przysłówkowych wykazuje się dużą wieloznacznością, w celu uproszczenia ich opisu, wprowadzony zostanie dalszy podział kategorii przysłówka na kilka, semantycznie motywowanych, subkategorii[122]. Kategoria przysłówka będzie oznaczana mnemonikiem Adv, mnemoniki kolejnych subkategorii będą tworzone poprzez doklejanie liter wynikających z działania leksemów danej subkategorii.

Reguła LI 26) wprowadza subkategorię przysłówków modyfikujących liczebniki, których reprezentacja semantyczna opiera się na modyfikatorze działania proto-kwantyfikatora:

[122] Podobne rozwiązanie stosuje Węgrzynek [Węgrzy95] używając pojęcia kategorii modalizatora.

LI 26) AdvMQ[*Lex*=”*niemal”*]+ 

Znaczeniem podobnym do leksemów AdvMQ charakteryzują się również frazy typu *mniej niż* składające się z przyimka i leksemu, który należałoby, ze względu na ich znaczenie, scharakteryzować jako frazy przysłówkowe, chociaż już składowy leksem *mniej* trudno zaliczyć do AdvMQ np. **mniej pięciu.* Dążąc do koniecznego ograniczenia zakresu konstrukcji opisywanych w niniejszej pracy, frazy takie są opisywane przez regułę LI 27) jako leksemy złożone, jednakże przypisywana jest im kategoria odpowiadająca ich złożonej budowie (pozostawia to możliwość późniejszego rozszerzenia gramatyki):

LI 27) AdvMQP[*Lex*=”*więcej niż*” / „*mniej niż*” / ...]+ 

Z racji wprowadzenia kategorii frazy AdvMQP, jako furtki do dalszych rozszerzeń, konieczne jest również tworzenie frazy AdvMQP z pojedynczego AdvMQ, przed jego połączeniem z liczebnikiem (reguła PS aq1), poniżej):

PS aq1) AdvMQP[*Lex*=α]+A+F_A → AdvMQ[*Lex*=α]+A+F_A

Ostatecznie, fraza modyfikująca łączy się z liczebnikiem, gdzie z racji pustego zbioru wypełnień modyfikatora, wynikowy zbiór wypełnień jest identyczny ze zbiorem przypisanym do liczebnika (reguła PS n2), poniżej):

PS n2) NumP[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+$A(L)$+F_L →
AdvMQP[*Lex*=α]+A+F_A
NumP[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+L+F_L
{ **in_lst**(μ, [C0, C1, C2, C3] }

Ograniczenie działania reguły PS n2) tylko do wybranych (choć wielu) klas liczebników wyraża obserwowaną w przykładach (346) ÷ 350)) selektywną łączliwość modyfikatorów AdvMQ z liczebnikami. Wydaje się, że ograniczenie to ma charakter wyłącznie semantyczny[123] (wszędzie, gdzie połączenie nie jest możliwe, liczność nie jest ściśle określona przez liczebnik), mimo to reguła nie dopuszcza do utworzenie połączenia w przypadku tych klas liczebników, dla których trudno znaleźć przykład akceptowalnej modyfikacji.

346) C0*: więcej niż dwóch studentów*
347) C1*: mniej niż pięć kobiet, *prawie / mniej niż kilku studentów*
348) C2*: *prawie kilkoro dzieci,*
349) C3*: prawie tysiąc, *niemal / mniej niż mnóstwo, mniej niż tuzin*
350) C4*: *mniej niż dużo, *prawie sporo, *prawie dużo*

Reguła PS n2) pozwala również na wielokrotne dołączanie modyfikatorów AdvMQP, co jest w większości wypadków nieprawidłowe: **niemal mniej niż dziesięciu uczniów*, **prawie niemal pięćdziesięciu*. Problem ten nie będzie tu daje analizowany. Jego rozwiązanie wymagałoby z jednej strony wprowadzenia dodatkowej kategorii do przykładowej gramatyki $G_{SN\text{-}PL}$, a z drugiej

[123] Wszędzie, gdzie połączenie nie jest możliwe, liczność nie jest ściśle określona przez liczebnik. Brak akceptowalności takich połączeń współgra z zaproponowanymi definicjami modyfikatorów działania proto-kwantyfikatora, które opierają się na porównaniu liczności. W przypadku ‘nieprecyzyjnych’ proto-kwantyfikatorów, różne zbiory produkowanej rodziny mają różną liczność. Interpretacja intuicyjna działania modyfikatora staje się niejasna (pomimo formalnej precyzji definicji).

strony dokładniejszej analizy. Reguła PS n2) została sformułowana w świadomie uproszczonym kształcie.

W efekcie zastosowania reguły PS n2) w analizie zdania 351) (poniżej) otrzymamy reprezentację semantyczną zbliżoną do reprezentacji uzyskanej dla modyfikatora determinatora w zdaniu 357) na Rys. 7.6-2 (dalej w tym podrozdziale).

351) Profesor sprawdził prace niemal pięćdziesięciu osób.

Są przynajmniej dwa powody natury semantycznej, dla których użycia leksemów typu *niemal* / *prawie* jako modyfikatorów determinatorów, wygodnie jest uznać za homograficzne formy przynależne do osobnej subkategorii semantycznej:

- po pierwsze, reprezentacja semantyczna determinatora jest znacząco odmienna od reprezentacji NumP – reprezentacja semantyczna jego modyfikatora w naturalny sposób musi być również odmienna,
- po drugie (co chyba nawet istotniejsze), reprezentacja determinatora zawiera relatywny proto-kwantyfikator, dla którego dotychczas zdefiniowane modyfikatory działanie nie dają prawidłowego rezultatu.

Wprowadzanie dodatkowej subkategorii, oznaczanej dalej AdvMD (czyli *przysłówek modyfikujący determinator*) nie jest może najbardziej eleganckim rozwiązaniem, ale upraszcza strukturę gramatyki. AdvMD odpowiada dość dobrze kategorii[124] *modalizatorów* u Węgrzynek [Węgrzy95]. Przykładami użycia AdvMD mogą być:

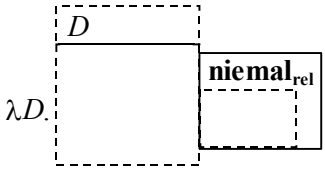
*352) *prawie / niemal ten / jakiś / pewien pracownik*
*353) *prawie / niemal niejeden pracownik*
354) prawie / niemal każdy pracownik
355) prawie niemal wszyscy pracownicy
356) ?niemal żaden pracownik nie otrzymał wypłaty

Przykład 352) pokazuje, że użycie AdvMD jest ograniczone jedynie do kontekstu determinatora kwantyfikującego. Z kolei 353) jest argumentem za interpretacją leksemów AdvMD jako modyfikatorów relatywnych kwantyfikatorów (*niejeden* spełnia test 266), rozdział 7.2). Pojęcie ‘kwantyfikator’ zostało użyte w poprzednim zdaniu celowo, a nie jako skrót myślowy. Na poziomie reprezentacji Det mamy do czynienia z efektem działania proto-kwantyfikatora tzn. ze zmodyfikowanym proto-kwantyfikatorem zastosowanym do odpowiedniego argumentu. W efekcie mamy już do czynienia z rodziną zbiorów kolekcji. Modyfikator działania kwantyfikatora powinien być funkcją z jednej rodziny zbiorów kolekcji w drugą, czyli typu: $\big((((et)\,t)\,t)\ \ (((et)\,t)\,t)\big)$. Założenia te spełnia definicja sformułowana w równaniu (108), poniżej:

(108) $$\|\mathbf{niemal_{rel}}\| := \lambda Q.\lambda \boldsymbol{Z}.(\exists \boldsymbol{Z}'.(Q(\boldsymbol{Z}') \wedge \bigcup \boldsymbol{Z} \subseteq \bigcup \boldsymbol{Z}'$$
$$\wedge (1\text{-}\varepsilon) > \frac{\left|\bigcup \boldsymbol{Z}\right|}{\left|\bigcup \boldsymbol{Z}'\right|} > 0{,}8 \wedge \forall Y \in \boldsymbol{Z}.\exists Y'.(Y' \in \boldsymbol{Z}' \wedge Y \subseteq Y')\ )$$
$$\wedge (\ (\ \forall \boldsymbol{Z}' \in Q.(\mathrm{AT}(\bigcup \boldsymbol{Z}') \cap \boldsymbol{Z}' = \boldsymbol{Z}') \rightarrow (\mathrm{AT}(\bigcup \boldsymbol{Z}) \cap \boldsymbol{Z}) = \boldsymbol{Z}\ ) \vee (\forall \boldsymbol{Z}' \in Q.|\boldsymbol{Z}'| = 1 \rightarrow |\boldsymbol{Z}| = 1\ ))\ )$$

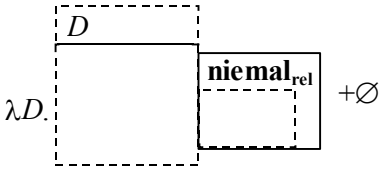
W równaniu (108) Q jest modyfikowanym kwantyfikatorem, czyli rodziną zbiorów kolekcji typu $(((et)\,t)\,t)$, natomiast $\boldsymbol{Z}$ jest zbiorem kolekcji. Definicja modyfikatora *działania kwantyfikatora* $\mathbf{niemal_{rel}}$ jest zbliżona do definicji modyfikatora działania proto-kwantyfikatora **niemal** (równanie (104)). Tym razem jednak modyfikator stanowi rodzaj filtru ‘obcinającego’ zbiory modyfikowanej rodziny pod względem ilości różnych elementów w kolekcjach, z zachowaniem ich struktury wynikającej z odmiany. Symbol graficzny wyrażenia stanowiącego interpretację AdvMD jest niemal identyczny jak symbol graficzny reprezentacji semantycznej AdvMQ, znaczna różnica kryje się jednak w definiującym je wyrażeniu *SLS*. W przypadku (109) należy uwzględnić trójczłonową strukturę reprezentacji modyfikowanego determinatora.

[124] A może raczej subkategorii z racji przyjętych tam motywacji semantycznych?

(109) 

$:= \lambda D.\lambda N.\langle\, \lambda i.\lambda j.(D(N))^1(i,j),$
$\lambda i.\lambda j.\mathbf{niemal}_{\mathbf{rel}}((D(N))^2(i,j)),\ (D(N))^3\,\rangle$

Reguła LI 28) dopełnia formalności wprowadzając subkategorię przysłówków:

LI 28) AdvMD[*Lex*="*niemal*" / „*prawie*"]+ 

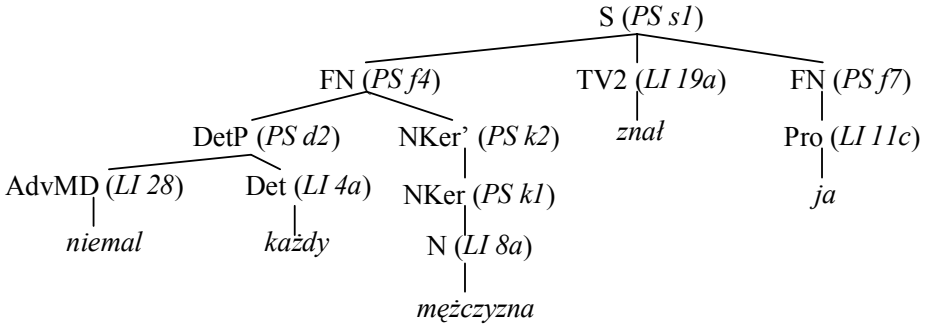
Ponieważ, w większości przypadków (w tym wszystkich rozpatrywanych tutaj), modyfikatory AdvMD występują pojedynczo we frazie DetP, reguła PS d2) (poniżej) włącza bezpośrednio AdvMD do DetP:

PS d2) DetP[*Case*=α, *GNum*=η, *Neg*=μ, *Quant*= +, *Var*=w]+$A(D)$+F_D →
AdvMD[*Lex*=α]+A+F_A
Det[*Case*=α, *GNum*=η, *Neg*=μ, *Quant*= +, *Var*=w]+D+F_D

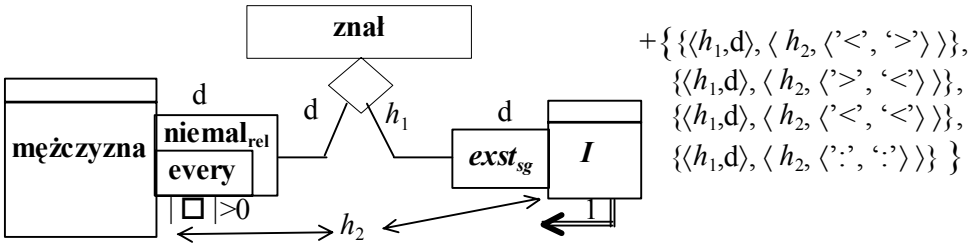
Zgodnie z prezentowanymi przykładami, reguła PS d2) ogranicza możliwość modyfikacji jedynie do kwantyfikujących determinatorów (*Quant*=+).

Przykład zastosowania reguły PS d2) do analizy modyfikatora determinatora w zdaniu 357) został przedstawiony na Rys. 7.6-1 (analiza składniowa) oraz Rys. 7.6-2 (reprezentacja semantyczna).

357) Niemal każdy mężczyzna znał ją.



Rys. 7.6-1 Struktura składniowa zdania 357).



Rys. 7.6-2 Reprezentacja semantyczna przykładu 357).

Lista możliwych sekwencji operatorów zależnościowych definiowanych w wypełnieniach (Rys. 7.6-2) jest długa, ale wyniku interpretacji ogranicznika referencyjnego zawartego w reprezentacji referencyjnej FN(*ją*), wszystkie możliwe formuły dynamiczne (reprezentujące znaczenie zdania) otrzymają jedną i tę samą interpretację.

Oprócz modyfikatorów liczebników, złożone frazy NumP są tworzone przede wszystkim jako tzw. *liczebniki złożone* np.:

358) trzydzieści dwa, sto dwadzieścia osiem

Wyłania się tutaj poważny problem, niezmiernie rzadko poruszany w literaturze przedmiotu, kompozycyjnej analizy znaczenia złożonego liczebnika jako funkcji znaczeń składowych. Reprezentacja semantyczna oparta na *SLS* okazuje się być dogodnym narzędziem do konstrukcji takiej analizy.

W momencie łączenia liczebników w liczebnik złożony, w reprezentacji semantycznej liczebnika jednym z członów jest zmodyfikowany proto-kwantyfikator. Ponieważ dystrybucyjnie pozycja liczebnika złożonego jest identyczna z pozycją liczebnika prostego, oczekiwalibyśmy, że w wyniku złożenia z dwóch proto-kwantyfikatorów zostanie utworzony trzeci wynikowy. Ograniczmy uwagę na początku jedynie do odmiany dystrybutywnej proto-kwantyfikatorów. Rozpatrzmy pierwszy z liczebników w 358). Obydwie jego składowe, zarówno *trzydzieści,* jak i *dwa*, zawierają w swojej reprezentacji proto-kwantyfikatory produkujące zbiory o odpowiedniej ilości atomów. Od proto-kwantyfikatora stanowiącego efekt ich złożenia oczekiwalibyśmy wyprodukowania rodziny zbiorów składających się z trzydziestu dwu atomów (interpretując *trzydzieści dwa* jako dokładnie trzydzieści dwa). Efekt ten zapewnia poniższa definicja dystrybutywnej wersji *operatora złożenia proto-kwantyfikatorów* (równanie (110)):

(110) $\text{CN}_\text{d} := \lambda Q_1.\lambda Q_2.\lambda X.\lambda \boldsymbol{Z}.\exists \boldsymbol{Y}_1.\exists \boldsymbol{Y}_2.(Q_1(X)(\boldsymbol{Y}_1) \wedge Q_2(X)(\boldsymbol{Y}_2) \wedge \bigcup \boldsymbol{Y}_1 \cap \bigcup \boldsymbol{Y}_2 = \varnothing \wedge \boldsymbol{Y}_1 \cup \boldsymbol{Y}_2 = \boldsymbol{Z})$

W równaniu (110) Q_1 i Q_2 to zmodyfikowane proto-kwantyfikatory w odmianie dystrybutywnej tzn. produkujące z argumentu wejściowego rodzinę zbiorów atomów. Konstruowany wynikowy zmodyfikowany proto-kwantyfikator łączy ze sobą zbiory należące do rodzin utworzonych przez obydwa proto-kwantyfikatory. Istotne jest aby w łączonych zbiorach nie powtarzały się elementy, z których są zbudowane kolekcje – tu wyłącznie atomowe. Gwarantuje to odpowiednią liczbę różnych elementów w kolekcjach zbioru wynikowego $\boldsymbol{Z}$. Liczność zbioru $\boldsymbol{Z}$ wynika bezpośrednio z liczności łączonych zbiorów. Niewątpliwie, powyższy schemat skonstruowany został z myślą o proto-kwantyfikatorach ustalających precyzyjnie liczbę różnych elementów w kolekcjach wynikowych zbiorów. Dokładnie takie jednak proto-kwantyfikatory stanowią reprezentację liczebników tworzących liczebniki złożone. Warto jednak zauważyć, że również w mniej 'typowych' przypadkach np.:

359) trzydzieści kilka

definicja (110) zadziała poprawnie: kolekcje w zbiorze $\boldsymbol{Z}$ budowane mogą być spośród różnej liczby elementów - jednak nie mniejszej niż trzydzieści plus liczba, która może być uznana za 'dolne ograniczenie' proto-kwantyfikatora **kilku**.

Wątpliwości może budzić fakt, jaki będzie efekt połączenia gdy w argumencie wejściowym X 'zabraknie' dostatecznej ilości elementów np. w odniesieniu do *trzydzieści dwa* liczność X będzie 31 ? Operator CN_d po zredukowaniu z nim argumentów Q_1 i Q_2 staje się zmodyfikowanym proto-kwantyfikatorem czyli relacją o określonym typie. W perspektywie relacyjnej, przy niemożliwym do spełnienia warunku[125] $\bigcup \boldsymbol{Y}_1 \cap \bigcup \boldsymbol{Y}_2 = \varnothing$ w relacji nie będzie żadnej pary dla ustalonego wcześniej zbioru wejściowego. Tym samym zachowanie się złożonego proto-kwantyfikatora jest identyczne z zachowaniem się 'prostego' proto-kwantyfikatora.

Ponieważ reprezentacja przyjęta dla liczebnika składa się z trzech członów, konieczne jest zdefiniowanie, oprócz samego operatora złożenia proto-kwantyfikatorów, *operatora złożenia wyrażeń kwantyfikatora*, czyli reprezentacji semantycznej dwóch liczebników:

(111) $\text{CNM} := \lambda L_1.\lambda L_2.\lambda N.\langle (L_2(N))^1, \text{CN}_\text{d}((L_1(N))^2, (L_2(N))^2), (L_2(N))^3 \rangle$

W równaniu (111), L_1 i L_2 to wyrażenia kwantyfikatora stanowiące reprezentację łączonych liczebników, natomiast N to reprezentacja semantyczna frazy NKer'. Operator CNM dokonuje przede wszystkim trywialnej aplikacji operatora złożenia proto-kwantyfikatorów. Pozostaje trud-

[125] Jeżeli pierwszy proto-kwantyfikator Q_1 'pobierze' 30 elementów z X do $\boldsymbol{Y}_1$, to dla drugiego 'zostanie' mniej niż 2, tak aby był spełniony warunek $\bigcup \boldsymbol{Y}_1 \cap \bigcup \boldsymbol{Y}_2 = \varnothing$.

niejsza kwestia ustalenia kształtu pozostałych dwóch członów reprezentacji liczebnika złożonego. W przypadku jednak, gdy przyjmiemy rozsądne założenie, iż CNM łączy zawsze ze sobą wyrażenia kwantyfikatora tego samego typu: absolutnego lub relatywnego, to człony pierwszy i drugi L_1 i L_2 przy redukcji z tym samym N są ze sobą identyczne. Człony pierwsze powielają ten sam predykat N dodając ewentualnie warunek presupozycyjny, natomiast człony drugie to identycznie konstruowany argument wejściowy proto-kwantyfikatorów. W definicji operatora CNM arbitralnie zostało przyjęte, że formalnie do reprezentacji złożonego liczebnika brane są odpowiednie składowe z L_2 (linearnie bliższego NKer').

Definicje operatorów złożenia proto-kwantyfikatorów w innych odmianach niż dystrybutywna różnią się od CN_d warunkiem nałożonym z na strukturę konstruowanego zbioru $\boldsymbol{Z}$ (zgodność odmian obydwu proto-kwantyfikatorów jest przyjęta tu z założenia i została zagwarantowana w regule gramatyki).

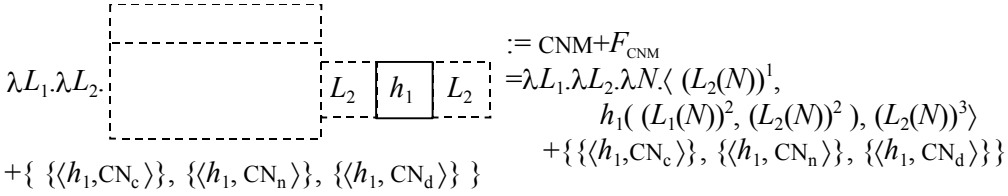
(112) $CN_c{:=}\lambda Q_1.\lambda Q_2.\lambda X.\lambda \boldsymbol{Z}.\exists \boldsymbol{Y}_1.\exists \boldsymbol{Y}_2.(\, Q_1(X)(\boldsymbol{Y}_1) \wedge Q_2(X)(\boldsymbol{Y}_2) \wedge \bigcup\boldsymbol{Y}_1 \cap \bigcup\boldsymbol{Y}_2 = \varnothing \wedge \boldsymbol{Z}(\bigcup(\boldsymbol{Y}_1 \cup \boldsymbol{Y}_2)) \wedge |\boldsymbol{Z}|=1)$

W przypadku odmiany kolektywnej, każdy zbiór $\boldsymbol{Z}$ wynikowej rodziny powinien zawierać dokładnie jedna kolekcję składającą się ze wszystkich elementów występujących w łączonych zbiorach.

(113) $CN_n{:=}\lambda Q_1.\lambda Q_2.\lambda X.\lambda \boldsymbol{Z}.\exists \boldsymbol{Y}_1.\exists \boldsymbol{Y}_2.(\, Q_1(X)(\boldsymbol{Y}_1) \wedge Q_2(X)(\boldsymbol{Y}_2) \wedge \bigcup\boldsymbol{Y}_1 \cap \bigcup\boldsymbol{Y}_2 = \varnothing \wedge \bigcup\boldsymbol{Z} = \bigcup(\boldsymbol{Y}_1 \cup \boldsymbol{Y}_2))$

Natomiast w przypadku odmiany neutralnej ważne jest tylko występowanie tych samych elementów – ich rozdział pomiędzy kolekcje należące do $\boldsymbol{Z}$ jest dowolny.

Kształt symbolu graficznego (równanie (114)), reprezentującego operator złożenia wyrażeń kwantyfikatora, podkreśla aplikację obydwu proto-kwantyfikatorów do tego samego argumentu:

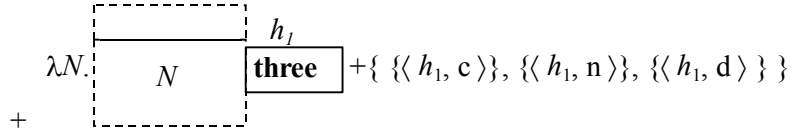


(114)

Aplikacja operatora z konieczności musi być niedospecyfikowana pomiędzy różnymi operatorami złożenia proto-kwantyfikatorów dla różnych odmian. Zgodność pomiędzy dobieranym operatorem złożenia i odmianą zostanie zapewniona w warunkach odpowiednich reguł.

Przyjęty poniżej opis struktury składniowej frazy NumP został oparty, z dokładnością do pewnych uproszczeń, głównie w zakresie opisu (i nazw niektórych kategorii), na analizie zaprezentowanej w pracy [DeRuŚw02]. Wydziela ona z kategorii Num kategorię liczebników występujących na pozycji jedności NumOne (oznaczenia za pracą [DeRuŚw02]), dziesiątek NumTen, setek NumHund itd. Podział ten znajduje swoje odbicie w kolejnych wersjach reguły LI 6) wprowadzającej liczebniki

LI 6a) NumOne[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-mno / mzw-mno / mnż-mno /..., *NClass*=C3, *Neg*= +, *Quant*= –, *Var*=h_1 , *Lex*= *dwaj* / *dwa* / *dwa*...]



Analogiczne reguły dla NumTen i NumHund zostały sformułowane w Dodatku B.

Liczebnik dowolnej z tych kategorii może być użyty jako liczebnik prosty:

PS n1a) NumP[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+L+F_L → NumOne[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+L+F_L

Dalsze wersje reguły PS n1) zostały sformułowane dla pozostałych wprowadzonych kategorii w Dodatku B.

W konstrukcji liczebnika złożonego pozostaje jeszcze do rozwiązania jeden techniczny problem. Derwojedowa *et. al.* [DeRuŚw02] proponują konstrukcję liczebnika złożonego wg następującego schematu np.:

NumTenP → NumTen NumOne

Zarówno reprezentacja semantyczna NumTen, jak i NumOne, nie może przyjąć drugiego wyrażenia jako argument. Tym samym reprezentacja znaczenia NumTenP nie może być konstruowana poprzez proste, eleganckie podstawienie funkcjonalne. Możliwe są dwa wyjścia:

- pogodzenie się z tym odstępstwem od czystości formy (w stylu Montague) i przyjęcie bardziej skomplikowanego mechanizmu w konstrukcji reprezentacji NumTenP niż podstawienie funkcjonalne,
- lub też wprowadzenie dodatkowej kategorii 'pośredniej' typu NumTenP połączonej z zastosowaniem odpowiedniego modyfikatora typu reprezentacji NumTen opartego na operatorze CNM; wtedy konstrukcja reprezentacji 'prawdziwej' NumTenP polegałby na redukcji funkcjonalnej zmodyfikowanego wyrażenia NumTen z argumentem będącym reprezentacją NumOne.

Rozwiązanie drugie byłoby zgodne z praktyką stosowaną dotychczas w niniejszej pracy. Wymagałoby jednak daleko idącej ingerencji w skomplikowaną materię opisu składniowego złożonych NumP. Dlatego też, mając na uwadze możliwości późniejszej adaptacji całości opisu z pracy [DeRuŚw02] do potrzeb $G_{SN\text{-}PL}$, zastosowane zostało pierwsze z rozwiązań:

PS n3) NumTenP[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=β, *Var*=w]
$+\mathrm{CNM}([\Theta(F_{\mathrm{CNM}},F_1)]L_1)(\ [\Theta^3(F_{\mathrm{CNM}},F_1,F_2)]L_2)$
$+\{f\colon \exists f_C\in F_{\mathrm{CNM}}.\exists f_1\in F_1.\exists f_2\in F_2.(f=(\ f_C\bullet(\Theta(f_C,f_1)\circ f_1)\bullet(\Theta^3(f_C,f_1,f_2)\circ f_2)\ )$
$\wedge\ [f]([\Theta(f_C,f_1)]\mathrm{u}) = [f]([(\Theta^3(f_C,f_1,f_2)\circ f_2]\mathrm{w}) \wedge (([f]h_1=\mathrm{CN_c} \wedge [f]([\Theta(f_C,f_1)]\mathrm{u}) =\mathrm{c})$
$\vee\ ([f]h_1=\mathrm{CN_n} \wedge [f]([\Theta(f_C,f_1)]\mathrm{u}) =\mathrm{n}) \vee ([f]h_1=\mathrm{CN_d} \wedge [f]([\Theta(f_C,f_1)]\mathrm{u}) =\mathrm{d}))\} \rightarrow$
NumTen[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=β, *Var*=u]$+L_1+F_1$
NumOne[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]$+L_2+F_2$
$\{\exists f_1\in F_1.\exists f_2\in F_2.([f_1]\mathrm{u}=[f_2]\mathrm{w}\}$

W regule PS n3) warto zwrócić uwagę na mechanizm uzgodnienia odmiany łączonych liczebników skojarzony z kontrolą dobieranego operatora złożenia proto-kwantyfikatorów.

Ponieważ w przypadku liczebników typu *sto dwadzieścia* brakuje części jedności, konieczne jest dopuszczenie możliwości realizacji NumTenP wyłącznie przez NumTen. Nie jest w tym przypadku konieczna żadna manipulacja reprezentacją semantyczną:

PS n4) NumTenP[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]$+L+F_L \rightarrow$
NumTen[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]$+L+F_L$

Reguły powielające[126] schemat reguł PS n3) i PS n4) zostały zaproponowane w Dodatku B) dla poziomu setek.

7.7. Konstrukcje i użycia fraz nominalnych odbiegające od podstawowego schematu

W rozdziale 7.2, kiedy zostało wprowadzone założenie dopuszczalności co najwyżej jednego determinatora w FN, wspomniane były wyjątki od tej reguły:

245) każdy z tych mężczyzn
244) wszyscy ci mężczyźni

Pierwszy z nich, przykład 245), jest tylko jedną z realizacji produktywnej konstrukcji z przyimkiem *z*, drugi, przykład 244), wydaje się być tylko wyjątkiem ograniczonym do determinatora *wszyscy*. Zanim do niego przejdziemy, rozpatrzmy konstrukcję z przyimkiem *z*. Kolejne przykłady:

[126] Reprezentacja semantyczna złożonego liczebnika kategorii NumTenP jest identyczna co do struktury z reprezentacją prostego liczebnika. W efekcie konstrukcja NumHundP może się dokonywać w identyczny sposób niezależnie od 'stopnia złożoności' łączonych elementów.

360) pięciu z tych chłopców
361) Któryś z twoich synów to zrobił. [Grzegor95:126]

Grzegorczykowa opisuje znaczenie przykładu 361) jako [Grzegor95:126] „wskazywanie na nieokreślony element określonego zbioru". Rozważając inne przykłady tego typu, rzeczywiście można stwierdzić, iż intuicyjnie jest wyczuwalne jednoznaczne wskazanie na konkretny zbiór, z którego wydzielany jest podzbiór o określonej liczebności.

Intuicja referencyjności 'tej części konstrukcji, która następuje po z' (powstrzymujemy się tutaj jeszcze od rozstrzygnięcia jej roli w strukturze składniowej) znajduje swoje uzasadnienie w analizie kolejnych przykładów:

*253) *każdy z jakiś mężczyzn*
362) każdy z tych mężczyzn
363) każdy z trzech mężczyzn
364) każdy z tych (trzech) mężczyzn
365) ?pięciu z chłopców
366) pięciu z tych chłopców
367) ?? pięciu z pewnych uczniów (nie zda do następnej klasy.)
368) trzech z pewnych pięciu chłopców, których widziałem wczoraj.

Nieakceptowalność przykładu 253) oraz problematyczna akceptowalność przykładu 367) na tle pozostałych pokazuje, iż tam gdzie interpretacja referencyjna ze ścisłym warunkiem presupozycyjnym jest wykluczona, nie jest możliwe użycie konstrukcji *z*. Przykłady 363) i 365) są akceptowalne (a przynajmniej nie są jednoznacznie odrzucane), ponieważ w przypadku braku jawnego determinatora mamy do czynienia z niedospecyfikowaniem pod względem referencyjności (i jedną z możliwości jest pojawienie się operatora referencji w strukturze). Natomiast w przykładzie 368) rozbudowany aspekt deskryptywny wzmacnia interpretację referencyjną.

Podobny efekt można też zaobserwować w przypadku konstrukcji typu *wszyscy* + Det:

369) wszyscy trzej mężczyźni
370) wszyscy ci trzej chłopcy
371) ?? wszyscy pewni / jacyś trzej chłopcy

Jawne wykluczenie interpretacji referencyjnej ze ścisłym warunkiem w 371) wyklucza możliwość połączenia ze *wszyscy*.

Determinator *wszyscy* jest jedynym, który nie może wystąpić w konstrukcji z przyimkiem *z*:

372) wszyscy domownicy
373) ?? wszyscy z domowników
*374) *wszyscy z tych trzech chłopców*

Natomiast ta możliwość jest prawie nieograniczona dla pozostałych kombinacji DetP + NumP. Widać to z przykładów 365) i 366), gdzie pojawia się tylko liczebnik oraz z poniższych, gdzie pojawiają się inne formy 'niekompletnych' połączeń DetP + NumP:

375) ten z chłopców, który nie zauważył
376) większość z dziesięciu chłopców

Jest tylko jeden aspekt znaczenia Det *wszyscy* odróżniający go od innych determinatorów i pustych realizacji determinatora – *wszyscy* występuje wyłącznie w odmianie kolektywnej. Natomiast w konstrukcji z przyimkiem *z* można intuicyjnie dostrzec aspekt wydzielania poszczególnych atomów (pochodzenia ich) z określonej zbiorowości np. aspekt ten jest bardzo wyraźny w typowo przyimkowych użyciach *z* (chociaż oczywiście należy do tych analogii podchodzić z dużą ostrożnością, jako że typowo przyimkowe użycia *z* mogą być odrębnym zjawiskiem):

377) Każdy człowiek z tłumu krzyczał.
378) trzy ziarna ze stosu

Skoro w *z* mamy do czynienia z aspektem wyodrębniania zbioru atomów, to właśnie może sposób połączenia tego zbioru z kolektywnym proto-kwantyfikatorem w reprezentacji *wszyscy*, realizowany poprzez reprezentację semantyczną *z* jest przyczyną odrębności użyć *wszyscy* od pozostałych konstrukcji DetP + NumP +*z*? Hipoteza ta stała się jednym z dwóch elementów bazowych konstrukcji reprezentacji semantycznej *z* zaproponowanej dalej w tym rozdziale.

Aby w pełni określić semantyczną rolę *z*, konieczne jest rozstrzygnięcie kategorii składniowej łączonych przez niego elementów. W przypadku frazy przyimkowej (PP) byłyby to dwie frazy FN. Z prawej strony (z punktu widzenia liniowego porządku) *z* niewątpliwie mogą pojawić się kompletne FN, chociaż ograniczone do referencyjnych. Natomiast z lewej strony, do tej pory odnotowaliśmy pojawiania się DetP i NumP, ale brakowało odpowiednika NKer'. Można przyjąć, że brak rzeczownika ma charakter eliptyczny. W tym jednak momencie powinna istnieć możliwość jego jawnego wprowadzenia. Poniższe przykłady sugerują jednak, że tak nie jest:

*379) *ten chłopiec z pięciu chłopców*

*380) *Ci trzej chłopcy z / spośród dwudziestu uczestników wycieczki kupili pamiątkowe znaczki.*

381) Ci trzej chłopcy z wycieczki szkolnej kupili pamiątkowe znaczki.

*382) *Dwóch chłopców z pięciu chłopców nie widziało nic.*

383) Dwóch z chłopców z pięciu nie widziało nic.

Wnioski płynące z przykładów 379)÷383) wydają się potwierdzać wstępne intuicje co do znaczenia *z* (w rozważanych tu konstrukcjach) – wydziela podzbiór z określonego już zbioru. Nie jest potrzebne ponowne, przy pomocy rzeczownika, definiowanie klasy elementów z których są budowane podzbiory. Zawężoną klasą stają się elementy kolekcji należących do zbiorów rodziny wyznaczanej przez FN z prawej strony *z*. Dlatego też w strukturze składniowo-semantycznej konstrukcji z przyimkiem *z* przyjęte zostało dalej, iż przyimek *z* na podstawie FN buduje frazę NKer' określającą klasę elementów należących do zbioru wyznaczonego przez referencję i kwantyfikację w dołączanej FN.

Za brakiem 'kompletnej' FN z lewej strony (przed przyimkiem) *z* przemawia również brak możliwości odwoływania się anaforycznego do potencjalnego znacznika takiej FN z wnętrza potencjalnej frazy PP[127], na którą by się składał przyimek *z* oraz FN z jego prawej strony. Świadczy o tym poniższy przykład:

*384) ***tych trzech chłopców**[1] z dziesięciu podziwiających **ich**$_1$*

Warto również zauważyć, że lista determinatorów akceptowanych z prawej strony *z* jest bardzo uboga i w zasadzie ogranicza się do ściśle referencyjnego *ten* i ... braku determinatora:

*385) *dwóch ze wszystkich chłopców*

*386) *dwóch z każdego chłopca*

*387) *każdy z niejednego mężczyzny*

Na tle dotychczasowych obserwacji, przyczyną braku akceptowalności 385)÷387) jest zapewne status referencyjny odpowiednich FN.

Również nie wszystkie liczebniki są jednakowo akceptowalne po lewej i prawej stronie np.:

*388) *kilku z większości chłopców*

389) ?? jeden ze wszystkich chłopców

390) ?? dużo z pięciu chłopców

391) ?? Mało z tych ludzi było w teatrze.

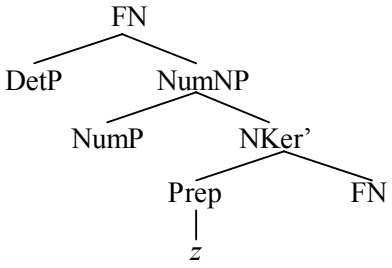
gdy poniższe jest akceptowalne bez zastrzeżeń:

392) Niewielu z tych ludzi było w teatrze.

Przyczyny zarówno 385)÷387), jak i 388)÷392) leżą zapewne w sferze semantyki, co częściowo uzasadnia reprezentacja przyjęta dalej dla *z*.

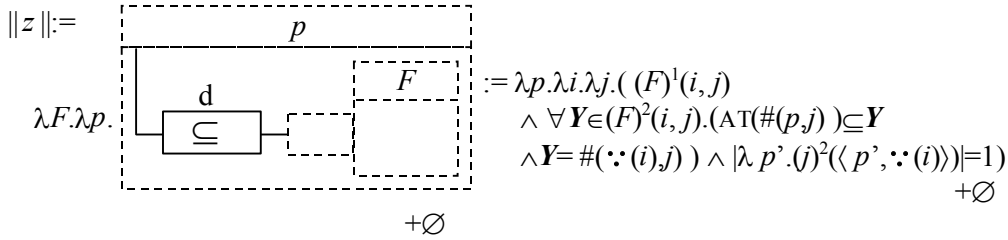
Zgodnie z założeniami przyjętymi do tej pory na podstawie analizy przykładów, przyimek *z*, w rozważanym tu użyciu, konstruuje na podstawie FN frazę NKer', która następnie łączy się z DetP i NumP w sposób wyznaczony przez dotychczas wprowadzone reguły. Szkic struktury składniowej FN, zawierającej konstrukcję z przyimkiem *z* przedstawiony został poniżej (Rys. 7.7-1).

[127] W przypadku modyfikacji przez PP przyjęte zostało wcześniej, iż modyfikacja ta dotyczy kompletnej FN.



Rys. 7.7-1 Schemat struktury składniowej konstrukcji zawierających przyimek *z*.

Definicja reprezentacji semantycznej przyimka *z* (w rozważanych tu użyciach) oraz reprezentującego ją symbolu graficznego została przedstawiona na równaniu (115), poniżej:



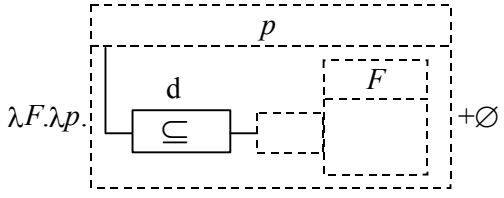
(115)

W równaniu (115) pierwszy człon powiela predykat deskryptywny z reprezentacji semantycznej FN stanowiącej argument *z*. W predykacie tym następuje jednocześnie aktywacja znacznika odpowiadającego dołączanej FN. Człon drugi to ograniczenie wartości znacznika, odpowiadającego konstruowanej FN, jedynie do zbioru, który po przekształceniu w zbiór atomów zawiera się w dowolnym ze zbiorów wyznaczonych przez kwantyfikator w dołączanej FN. Wymóg zawierania się w dowolnym zbiorze jest w tym miejscu trochę zbyt daleko idący – może być spełniony w zasadzie tylko przez referencyjne FN. Nie będzie spełniony, gdy w reprezentacji dołączanej FN znajdzie się wyrażenie relatywnego kwantyfikatora, ale dokładnie takie powodowały nieakceptowalność niektórych przykładów prezentowanych wcześniej! Referencyjność dołączanej FN gwarantują dwa ostatnie człony: trzeci odpowiadający ogranicznikowi referencyjnemu i czwarty wymagający, aby kształt relacji referencji po aktualizacji dołączaną FN odpowiadał ścisłej referencji. Brak operatora testu powoduje, że wszystkie człony wyrażenia z wyjątkiem pierwszego mają charakter warunków presupozycyjnych gwarantujących odpowiednio zawieranie się zbiorów, odmianę dystrybutywną oraz referencyjność FN stanowiącej argument *z*.

Wyrażenie konstruowane przez reprezentację *z* wyznacza klasę (zbiór obiektów), które mogą być przypisane jako wartości do znacznika będącego argumentem. Jest to jednak klasa 'silnie osadzona' w kontekście interpretacji poprzez odpowiednią część reprezentacji dołączanej FN i jej powiązanie referencyjne.

Podobnie, jak to się działo w przypadku przysłówków (rozdział 7.6), wprowadzona została dla rozważanego tu użycia *z* osobna subkategoria składniowa:

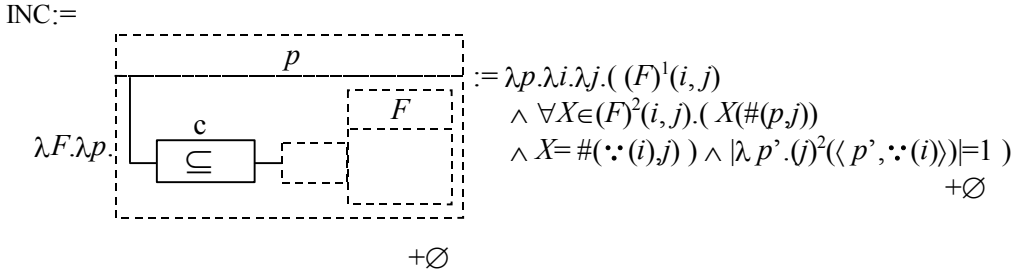
LI 24) PrepMN[*VarLst*=dd, *CaseAgr*= dop, *Lex*=*"z"*]+



PS k4) NKer'[*Case*=α, *GNum*=η, *VarAgr*=d]+*P*(*N*)+{*f*: *f*∈F_N ∧ [*f*]w=d}→
PrepMN[*VarLst*=uv, *CaseAgr*=β, *Lex*= „*z"*] +*P*+F_P
FN[*Case*=β, *GNum*=η, *Per*=ξ, *Neg*= -, *NClass*=ϕ, *Var*=w, *Gap*= -]+*N*+F_N
{ ∃f_N∈F_N.([f_N]w=d) }

Brak związania wartości przypadka wynikowego w PS k4) jest celowy. Umożliwia to uzgadnia się z dowolnym wymaganym przypadkiem. Dodatkowy atrybut *VarAgr* ogranicza pod względem odmiany możliwość łączenia się frazy NKer' z frazami NumP i DetP na wyższych poziomach.

W przypadku konstrukcji typu *wszyscy ci* brakuje leksykalnego elementu, który by konstruował frazę NKer' w sposób podobny do *z*. Konieczne jest wprowadzenie odpowiedniego modyfikatora typu zmieniający typ wyrażenia reprezentującego FN na typ odpowiadający reprezentacji frazy NKer'. Modyfikator ten, nazywany dalej *modyfikatorem inkluzji*[128], oznaczany mnemonikiem INC, zdefiniowany został poniżej (równanie (116)):



(116)

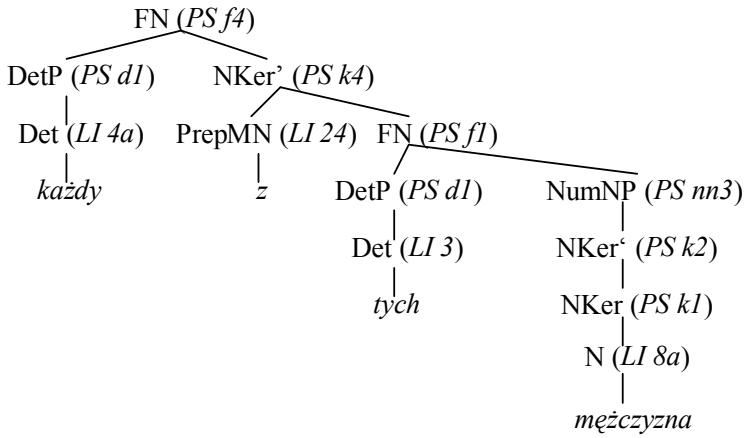
Reguła PS k5) (poniżej) przekształca reprezentację FN w reprezentację NKer' z zastosowaniem operatora inkluzji:

PS k5) NKer'[*Case*=α, *GNum*=η, *VarAgr*=c]+ INC(*N*)+{*f*: $f \in F_N \wedge$ [*f*]w=c}→
FN[*Case*=β, *GNum*=η, *Per*=ξ, *Neg*= -, *NClass*=ϕ, *Var*=w, *Gap*= -]+*N*+F_N
{ $\exists f_N \in F_N.([f_N]$w=c) }

Tym razem wymagana jest odmiana kolektywna a nie dystrybutywna.

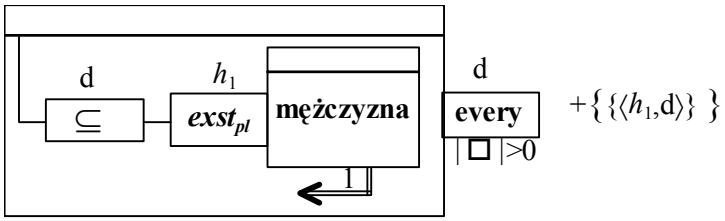
Przykładem zastosowania wprowadzonej reprezentacji semantycznej przyimka *z* oraz reguły PS k4) może być analiza FN 362) (poniżej) przedstawiona na Rys. 7.7-2 (struktura składniowa) oraz Rys. 7.7-3 (reprezentacja semantyczna).

362) każdy z tych mężczyzn



Rys. 7.7-2 Struktura składniowa frazy 362).

[128] Z racji jego podstawowej funkcji jaką jest narzucenie warunku 'włączania się' zbioru będącego wartością znacznika w zbiory wyznaczone przez reprezentację dołączanej FN i zawarty w niej kwantyfikator.

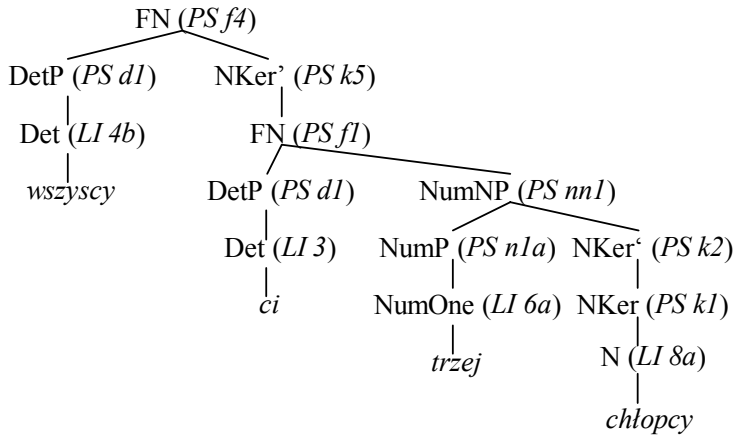


Rys. 7.7-3 Reprezentacja semantyczna frazy 362).

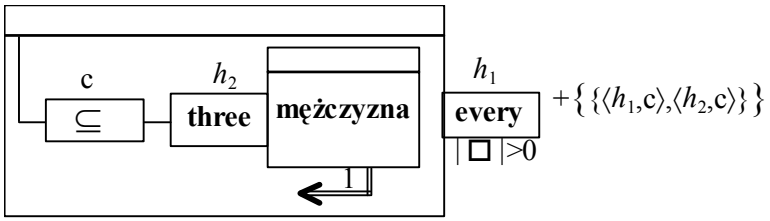
W reprezentacji semantycznej FN 362) zbiór wypełnień poprzez warunek w regule PSk4) został zredukowany do jednego.

Przykładem zastosowania modyfikatora inkluzji może być analiza FN 370) (poniżej) przedstawiona na Rys. 7.7-4 (struktura składniowa) oraz Rys. 7.7-5 (reprezentacja semantyczna).

370) wszyscy ci trzej chłopcy



Rys. 7.7-4 Struktura składniowa frazy 370).



Rys. 7.7-5 Reprezentacja semantyczna frazy 370).

W przypadku konstrukcji z przyimkiem *z* problemem był pozorny 'nadmiar' determinatorów, natomiast w przypadku konstrukcji 'przypominających frazę nominalną' (a nimi nie będących z formalnego punktu widzenia, co zostanie poniżej uzasadnione), których użycia są określane różnie (rozdział 3.4) jako: „areferencjalne" [Grzegor95], "predykatywne" [Topoli84] albo, w modelu lingwistycznym (rozdział 3.3.9), generyczne. Przypomnijmy, że typowymi przykładami tych użyć są:

*100) Jan jest **dobrym nauczycielem**.*

*117) Staś i Jurek są **dobrymi nauczycielami**.*

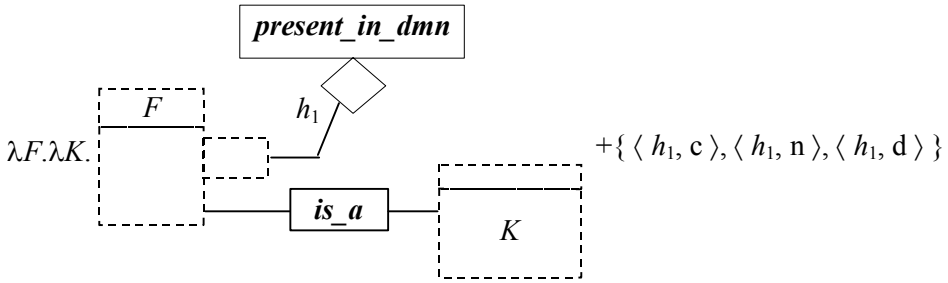
lub też, wychodząc poza schemat nazw własnych:

*393) Ci państwo są **lekarzami**.*

Charakterystyczne dla tych konstrukcji jest to, że w żadnym przykładzie ich użycia nie pojawia ani liczebnik ani determinator. Ponadto nie mogą pełnić roli poprzedników anaforycznych. Tym samym ich reprezentacja nie powinna zawierać aktywacji znacznika, a brak determinatorów nie oznacza konieczności wprowadzania modyfikatora aktywującego znacznik (spełniającego rolę 'niejawnego' determinatora).

Rolą tych konstrukcji jest wprowadzenie do dyskursu zespołu pewnych cech, które są następnie przypisywane obiektom wprowadzanym do dyskursu przez FN stanowiącą podmiot zdania (równoważne jest to swoistej koniunkcji przynależności do klas). Topolińska dodatkowo podkreśla, że liczba mnoga w przypadku tych konstrukcji pełni rolę jedynie uzgodnienia składniowego. Podsumowując, znaczenie tych konstrukcji sprowadza się do tego, co określane było do tej pory aspektem deskryptywnym FN. Zarówno to spostrzeżenie, jak i struktura składniowa tych konstrukcji (jedynie przymiotniki i rzeczowniki, brak determinatorów i liczebników) skłaniają, aby uznać, że są to frazy kategorii NKer', których reprezentację stanowi *predykat deskryptywny* (definiowany między innymi w równaniach (75) i (76))– warunek nałożony na znacznik i jego wartość, stanowiący reprezentację aspektu deskryptywnego FN.

Przypisanie rozważanym konstrukcjom kategorii NKer' wymaga przypisania użyciom czasownika *być* w tego typu zdaniach reprezentacji semantycznej odmiennej pod względem typu i struktury od przypisanej wszystkim czasownikom dotychczas. Definicja symbolu stosowanego w reprezentacji znaczenie czasownika *być* w konstrukcjach z generyczną FN przedstawiona została poniżej (równanie (117))



$$:= \lambda F.\lambda K.\lambda i.\lambda j.\exists k.\exists u.(\ (F)^1(i,k) \wedge K(\because(i),\ k,j)$$
$$\wedge\ ?^1(\lambda i.\lambda j.\otimes^1(\ \Phi(h_{1_v},\ \textbf{\textit{exist}}),\ (F)^2(i,j),\ \#(\because(i),j)\ ),\ \because(i),\ i,j)\ )$$
$$+\{\ \langle\ h_1,\ \mathrm{c}\ \rangle, \langle\ h_1,\ \mathrm{n}\ \rangle, \langle\ h_1,\ \mathrm{d}\ \rangle\ \}$$

(117)

Czasownik *być* w użyciu atrybutywnym bierze jako argument *K* – predykat, reprezentację NKer'. Podstawowe jego działanie to trywialna koniunkcja predykatu deskryptywnego *K* i predykatu deskryptywnego FN na pozycji podmiotu. Jednakże, to jeszcze nie wystarczy. Dodatkowy warunek zostaje nałożony na znacznik, ale brakuje w konstruowanej reprezentacji (dwa pierwsze człony koniunkcji w równaniu (117)) realizacji kontroli ilości obiektów przypisanych do znacznika. Brak takiej kontroli w zdaniu poniżej (394)) doprowadziłby do błędnej interpretacji:

394) Trzej moi przyjaciele są lekarzami.

Bez kontroli liczności, ograniczając reprezentację semantyczną zdania 394) do jedynie koniunkcji warunków: $(F)^1(i,k) \wedge K(\because(i),k,j)$, ta dynamiczna formuła byłaby spełniona dla stanów, w których znacznikowi dla FN podmiotu byłby przypisany zbiór o liczności innej niż 3 np. 5. Konieczne jest zastosowanie wyrażenia predykatu czasownikowego opartego na 'technicznym' predykacie ***present_in_dmn*** spełnionym dla wszystkich konfiguracji obiektów, które istnieją w dziedzinie interpretacji (modelu).

Wobec przyjętej powyżej analizy generycznych FN w zdaniach z atrybutywnym *być*, pozostaje jednak jeszcze jedna wątpliwość – czy jeżeli rozbudujemy rozpatrywane frazy do postaci prezentowanej poniżej (przykłady 395) i 396)), to czy nadal mamy do czynienia z użyciem generycznym?

395) Jan jest dobrym lekarzem, obdarzonym niezwykłą intuicją.

396) Jan jest dobrym człowiekiem, który zaopiekował się małą dziewczynką.

Jeżeli tak, to należałoby pokonać pewien problem natury technicznej. W myśl dotychczasowej analizy modyfikacji konstrukcją imiesłowową oraz zdaniem względnym element modyfikowany nie może być kategorii NKer' ale FN. Konieczna byłaby 'rekonstrukcja' klasy na podstawie reprezentacji drugiej FN lub zdefiniowanie modyfikacji NKer' przez konstrukcję imiesłowową i zdanie względne. To drugie rozwiązanie, byłoby jedynie możliwe w przypadku, gdy modyfiko-

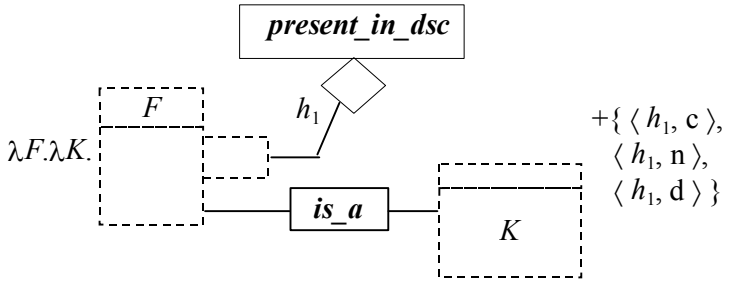
wana NKer' jest rzeczywiście kategorii NKer', czyli nie zawiera liczebników. Tak się jednak chyba dzieje w tym przypadku. Kwestia ta wymaga szczegółowych badań.

Cechą charakterystyczną czasownika *być* jest jego wysoki stopień wieloznaczności. Wystarczy tu wspomnieć chociażby jego użycie identyfikujące, gdzie jako argumenty bierze dwie referencyjne FN utożsamiając ze sobą ich referentów np. dzieje się tak w klasycznym przykładzie:

397) Gwiazda Wieczorna jest Gwiazdą Poranną.

Ponieważ rozpatrywane tu jego użycie w konstrukcjach atrybutywnych wyróżnia się również składniowo (przynajmniej w myśl analizy zaproponowanej powyżej), wydzielona zostanie dla niego osobna subkategoria. Aczkolwiek tworzenie subkategorii zawierającej pojedynczy leksem zawsze rodzi wątpliwości, alternatywą byłoby potraktowanie *być* w różnych użyciach jako form różnych leksemów.

LI 25b) TV2NKer'[*GNum*= mos-mno/mzw-mno/mnż-mno/..., *Per*=1os/2os/3os, *Neg*= –, *VarLst*=h_1, *CaseLst*=[ins],



Lex=„*jesteśmy*$_1$" / ...]+

Reguła LI 25b) definiuje znaczenie *być* dla atrybutywnych użyć w zdaniach z podmiotem w liczbie mnogiej. Odpowiednia reguła LI 25a) dla liczby pojedynczej (nie wymagająca niedospecyfikowania) została zaproponowana w Dodatku B.

PS s4) S[*Neg*=ρ, *Gap*= –]+(V([Θ(F_V,F_K)]K))([Θ^3(F_V, F_K, F_N)]N)
+{ f: ∃f_V∈F_V.∃f_K∈F_K.∃f_N∈F_N.(f=(f_V•(Θ(f_V,f_K)°f_K)•(Θ^3(f_V,f_K,f_N)°f_N)) ∧
[f]u = [f]([(Θ^3(f_V,f_K,f_N)°f_N)]z)} →
FN[*Case*=ζ, *GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ϕ, *Var*= z,*Gap*= –]+N+F_N
TV2NKer'[*GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=ρ, *VarLst*=u, *CaseLst*=χ, *Lex*=ξ]+V+F_V
NKer'[*Case*=γ, *GNum*=η, *VarAgr*= -]+K+F_K
{∃f_v∈F_V.∃f_N∈F_N.([f_v]u=[f_N]z) ∧ **equal_lst**([γ],χ) ∧ (ρ=+ ∨ μ= -) ∧ **in_lst**(ξ,[„*jesteśmy*$_1$", ...])
∧ ((ζ=nom ∧ ϕ=C0) ∨ (ζ=acc ∧ **in_lst**(ϕ, [C1, C2, C3, C4]))) }

Reguła PS s4) łączy atrybutywną 'wersję' czasownika *być* z FN podmiotu w zdanie w sposób standardowy dla $G_{SN\text{-}PL}$.

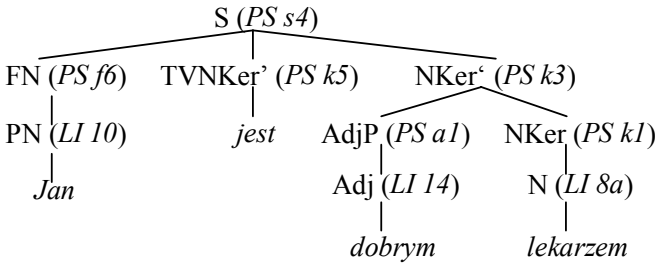
Kończąc ten wątek, warto jeszcze podkreślić, że również podobne konstrukcje atrybutywnego *być* połączonego z frazą przymiotnikową (wybiegające poza zakres FN) typu:

398) Jan jest mądry.

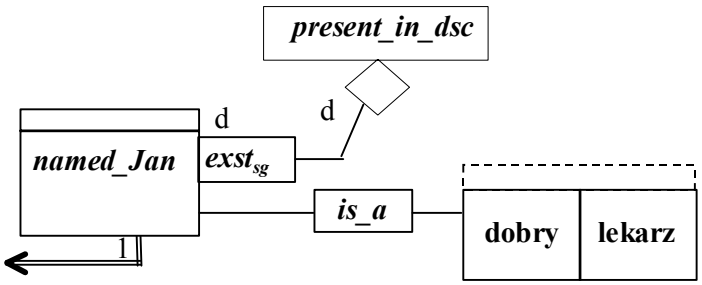
mogą być opisane przy użyciu wprowadzonego narzędzia – reprezentacji *być* kategorii TV2NKer'. Realizuje to reguła PS s5), poniżej:

PS s5) S[*Neg*=ρ, *Gap*= –]+(V([Θ(F_V,F_A)]K))([Θ^3(F_V, F_A, F_N)]N)
+{ f: ∃f_V∈F_V.∃f_A∈F_A.∃f_N∈F_N.(f=(f_V•(Θ(f_V,f_A)°f_K)•(Θ^3(f_V,f_A,f_N)°f_N)) ∧
[f]u = [f]([(Θ^3(f_V,f_A,f_N)°f_N)]z)} →
FN[*Case*=ζ, *GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ϕ, *Var*= z, *Gap*= –]+N+F_N
TV2NKer'[*GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=ρ, *VarLst*=u, *CaseLst*=χ, *Lex*=ξ]+V+F_V
AdjP[*Case*=ζ, *GNum*=α]+A+F_A
{∃f_v∈F_V.∃f_N∈F_N.([f_v]u=[f_N]z) ∧ (ρ=+ ∨ μ= -) ∧ **in_lst**(ξ,[„*jesteśmy*$_1$", ...])
∧ ((ζ=nom ∧ ϕ=C0) ∨ (ζ=acc ∧ **in_lst**(ϕ, [C1, C2, C3, C4])))}

Przykładem zastosowania proponowanych rozwiązań w dziedzinie opisu konstrukcji atrybutywnych z *być* jest analiza przykładu 100) przedstawiona na Rys. 7.7-6 (opis struktury składniowej) oraz Rys. 7.7-7 (reprezentacja semantyczna).



Rys. 7.7-6 Struktura składniowa zdania 100).



Rys. 7.7-7 Reprezentacja semantyczna zdania 100).

Drugi z argumentów predykatu czasownikowego ***is_a*** sprawia wrażenie niezredukowanego wyrażenie operatora lambda. Tak jest tylko pozornie. Argumentem czasownika jest reprezentacja semantyczna NKer', jednak wyrażenie to jest interpretowane jako opis zbioru obiektów spełniających deskrypcję. Symbol graficzny z sygnalizacją pozornie 'brakującego' elementu wyraża typ argumentu wymaganego przez reprezentację semantyczną czasownika.

Jak już to zostało przyjęte wcześniej, złożony problem koordynacji wyrażeń różnych kategorii jest jedynie wzmiankowany w niniejszej pracy. W wielu przypadkach koordynację wyrażeń innej kategorii niż zdanie można, w pewnym uproszczeniu, sprowadzić do problemu koordynacji eliptycznych form odpowiednich zdań. Rozwiązanie takie jednak jest wysoce niewystarczające w przypadku koniunkcji FN. Nie wyjaśnia bowiem możliwości anaforycznego odwoływania się do połączonej grupy oraz jej łącznej kolektywnej interpretacji np. w zdaniu

399) [*Jan, Tomasz i Agnieszka*^{1}]^{2} *zagrali wspólnie w drużynowych mistrzostwach. Oni*$_2$ *nie są jednak zgrani. Ona*$_2$ *jest zbyt dobra.*

mamy kolektywne działanie grupy konstruowanej z obiektów wprowadzanych do dyskursu przez kolejne FN oraz anaforyczne odwoływanie się do grupy, jako całości *oni*, jak też i do składnika grupy: *ona*. Ponieważ w *SLS* powiązanie anaforyczne jest modelowane jako powiązanie referencyjne pomiędzy znacznikami, to naturalnym rozwiązaniem dla koniunkcji jest wprowadzenie standardowej reprezentacji dla składowych FN (połączonej z aktywacją znaczników) oraz standardowej reprezentacji dla całej koniunkcji, połączonej wraz z aktywacją znacznika, którego wartością jest suma zbiorów przypisanych do znaczników dla składowych FN. Podobne rozwiązanie, polegające na wprowadzaniu znaczników składowych, znacznika zbiorowego i wiązania go predykatem sumowania z wartościami przypisanymi do znaczników składowych, została zastosowane w *DRT* [Kamp93] (przykład aplikacji zaprezentowano na Rys. 5.1.4-5).

Reprezentacja semantyczna złożonej FN powinna być konstruowana w jednoznaczny sposób z reprezentacji składowych FN. Rozważając sposób realizacji takiej operacji dla kolejnych z trzech członów reprezentacji semantycznej FN, można zauważyć, że w przypadku członu pierwszego sprowadza się ona do koniunkcji warunków, sekwencyjnej aktywacji znaczników fraz składowych, aktywacji znacznika koniunkcji i ograniczenia jego wartości do sumy. Człon drugi, zmo-

dyfikowany kwantyfikator, powinien stanowić złożenie kwantyfikatorów fraz składowych, budowane w sposób podobny do złożenia zmodyfikowanych proto-kwantyfikatorów w reprezentacji złożonych liczebników. W końcu, w przypadku członu trzeciego, który powinien zawierać kompozycję ograniczników z reprezentacji łączonych FN, przyjmijmy roboczą hipotezę dominacji ogranicznika referencyjnego nad ogranicznikiem pustym tzn. w przypadku wystąpienia chociaż jednego ogranicznika referencyjnego w reprezentacji fraz składowych, ogranicznik w reprezentacji frazy złożonej powinien również odpowiadać ogranicznikowi referencyjnemu. Do analizy zgodności tej hipotezy z obserwacją, wrócimy w dalszej części tego podrozdziału.

Jedyną przeszkodą, nie pozwalającą na wykorzystanie do złożenia zmodyfikowanych kwantyfikatorów zdefiniowanych już operatorów złożenia proto-kwantyfikatorów (rozdział 7.6), jest typ argumentów na których one działają. Poniżej, definiowane są operatory złożenia zmodyfikowanych kwantyfikatorów jako nowe wersje (z dokładnością do typu argumentów) operatorów złożenia zdefiniowanych poprzednio:

(118) $\mathrm{CFN_d} := \lambda Q_1.\lambda Q_2.\lambda \boldsymbol{Z}.\exists \boldsymbol{Y}_1.\exists \boldsymbol{Y}_2.(Q_1(\boldsymbol{Y}_1) \wedge Q_2(\boldsymbol{Y}_2) \wedge \bigcup \boldsymbol{Y}_1 \cap \bigcup \boldsymbol{Y}_2 = \varnothing \wedge \boldsymbol{Y}_1 \cup \boldsymbol{Y}_2 = \boldsymbol{Z})$

(119) $\mathrm{CFN_c} := \lambda Q_1.\lambda Q_2.\lambda \boldsymbol{Z}.\exists \boldsymbol{Y}_1.\exists \boldsymbol{Y}_2.(\ Q_1(\boldsymbol{Y}_1) \wedge Q_2(\boldsymbol{Y}_2) \wedge \bigcup \boldsymbol{Y}_1 \cap \bigcup \boldsymbol{Y}_2 = \varnothing \wedge \boldsymbol{Z}(\bigcup(\boldsymbol{Y}_1 \cup \boldsymbol{Y}_2)) \wedge |\boldsymbol{Z}| = 1)$

(120) $\mathrm{CFN_n} := \lambda Q_1.\lambda Q_2.\lambda X.\lambda \boldsymbol{Z}.\exists \boldsymbol{Y}_1.\exists \boldsymbol{Y}_2.(\ Q_1(\boldsymbol{Y}_1) \wedge Q_2(\boldsymbol{Y}_2) \wedge \bigcup \boldsymbol{Y}_1 \cap \bigcup \boldsymbol{Y}_2 = \varnothing \wedge \bigcup \boldsymbol{Z} = \bigcup(\boldsymbol{Y}_1 \cup \boldsymbol{Y}_2))$

Reprezentacja semantyczna spójnika *i*, jako spójnika łączącego frazy nominalne, oparta na założeniach sformułowanych powyżej, przedstawiona została na równaniu (121), poniżej:

(121) $\|i_{FN}\| := \lambda N_1.\lambda N_2.\langle \lambda i.\lambda j.\exists k.\exists u.(\downarrow(i, k) \wedge (N_1)^1(k,u) \wedge (N_2)^1(u,j)$
$\wedge \#(\because(k), j) \cap \#(\because(u), j) = \varnothing \wedge \#(\nabla(k), j) = (\#(\because(k), j) \cup \#(\because(u), j))\ ),$
$\lambda i.\lambda j.\lambda \boldsymbol{Z}.\ \exists k.\exists u.(\downarrow(i, k) \wedge (N_1)^1(k,u) \wedge (N_2)^1(u,j) \wedge \mathrm{CFN_d}(\ (N_1)^2(k,u), (N_2)^2(u,j)\ )(\boldsymbol{Z}),$
$\lambda o.\lambda \boldsymbol{Q}_1.\lambda \boldsymbol{Q}_2.\lambda \boldsymbol{Z}.(\ (N_1)^3(o,\boldsymbol{Q}_1,\boldsymbol{Q}_2,\boldsymbol{Z}) \wedge (N_2)^3(o,\boldsymbol{Q}_1,\boldsymbol{Q}_2,\boldsymbol{Z})\ )\ \rangle$

W pierwszym członie wyrażenia definiującego w równaniu (121) następuje najpierw aktywacja znacznika dla złożonej FN, następnie mamy koniunkcję wyrażeń aktywujących znaczniki pochodzących z reprezentacji fraz składowych oraz na końcu jest warunek określający wartość znacznika złożonej FN jako sumę wartości znaczników fraz składowych. Ostatni z warunków: $\#(\because(k), j) \cap \#(\because(u), j) = \varnothing$, ma charakter warunku presupozycyjnego, wprowadzającego wymóg rozdzielności zbiorów obiektów reprezentowanych w dyskursie przez łączone FN.

W drugim członie (równanie (121)) wyłania się dotkliwy problem natury technicznej. Zgodnie z 'samoorganizującą się naturą' *SLS*, wyrażenie kwantyfikatora absolutnego (występujące często jako realizacja drugiego członu) pobiera jako argument proto-kwantyfikatora wartość następnego znacznika, który będzie aktywowany w stanie pochodnym od określonego stanu wejściowego np. proto-kwantyfikator $h_{1_\mathbf{n}}(\mathbf{three})$ i jego argument $\lambda i.\lambda j.(\ \#(\because(i), j)\ )$. Problemem w (121) jest brak łatwej metody określenia w członie drugim stanów pośrednich powstałych w wyniku aktualizacji stanu wejściowego *i* przez operator aktywacji oraz wyrażenia operatora aktywacji kolejnych FN składowych. Ściślej: zasięg kwantyfikatorów $\exists k.\exists u.$ nie obejmuje drugiego członu (i nie może z racji typu całego wyrażenia).

Rozwiązanie zaproponowane w (121) opiera się na powtórzeniu koniunkcji warunków z członu pierwszego w członie drugim i tym samym swoistym 'zrekonstruowaniu' brakujących stanów pośrednich. Mogą tu powstać jednak wątpliwości: kolejność aktywacji znaczników jest ściśle deterministyczna, jednak wartości są im przypisywane w sposób niedeterministyczny. Na szczęście, zarówno stan wejściowy *i* jak i stan wyjściowy *j*, w ramach reprezentacji semantycznej przyjętej w $G_{SN\text{-}PL}$, jak i G_{SN}, zawsze będą identyczne dla członu pierwszego i drugiego. Elementem stanu jest funkcja wartościująca znaczniki. Stąd też, jeżeli *j* oznacza identyczny stan dla członu pierwszego jak i drugiego, to również wartości przypisywane znacznikom (oraz zbiór aktywowanych) są identyczne. Ponadto, identyczność stanów oznaczanych przez *i* oraz zachowanie identycznej sekwencji aktywacji prowadzi do tego, że w obydwu członach znacznikom pełniącym te same role zostały przypisane te same wartości. W efekcie, pomimo całkowicie 'niezależnego' użycia kwantyfikatorów egzystencjalnych w członach pierwszym i drugim, w stanach *k* i *u*, w obydwu członach, odpowiadające sobie znacznik otrzymują identyczne wartości (oraz mają ten sam układ tzn. są w jednakowym porządku wobec ostatnio aktywowanego). Identyczność wartości i 'położenia' znacznika pomiędzy członami, gwarantuje, że wyrażenia kwantyfikatora fraz

składowych wygenerują odpowiednie rodziny zbiorów kolekcji jako argumenty operatora złożenia kwantyfikatorów.

Ostatni człon wyrażenia definiującego w (121) realizuje sformułowaną powyżej hipotezę dominacji ogranicznika referencyjnego. Konstrukcja trzeciego członu opiera się na spostrzeżeniu: ogranicznik referencyjny (definicja w rozdziale 6.3) pełni rolę filtru, eliminując niektóre konfiguracje kolekcji, jako niezgodne ze schematem zawartym w definicji operatora. Ogranicznik pusty pozostawia zbiór konfiguracji kolekcji w stanie niezmienionym. W momencie koniunkcji działania operatorów (co ma miejsce w członie trzecim) już pierwsze wystąpienie ogranicznika referencyjnego sprawi, że wynik będzie miał charakter ogranicznika referencyjnego.

Mechanizm ogranicznika referencyjnego, aczkolwiek stosowany w powiązaniu z operatorem referencji, wyraża przede wszystkim brak zależności liczebnościowej reprezentacji semantycznej danej FN (w tym przypadku złożonej FN) od innych w zdaniu. Rozważmy poniższe przykłady:

400) *Jakaś dziewczyna zdała każdy egzamin.*

401) *Każdy egzamin zdała jakaś dziewczyna.*

402) ***Jakiś chłopiec***[1] *i* ***jakaś dziewczyna***[2] *zdali każdy egzamin.* ***Oni***$_1$ *wszystkie,* ***one***$_2$ *po jednym.*

403) *Każdy egzamin zdali* ***jakiś chłopiec***[1] *i* ***jakaś dziewczyna***[2]. ***Oni***$_1$ *wszystkie,* ***one***$_2$ *po jednym.*

404) ***Ten chłopiec***[1] *i* ***jakaś dziewczyna***[2] *zdali każdy egzamin.* ****On***$_1$ *wszystkie,* ***one***$_2$ *po jednym.*

W jednej z możliwych interpretacji, zdanie 400) może mówić o różnych dziewczynach zdających różne egzaminy (FN podmiotu jest zależna liczebnościowo od FN dopełniania). Interpretacja ta staje się jeszcze wyraźniejsza w przypadku zadania 401), z racji zmienionego szyku zdania. Podobna sytuacja ma miejsce w przypadku zdań 402) i 402), gdzie anafory konstruowane przy pomocy zaimków mnogich są uprawnione z racji zależności liczebnościowej złożonej FN na pozycji podmiotu. Natomiast anafora za pomocą mnogiego zaimka w zdaniu 403) nie jest już akceptowalna, pomimo że druga z łączonych FN *jakaś dziewczyna* nie jest referencyjna, a tym samym FN będąca koniunkcją również nie jest w jednoznaczny sposób referencyjna. Przykład 403) sugeruje jednak, że w przypadku obecności przynajmniej jednej referencyjnej FN w koniunkcji powstająca złożona FN pozostaje poza relacjami zależności liczebnościowej. Otwartą jest ciągle kwestia czy taka złożona FN jest referencyjna?

Z rozważań prowadzonych w rozdziale 3.3 wynika, iż z racji warunku presupozycji egzystencjalnej obecnego we znaczeniu referencyjnej FN, nie jest możliwe w dalszej części dyskursu zaprzeczenie istnieniu obiektu (zbioru obiektów) wprowadzonego do dziedziny dyskursu w wyniku użycia referencyjnej FN. Daje to podstawy do skonstruowania testu podstawieniowego (na wzór analogicznych proponowanych przez Hessa [Hess89] dla niektórych konstrukcji języka angielskiego) sprawdzającego referencyjność badanych FN.

405) *Jacyś dwaj chłopcy stoją w rogu. Nie, tam nikogo nie ma.*

406) **Ci dwaj chłopcy stoją w rogu. Nie, tam nikogo nie ma.*

407) ***Ten chłopiec***[1] *i* ***jakaś dziewczyna***[2] *stoją w rogu. Nie, tam jest tylko jedna osoba.*

408) ****Ten chłopiec***[1] *i* ***ta dziewczyna***[2] *stoją w rogu. Nie, tam jest tylko jedna osoba.*

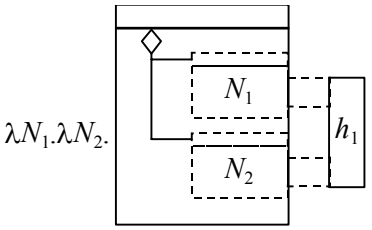
W przykładzie 405) zaprzeczenie istnieniu obiektów wprowadzonych do dziedziny dyskursu jest możliwe, jako że badana FN nie jest referencyjna. Podobny dyskurs 406) nie jest już akceptowalny. W myśl reprezentacji opartej na *SLS* interpretacja pierwszego zdania tylko wtedy nie prowadzi do pustej relacji na stanach, gdy w kontekście początkowym jest odpowiedni znacznik do utworzenia powiązania referencyjnego. Późniejsza negacja przenosiłaby się również na obiekty zadane w kontekście początkowym (reprezentujące rodzaj obiektywnej wiedzy o rzeczywistości).

W przykładzie 407) mamy do czynienia z koniunkcją referencyjnej i atrybutywnej FN. Gdyby referencyjność pierwszego składnika przenosiła się na całą FN, to przykład 407) nie powinien być akceptowalny. Tak jednak się nie dzieje, w przeciwieństwie do 408), gdzie mamy do czynienia z ‘czystą’ sytuacją koniunkcji dwóch referencyjnych FN.

Podsumowując, obecność jednej referencyjnej FN w koniunkcji nie czyni całej złożonej FN referencyjną, ale wydaje się, że prowadzi do braku możliwości zależności liczebnościowej złożonej FN od innych w zdaniu. Dokładnie to jest realizowane w reprezentacji semantycznej przyjętej w równaniu (121): obecność przynajmniej jednego ogranicznika referencyjnej prowadzi do wyra-

żenia odpowiadającego ogranicznikowi referencyjnemu w reprezentacji złożonej FN, ale brak tam (człon pierwszy) operatora referencji i warunku presupozycyjnego.

Reprezentacja graficzna koniunkcji (równanie (122)) odwołuj się do symbolu agregacji z języków modelowania obiektowego (czyli małego rombu, np. w języku *UML* [*UML*]), podkreśla fakt włączenia wyrażeń aktywacji znacznika fraz składowych do reprezentacji frazy złożonej oraz fakt złożenia kwantyfikatorów, w sposób odpowiedni do ich odmiany. Występuje konieczność niedospecyfikowania wyrażenia pod względem operatorów złożenia kwantyfikatorów.



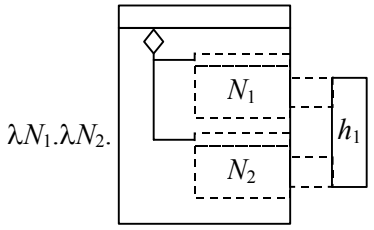
$$:= \lambda N_1.\lambda N_2.\langle \lambda i.\lambda j.\exists k.\exists u.(\downarrow(i,k) \wedge (N_1)^1(k,u) \wedge (N_2)^1(u,j)$$
$$\wedge \#(\because(k),j) \cap \#(\because(u),j) = \varnothing$$
$$\wedge \#(\nabla(k),j) = (\#(\because(k),j) \cup \#(\because(u),j))),$$
$$\lambda i.\lambda j.\lambda \boldsymbol{Z}.\ \exists k.\exists u.(\downarrow(i,k) \wedge (N_1)^1(k,u) \wedge (N_2)^1(u,j)$$
$$\wedge h_1\ (\ (N_1)^2(k,u),\ (N_2)^2(u,j)\ )(\boldsymbol{Z}),$$
$$\lambda o.\lambda \boldsymbol{Q}_1.\lambda \boldsymbol{Q}_2.\lambda \boldsymbol{Z}.((N_1)^3(o,\boldsymbol{Q}_1,\boldsymbol{Q}_2,\boldsymbol{Z}) \wedge (N_2)^3(o,\boldsymbol{Q}_1,\boldsymbol{Q}_2,\boldsymbol{Z}))\ \rangle$$

$$+\{\ \{\langle h_1,\mathrm{CN_c}\rangle\},\ \{\langle h_1,\mathrm{CN_n}\rangle\},\ \{\langle h_1,\mathrm{CN_d}\rangle\}\ \}$$

$$+\{\{\langle h_1,\mathrm{CN_c}\rangle\},\ \{\langle h_1,\mathrm{CN_n}\rangle\},\ \{\langle h_1,\mathrm{CN_d}\rangle\}\}$$

(122)

Ponieważ niniejsza praca powstrzymuje się przed formułowaniem ogólnej teorii znaczenia koordynacji, poszczególnym użyciom spójników (w kontekście różnych łączonych kategorii) są przypisywane inne znaczenia. Zgodnie ze stosowaną do tej pory praktyką, kategoria składniowa spójników zostaje podzielona na kilka subkategorii. Definicję reprezentacji semantycznej spójnika *i* jako leksemu subkategorii ConjFN (spójników łączących frazy FN), wprowadza reguła leksykalna LI 29), poniżej:



$$+\{\ \{\langle h_1,\mathrm{CN_c}\rangle\},\ \{\langle h_1,\mathrm{CN_n}\rangle\},\ \{\langle h_1,\mathrm{CN_d}\rangle\}\ \}$$

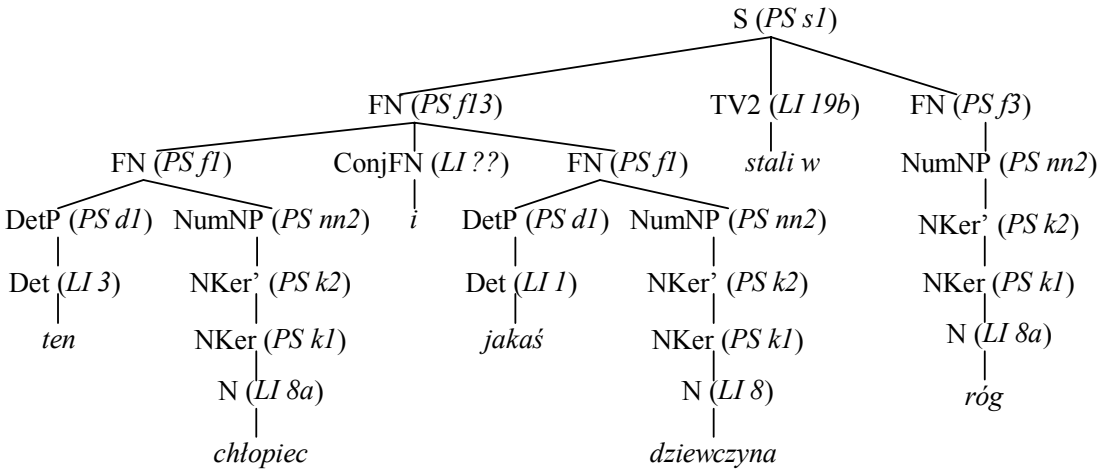
LI 29) ConjFN[*Lex*=*"i"*]+

Reguła PS f13) opisuje koniunkcję dwóch fraz FN, natomiast inne rodzaje konstrukcji współrzędnych (np. alternatywa), nie opisywane bezpośrednio w $G_{SN\text{-}PL}$, mogą być w pewnym uproszczeniu interpretowane jako formy eliptyczne odpowiednich zdań współrzędnie złożonych. Reprezentacja semantyczna zdań złożonych definiowana jest w rozdziale 7.9.

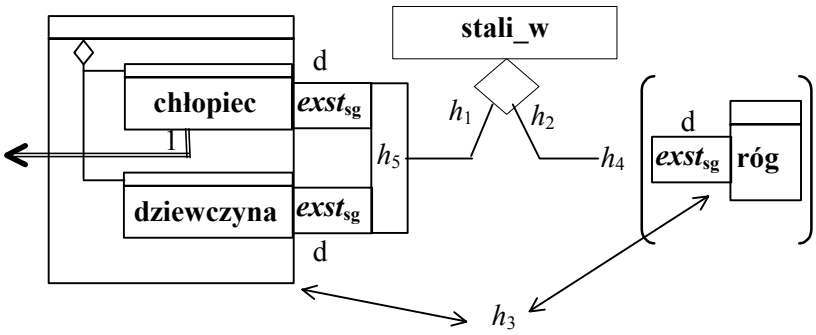
PS f13) FN[*Case*=α, *GNum*=ψ, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ϕ, *Var*=w, *Gap*= -]
$+C([\boldsymbol{\Theta}(F_C,F_1)]N_1)(\ [\boldsymbol{\Theta}^3(F_C,F_1,F_2)]N_2)$
$+\{f\colon \exists f_C \in F_C.\exists f_1 \in F_1.\exists f_2 \in F_2.(f=(\ f_C \bullet (\Theta(f_C,f_1)\circ f_1) \bullet (\Theta^3(f_C,f_1,f_2)\circ f_2)\ )$
$\wedge [f]([\Theta(f_C,f_1)]\mathrm{u}) = [f]([(\Theta^3(f_C,f_1,f_2)\circ f_2]\mathrm{w}) \wedge (([f]h_1 = \mathrm{CN_c} \wedge [f]([\Theta(f_C,f_1)]\mathrm{u}) = \mathrm{c})$
$\vee ([f]h_1 = \mathrm{CN_n} \wedge [f]([\Theta(f_C,f_1)]\mathrm{u}) = \mathrm{n}) \vee ([f]h_1 = \mathrm{CN_d} \wedge [f]([\Theta(f_C,f_1)]\mathrm{u}) = \mathrm{d}))\} \rightarrow$
FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ϕ, *Var*=u, *Gap*= -]+N_1+F_1
ConjFN[*Lex*=ζ]+C+F_C
FN[*Case*=α, *GNum*=δ, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ξ, *Var*=w, *Gap*= -]+N_2+F_2
$\{\exists f_1 \in F_1.\exists f_2 \in F_2.([f_1]\mathrm{u} = [f_2]\mathrm{w}$
$\wedge (\ ((\mathbf{in_lst}(\eta, [\text{mos-poj}, \text{mos-mno}]) \vee \mathbf{in_lst}(\delta, [\text{mos-poj}, \text{mos-mno}])) \wedge \psi = \text{mos-mno})$
$\vee (\neg(\mathbf{in_lst}(\eta, [\text{mos-poj}, \text{mos-mno}]) \vee \mathbf{in_lst}(\delta, [\text{mos-poj}, \text{mos-mno}])) \wedge \psi = \text{nij-mno})\ )\ \}$

Analiza pierwszego zdania dyskursu 407), zaprezentowana na Rys. 7.7-8 (opis składniowy) oraz Rys. 7.7-9 (reprezentacja semantyczna) stanowi przykład zastosowania proponowanej metody opisu prostej koordynacji w obrębie FN.

407) ***Ten chłopiec***[1] *i* ***jakaś dziewczyna***[2] *stoją w rogu. Nie, tam jest tylko jedna osoba.*



Rys. 7.7-8 Struktura składniowa pierwszego zdania dyskursu 407).



$$+\{\{\langle h_1,\mathrm{d}\rangle, \langle h_2,\mathrm{d}\rangle, \langle\, h_3, \langle\text{'<'}, \text{'>'}\rangle\,\rangle, \langle h_4, \mathrm{AL}\,\rangle, \langle h_5, \mathrm{CN_d}\,\rangle\},$$
$$\{\langle h_1,\mathrm{d}\rangle, \langle h_2,\mathrm{d}\rangle, \langle\, h_3, \langle\text{'>'}, \text{'<'}\rangle\,\rangle, \langle h_4, \mathrm{AL}\,\rangle, \langle h_5, \mathrm{CN_d}\,\rangle\},$$
$$\{\langle h_1,\mathrm{d}\rangle, \langle h_2,\mathrm{d}\rangle, \langle\, h_3, \langle\text{'<'}, \text{'<'}\rangle\,\rangle, \langle h_4, \mathrm{AL}\,\rangle, \langle h_5, \mathrm{CN_d}\,\rangle\}, \quad \ldots\ \}$$

Rys. 7.7-9 Reprezentacja semantyczna pierwszego zdania dyskursu 407).

Wartość meta-zmiennej h_5, określona identycznie we wszystkich wypełnieniach (tzn. $\langle h_5, \mathrm{CN_d}\,\rangle$), to jedyna możliwa ze względu na warunki uzgodnienia określone w regule PS f13) oraz ze względu na ustalone odmiany składników koordynacji.

7.8.Modyfikatory odmiany

Występuje szereg leksemów i utartych fraz (często mających cechy związków frazeologicznych), które intuicyjnie specyfikują znaczenie zdania pod względem odmiany np. *razem*, *z osobna*, *łącznie*, wprowadzenie przyimka *po* i inne. W oczywisty sposób, jeden z aspektów ich znaczenia sprowadza się do spełniania roli modyfikatora odmiany. Pozostaje tylko pytanie, którego z elementów zdania, o jakiej kategorii? Odmiana w $G_{SN\text{-}PL}$ jest określana we frazie FN i czasownikowej, a następnie uzgadniana. Które ze 'źródeł' odmiany jest 'dospecyfikowywane' przez domniemane modyfikatory?

Próba rozstrzygnięcia tej kwestii zostanie dokonana w oparciu o następujące założenie metodologiczne:

- jeżeli dany leksem jest modyfikatorem odmiany FN, to może on być użyty w zdaniu prostym tyle razy ile jest w nim fraz FN,
- modyfikując każdą z osobna,
- chyba, że prowadziłoby to do niedopuszczalnej konfiguracji odmian i relacji zależnościowych.

Analizę rozpocznijmy od przysłówka *razem*:

409) Trzech mężczyzn razem przeniosło dwa stoły.
410) Trzech mężczyzn przeniosło razem dwa stoły.
411) Trzech mężczyzn przeniosło dwa stoły razem.
*412) *Razem trzech mężczyzn przeniosło razem dwa stoły.*

Zdanie 409) ma jasne znaczenie: mężczyźni działali kolektywnie. Zdanie 410) może oznaczać, że stoły były przenoszone na raz, chociaż to ostatnie określenie byłoby znacznie bardziej oczywiste (*na raz* jednoznacznie również dotyczy sposobu realizacji akcji, czyli czasownika). Zdanie 410) może mieć znaczenie zbliżone do *łącznie dwa stoły*. Kolektywne bycie przedmiotem akcji staje się wyraźniejsze w 411), ale to zdanie jest wyraźnie nacechowane. Z kolei próba dwukrotne wprowadzenia *razem* w 412) wyraźnie przynosi niepowodzenie. Wniosek: *razem* nie może być użyte więcej niż raz i 'najchętniej' modyfikuje interpretację podmiotu jako kolektywnego. To ostatnie nie musi oznaczać, że *razem* modyfikuje FN podmiotu. Wystarczy, że zmieni odmianę wymaganą przez czasownik na pozycji podmiotu.

413) Trzech mężczyzn przeniosło łącznie dwa stoły.
414) Łącznie trzech mężczyzn przeniosło dwa stoły.
415) ?? Łącznie trzech mężczyzn przeniosło łącznie dwa stoły.
*416) *Łącznie trzech mężczyzn razem przeniosło dwa stoły.*
417) Trzech mężczyzn razem przeniosło łącznie pięć stołów.

Użycie *łącznie* w zdaniach 413) i 414) daje efekt uderzająco podobny do odmiany neutralnej: znana jest liczba obiektów, nie jest znana sama struktura relacji. Zdanie 415) jest dość kłopotliwe. Jego akceptowalność jest dyskusyjna, ale ono nie razi. Gdyby uznać je za akceptowalne, byłby to, jak się okaże poniżej, jedyny przypadek akceptowalności podwójnego użycia modyfikatora odmiany. Już sama ta regularność skłaniałaby do odrzucenie tego zdania 415).

Natomiast nie ma wątpliwości w przypadku zdania 416). Jest ono nieakceptowalne. Przyczyną jest zapewne próba sprzecznego określenia argumentu na pozycji podmiotu jako jednocześnie neutralnego i kolektywnego. Użycie tych modyfikatorów do jednoczesnego określenia odmiany dwóch różnych argumentów nie przynosi już konfliktów np. zdanie 417).

Po prostych modyfikatorach przysłówkowych, rozważmy bardziej skomplikowany przypadek modyfikacji połączonej ze ingerencją w kształt struktury składniowej poprzez wprowadzenie przyimka *po*.

418) Trzech mężczyzn przeniosło po dwa stoły.
419) Trzech mężczyzn przenosiło po dwa stoły.
420) Trzech uczniów zrobiło po dwa zadania.
*421) *Po trzech mężczyzn przeniosło po dwa stoły.*
*422) *Po trzech mężczyzn przeniosło dwa stoły.*
423) Wykładowca dał dwóm studentom po trzy zadania.
*424) *Wykładowca dał po dwóm studentom trzy zadania.*

W obydwu przypadkach zdań 418) i 419) mężczyźni – wykonawcy czynności - działali niezależnie. W zdaniu 419), albo 420), jest to może nawet bardziej ewidentne. Struktura relacji na pozycji podmiotu odpowiada odmianie dystrybutywnej. Nie jest jednak przesądzona sprawa sposobu przenoszenia stołów: dwa na raz lub osobno. Modyfikacja przy pomocy *po* może dotyczyć tylko jednego argumentu, co widać w zdaniu 421). Co więcej może dotyczyć wyłącznie podmiotu, co pokazuje brak akceptowalności zdań 422) i 424). W przypadku *razem* można już było mieć wątpliwości co do możliwości jego użycia do innej pozycji niż podmiot, tu sytuacja jest jasna.

Skoro *razem* wprowadza wymóg odmiany kolektywnej a *po* dystrybutywnej, to akceptowalność poniższego zdania pomimo sprzeczności (pozornej) zaskakuje:
425) Trzech mężczyzn razem przenosiło po dwa stoły.

Należy jednak pamiętać o wieloznaczności przyimka *po*. Tutaj dotyczy on sposobu przenoszenia stołów – brania ich parami. W przypadku innego czasownika taka kombinacja *razem* i *po* nie jest już akceptowalna:
426) ?? Razem trzech uczniów zrobiło po dwa zadania.

W języku polskim można również spotkać nietypowe użycia *każdy* podobne do angielskiego *floating quantifier* '*each*', wspominanego w rozdziale 4.4.2, jako modyfikatora dystrybutywnego. Polski *każdy*, podobnie jak angielski *each*, występuje w dwóch rolach: typowego determinatora, oraz elementu oderwanego od jakiejkolwiek FN, przesuniętego na koniec zdania np.:

427) Trzej mężczyźni przenieśli po dwa stoły ***każdy****.*

Jednak w zdaniu 427) ważnym elementem okazuje się być obecność przyimka *po*, bez niego akceptowalność zdania staje się problematyczna:

428) ?Trzej mężczyźni przenieśli dwa stoły ***każdy****.*

Możliwość takiego użycia nie jest spotykana u innych determinatorów. Pokazuje to brak akceptowalności poniższego przykładu:

*429) * Trzej mężczyźni przenieśli po dwa stoły* ***wszyscy****.*

Użycie *każdy* w 427) można wytłumaczyć jako swoiste wzmocnienie znaczenia *po* uściślającego dystrybutywną interpretację podmiotu. Pojawianie się *każdy* redukuje wieloznaczność *po*, nie pozostawia wątpliwości, że chodzi o dystrybutywną strukturę relacji. Niewątpliwie też inne znaczenie ma *każdy z trzech mężczyzn*.

Zbiór potencjalnych modyfikatorów odmiany jest znacznie szerszy niż tych kilka omówionych powyżej np.: *grupowo, w grupie, wspólnie, na raz*, *osobno*, *po kolei* itd. Jednak ich przysłówkowy charakter, jako modyfikatorów czasownika wydaje się być bezdyskusyjny.

Podsumowując, żadnego z modyfikatorów odmiany nie można uznać za modyfikator FN lub jej składowej. Wszystkie należy uznać za modyfikatory czasownika, precyzujące odmianę wymaganą przez wyrażenie predykatu czasownikowe wobec jego określonego argumentu.

Obszar działania (a także częściowo sposób) takiego potencjalnego modyfikatora jest dobrze określony w obecnym kształcie $G_{SN\text{-}PL}$. Powinien on ustalić odpowiedni modyfikator predykatu czasownikowego na odpowiedniej pozycji w schemacie filtru odmiany. Problem jest tylko to, że w obecnie bardzo uproszczonej reprezentacji frazy czasownikowej, w zasadzie jest jej brak! Reguły leksykalne przypisują czasownikom wyrażenie predykatu czasownikowego będące 'monolityczną' konstrukcją z ustalonymi (chociaż częściowo niedospecyfikowanymi) wszystkimi elementami. Konieczne by było wprowadzenie frazy czasownikowej wraz ze stopniową konstrukcją jej pełnej reprezentacji semantycznej na kolejnych poziomach jej budowy. Aby nie komplikować niepotrzebnie przykładowej gramatyki $G_{SN\text{-}PL}$, ukierunkowanej na FN, niezbędne modyfikacje zostaną jedynie naszkicowane poniżej w postaci wstępnych, alternatywnych wersji odpowiednich reguł. Alternatywne wersje reguł oraz reguły dodatkowe zostaną oznaczone apostrofem na końcu mnemonika.

W zmodyfikowanej postaci, reguła LI 19b') przypisuje czasownikowi jedynie predykat czasownikowy obudowany filtrem odmiany. Pozostawienie filtru odmiany jest konieczne ponieważ niektóre czasowniki ze swojej natury wymagają określonej odmiany od określonych argumentów, np. *gromadzić się* wymaga odmiany kolektywnej od argumentu na pozycji podmiotu.

LI 19b') TV2[*GNum*=mos-mno/mzw-mno/mnż-mno/..., *Per*=1os/2os/3os, *Neg*= –, *VarLst*=h_1h_2, *CaseLst*=[bier] / ..., *Lex*=„*przenosimy*" / *„przenosicie"* / ...]

$$+\Phi(h_{1_v}, h_{2_v}, \textbf{przenieść}) + \{ \{\langle h_1,\mathrm{d}\rangle, \langle h_2,\mathrm{d}\rangle\}, \{\langle h_1,\mathrm{d}\rangle, \langle h_2,\mathrm{c}\rangle\}, \{\langle h_1,\mathrm{c}\rangle, \langle h_2,\mathrm{d}\rangle\}, ...\}$$

Reguła LI avm1') określa znaczenie przysłówka *razem* jako dodatkowego filtru odmiany nakładanego na reprezentację semantyczną czasownika. W efekcie otrzymujemy podwójne filtrowanie denotacji predykatu czasownikowego, co ze względu na redukcyjną naturę tego procesu prowadzi do oczekiwanego rezultatu.

LI avm1') AdvVM[*VarLst*=ch_1, *Lex*=*"razem"*]

$$+\lambda V.\Phi(\mathrm{c}_{_v}, h_{1_v}, V) + \{ \{\langle h_1,\mathrm{c}\rangle\}, \{\langle h_1,\mathrm{n}\rangle\}, \{\langle h_1,\mathrm{d}\rangle\} \}$$

Aby była możliwa modyfikacja predykatu czasownikowego, konieczne jest wprowadzenie dodatkowego poziomu dołączania modyfikatorów. Modyfikujący przysłówek musi się uzgodnić co do odmiany z modyfikowanym czasownikiem.

PS vp1') VP2[*GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=ρ, *VarLst*=zx, *CaseLst*=χ]+*A*([**Θ**(F_A,F_V)]*V*)
+{ *f*: ∃f_A∈F_A.∃f_V∈F_V.(*f*=f_A•(Θ(f_A,f_V)°f_V) ∧ [*f*]u = [*f*]([Θ(f_A,f_V)]z) ∧ [*f*]v = [*f*]([Θ(f_A,f_V)]x) } →
AdvVM[*VarLst*=uv, *Lex*=η]+*A*+F_A
TV2[*GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=ρ, *VarLst*=zx, *CaseLst*=χ, *Lex*=δ]+*V*+F_V
{∃f_A∈F_A.∃f_V∈F_V.([f_A]u = [f_V]z ∧ [f_A]v = [f_V]x)}

PS vp2') VP2[*GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=ρ, *VarLst*=ξ, *CaseLst*=χ]+*B*+F_B →
TV2[*GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=ρ, *VarLst*=ξ, *CaseLst*=χ, *Lex*=δ]+*B*+F_B

Reguła LI avm1') definiuje *razem* jako modyfikatora pozycji podmiotu. W ogólnym przypadku, wpływ porządku liniowego na znaczenie wymagałby wprowadzenia jakiś nowych mechanizmów do gramatyki $G_{SN\text{-}PL}$. W tym przypadku, najprostszym rozwiązaniem byłaby subkategoryzacja i dodatkowe poziomy dołączania poszczególnych przysłówków. Oczywiście podobne reguły powinny być sformułowane dla innych kategorii czasownika o innej liczbie argumentów.

Na poziomie VP2 typ reprezentacji frazy czasownikowej jest ciągle różny od tego przyjętego wcześniej. Najprostszym wyjściem byłoby wprowadzenie dodatkowego poziomu, gdzie konstrukcja frazy byłaby połączona z zastosowaniem odpowiedniego modyfikatora typu reprezentacji semantycznej. Nie rozstrzygamy tutaj czy poziom taki (jak i pozostałe) mogą zostać uzasadnione na gruncie składni. Odpowiednie reguły mogłyby mieć kształt, jak poniżej:

PS vp3') VP2'[*GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=ρ, *VarLst*=ξ, *CaseLst*=χ]+VBL([**Θ**(F_{VBL},F_B)]*B*)
+{ *f*: ∃f_v∈F_{VBL}.∃f_B∈F_B.(*f*=(f_V•(Θ(f_V,f_B)°f_B) ∧ *cdv_match*^{2}([*f*]([Θ(f_V,f_B)]u, [*f*]([Θ(f_V,f_B)]v, h_1))} →
VP2[*GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=ρ, *VarLst*=uv, *CaseLst*=χ]+*V*+F_B

Modyfikator zastosowany w regule PS vp3') 'rozbudowuje' predykat czasownikowy obudowany filtrem do pełnego wyrażenia predykatu czasownikowego. Jego definicję prezentuje równanie (123), poniżej:

(123) VBL+F_{VBL}:= λ*V*.λN_2.λN_1.λ*i*.λ*j*.∃*k*($((N_1(i,k))^1 \wedge (N_2(k,j))^1)$ ∧ ⊗^{2}(Φ(h_{1_v}, h_{2_v}, *V*),
M^2($(N_2(i,k))^3((h_3)^1)$, $(N_1(i,k))^3((h_3)^2)$, $(N_1(i,k))^2$, $(N_2(k,j))^2$), #(∵(*i*),*k*), #(∵(*k*),*j*)))
+{ {⟨ h_1, ⟨'<', '>'⟩ ⟩}, {⟨ h_1, ⟨'>', '<'⟩ ⟩}, {⟨ h_1, ⟨'<', '<'⟩ ⟩}, {⟨ h_1, ⟨':', ':'⟩ ⟩} }

Jako uzupełnienie całości wprowadźmy jeszcze alternatywną postać reguły konstruującej zdanie proste z frazy czasownikowej zawierającej czasownik przechodni:

PS s1') S[*Gap*= –]+(*V*([**Θ**(F_V,F_2)]N_2))([**Θ**^{3}(F_V, F_2, F_1)]N_1)
+{ *f*: ∃f_V∈F_V.∃f_2∈F_2.∃f_1∈F_1.(*f*=(f_V•(Θ(f_V,f_2)°f_2)•(Θ^3(f_V,f_2, f_1)°f_1)) ∧
[*f*]v = [*f*]([Θ(f_V,f_2)]w) ∧ [*f*]u = [*f*]([(Θ^3(f_V,f_2, f_1)°f_1)]z)} →
FN$_1$[*Case*= nom, *GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=μ, *Gap*= –, *Var*= z]+N_1+F_1
VP2'[*GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=ρ, *VarLst*=uv, *CaseLst*=χ, *Lex*=ξ]+*V*+F_V
FN$_2$[*Case*= γ, *GNum*=δ, *Per*=η, *Neg*=ϖ, *Gap*= –, *Var*= w]+N_2+F_2
{∃f_v∈F_V.∃f_1∈F_1. ∃f_2∈F_2.([f_v]u=[f_1]z ∧ [f_v]v=[f_2]w) ∧ **equal_lst**([γ],χ) ∧ (ρ=+ ∨ (μ= - ∧ ϖ = -))}

7.9.Struktura tekstu

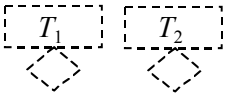
Nie ma potrzeby, aby opis struktury dyskursu, jako sekwencji kolejnych zdań oraz podstawowych konstrukcji zdań złożonych, różnił się w sposób znaczący w $G_{SN\text{-}PL}$ od analogicznych rozwiązań przyjętych w G_{SN} dla języka angielskiego. Dopiero przy szczegółowym opisie zdań złożonych, pytań, itd. różnice byłyby istotne.

Dyskurs jest definiowany przez reguły PS ds1) i PS ds2) jako ciąg następujących po sobie zdań, których reprezentacje są wiązane ze sobą poprzez zastosowanie pseudo-operator sekwencji.

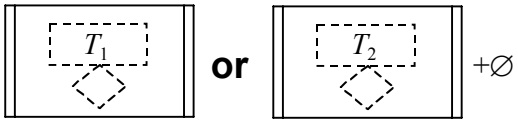
PS ds1) Dsc[]+*S*+*F* → S[*Gap*= –]+*S*+*F*

PS ds2) Dsc[]+*D* ; [**Θ**(F_D,F_S)]*S*+{ *f*: ∃f_D∈F_D.∃f_S∈F_S.(*f*=f_D•(Θ(f_D,f_S)°f_S)} →
Dsc+*D*+F_D S[*Gap*= –]+*S*+F_S

Po wydzieleniu osobnej subkategorii spójników łączących zdania, oznaczonej ConjS, reprezentacja semantyczna zdania współrzędnie złożonego za pomocą koniunkcji sprowadza się do utworzenia sekwencji z reprezentacji zdań składowych.

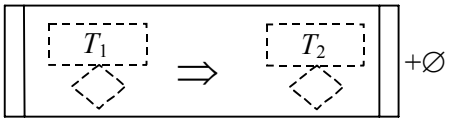
LI 30) ConjS[*Lex*="*i*"]+ $\lambda T_1.\ \lambda T_2.$  $+\varnothing$

Natomiast w przypadku alternatywy, reprezentacje zdań składowych są łączone pseudo-operatorem dysjunkcji dynamicznej:

LI 31) ConjS[*Lex*="*lub"*]+ $\lambda T_1.\ \lambda T_2.$  $+\varnothing$

PS s6) S[*Gap*=β]$C(S_1)$([Θ(F_1,F_2)]S_2)+{ f: $\exists f_1 \in F_1.\exists f_2 \in F_2.(f=f_1 \bullet (\Theta(f_1,f_2)\circ f_2)\}$ →
S[*Gap*=β]+S_1+F_1 SConj[*Lex*=ρ]+C+F_C S[*Gap*=β]+S_2+F_2

W uproszczeniu, leksem *jeżeli*, przypisany do kategorii spójników zdaniowych, przyjmując pozycję centralnego spójnika (reguła PS s6) poniżej), wprowadza pseudo-operator implikacji dynamicznej:

LI 32) ConjS[*Lex*="*jeżeli"*]+ $\lambda T_1.\ \lambda T_2.$  $+\varnothing$

PS s7) S[*Gap*=β]$C(S_1)$([Θ(F_1,F_2)]S_2)+{ f: $\exists f_1 \in F_1.\exists f_2 \in F_2.(f=f_1 \bullet (\Theta(f_1,f_2)\circ f_2)\}$ →
S[*Gap*=β]+S_1+F_1 SConj[*Lex*="*jeżeli"*] +C+F_C S[*Gap*=β]+S_2+F_2

7.10. Możliwe znaczenia zdania ze względu na relacje zależnościowe

Podsumowując rozważania na temat formalnej analizy znaczenia polskiej FN w perspektywie jej użycia w dyskursie, konieczne jest jeszcze poddanie analizie możliwych znaczeń zdania, dyskursu powstających w wyniku oddziaływania poszczególnych FN na siebie nawzajem. Problem ten przewijał się niejawnie w dotychczasowych rozważaniach w postaci opisu aspektu referencji i kwantyfikacji (szczególnie relacji zależnościowych), formułowane były pośrednio propozycje pewnych rozwiązań, brakuje jednak ciągle próby syntezy. Problem ten, w kontekście przeglądu anglosaskiej literatury przedmiotu, otrzymał w rozdziale 4.5 miano problemu wielokrotnych NP. W odniesieniu do analogicznych zagadnień w języku polskim będziemy mówić o problemie wielokrotnych FN.

W rozdziale 4.5 przedstawione zostały dwie, pozornie przeciwstawne linie postępowania polegające na:

- pierwsza, silnym oparciu się na składni i operowanie głównie pojęciem zasięgu kwantyfikatora i wiązaniu przez niego zmiennych (np. [Park95]),
- druga, wysuwaniu na plan pierwszy bytów reprezentowanych przez NP i pojęcia referencji, z mniejszą wagą przywiązywaną do składni (np. [Bellert89]).

Przyjęcie reprezentacji semantycznej opartej na *SLS*, dało szansę na konstrukcję formalnego opisu znaczenia FN w perspektywie wieloaspektowej, gdzie poszczególne czynniki wpływające na znaczenie zdania z wielokrotnymi FN mogą być opisane łącznie. Ograniczenie propozycji rozwiązania problemu wielokrotnych FN w niniejszej pracy tylko i wyłącznie do języka polskiego wynika z trudności w weryfikacji stawianych hipotez, wymagającej subtelnego wyczucia rodzimego użytkownika danego języka co do rozróżnienia pomiędzy znaczeniami posiadanymi i nie posiadanymi przez dane zdanie.

Częściowe rozwiązania dla problemu wielokrotnych FN zostały już sformułowane niejawnie wcześniej w pracy:

- określone zostały dopuszczalne kombinacje znaczników odmiany i sekwencje operatorów zależnościowych w rozdziale 6.4.4,
- w rozdziale 7.5 liczba możliwych kombinacji została zredukowana dla przypadku modyfikacji FN poprzez FN w dopełniaczu,
- oraz w obydwu gramatykach G_{SN} i $G_{SN\text{-}PL}$, poprzez włączenie ogranicznika referencyjnego do reprezentacji semantycznej referencyjnych FN, został zagwarantowany brak zależności liczebnościowej referencyjnych FN od innych FN w danym zdaniu.

W rozdziale 6.4.4 okazało się również uzasadnione ograniczenie rozważań nad dopuszczalnymi kombinacjami znaczników odmiany i sekwencji operatorów zależnościowych tylko do relacji binarnych pomiędzy poszczególnymi FN w ramach zdania. Relacje wielokrotne np. pomiędzy wszystkimi FN w zdaniu, wynikają bezpośrednio z relacji binarnych. Pozostaje pytanie o relacje pomiędzy strukturą składniową, a wspomnianymi powyżej ograniczeniami natury semantycznej.

W *SLS* operatory zależnościowe pojawiają się jako argumenty operatora macierzowego. Sam operator macierzowy jest wykorzystywany w $G_{SN\text{-}PL}$ wyłącznie jako element wyrażenia predykatu czasownikowego. Zakres wykorzystania tego wyrażenia, sformułowanego pierwotnie dla reprezentacji czasowników o więcej niż jednym argumencie (kategorii TV2, TV3 itd.), w toku rozbudowy proponowanych gramatyk, został poszerzony również na reprezentację semantyczną:

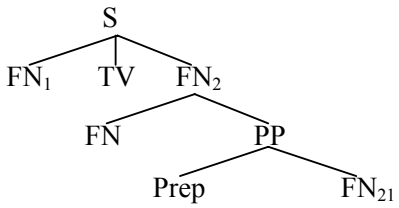
- zaimków dzierżawczych (reguły LI 16a÷d)),
- przyimków (reguła LI 22)),
- imiesłowów czynnych (kategorie ActAdjP2, ActAdjP3 itd., reguła LI 23)).

Wyrażenie predykatu czasownikowego pojawia się również w definicji modyfikatora dzierżawczego (Rys. 7.5-1) konstruującego strukturę reprezentacji modyfikacji FN poprzez FN w dopełniaczu.

We wszystkich tych przypadkach relacje zależności liczebnościowych, wyrażane poprzez operatory zależnościowe, mogą być określane tylko i wyłącznie pomiędzy FN będącymi *argumentami nominalnymi* tego samego elementu leksykalnego (leksemu lub związku frazeologicznego leksemów np. czasownika łączonego w $G_{SN\text{-}PL}$ z przyimkami) lub pomiędzy FN i argumentami nominalnymi konstrukcji ją modyfikującej (w przypadku modyfikacji poprzez frazy przyimkowe i modyfikacji dopełniaczową FN).

Argumentem nominalnym będziemy nazywać FN, która jest *frazą wymaganą* pewnego leksemu lub związku frazeologicznego. Ponieważ prosty formalizm frazowy $G_{SN\text{-}PL}$ w dziedzinie opisu składni nie umożliwia określenia ról składniowych poszczególnych składników w ramach reguły, aby zdefiniować składniowe pojęcie predykatu i jego wymaganych argumentów musimy odwołać się do cech reprezentacji semantycznej. Leksemem wprowadzającym wymaganie składniowe (predykatywnym) będziemy nazywać ten leksem, którego reprezentacja semantyczne bierze reprezentacje semantyczne pozostałych fraz, w ramach danej reguły, jako swoje argumenty. Frazy, których reprezentacje semantyczne są argumentami reprezentacji leksemu wprowadzającego wymaganie będziemy nazywać *frazami wymaganymi*. W konstrukcji $G_{SN\text{-}PL}$ frazy wymagane są zawsze zebrane w ramach jednej reguły i odpowiadające im węzły w drzewie derywacji zawsze znajdują się na jednakowym poziomie. Węzeł utworzony w wyniku zastosowania danej reguły zawsze *bezpośrednio dominuje* nad wszystkimi frazami wymaganymi i leksemem wprowadzającym wymaganie.

Ze względów technicznych (struktura reprezentacji semantycznej budowane w oparciu o *SLS*) nie jest możliwe wystąpienie zależności liczebnościowej pomiędzy FN stanowiącą argument pewnego elementu leksykalnego a FN stanowiącą argument w konstrukcji modyfikującej inną FN będącą argumentem tego samego elementu leksykalnego co pierwsza np. w zdaniu o następującej strukturze:



w opisie formalnym znaczenia uwzględniane są jedynie relacje zależnościowe pomiędzy FN_1 a FN_2 oraz pomiędzy FN_2 a FN_{21}. Natomiast nie są w ogóle uwzględniane relacje pomiędzy FN_1 a FN_{21}. Powstaje jednak pytanie, czy powinny być? Czy odpowiednie relacje zależnościowe występują w znaczeniu jakiegokolwiek zdania o takiej strukturze? Czy one istnieją?

Podsumowując, niejawnym założeniem obecnym stale w rozwiązaniach proponowanych w $G_{SN\text{-}PL}$ (a także G_{SN}) jest założenie ograniczonego zastosowania pojęcia relacji zależnościowych, tylko i wyłącznie do fraz FN - argumentów tego samego elementu leksykalnego lub do frazy FN i fraz FN - argumentów w obrębie konstrukcji ją modyfikującej. W myśl tego założenia, pozorne relacje zależnościowe przekraczające te bariery są natury pośredniej. To niejawne założenie sformułowane zostało poniżej w postaci hipotezy (Def. 6.4.4-1), poddanej weryfikacji w dalszej części niniejszego podrozdziału.

Def. 6.4.4-1 Hipoteza ograniczonego zasięgu relacji zależnościowych.

> Liczba możliwych znaczeń zdania wyznaczana jest przez dopuszczalne kombinacje znaczników odmiany i sekwencje operatorów zależnościowych w ramach poszczególnych zbiorów argumentów nominalnych danej reguły lub w ramach zbioru: FN modyfikowana – argumenty nominalne poszczególnych konstrukcji ją modyfikujących. Liczba ta jest dodatkowo ograniczana własnościami semantycznymi referencyjnych FN.

Ponieważ Hipoteza ograniczonego zasięgu relacji zależnościowych (w skrócie *ograniczonego zasięgu*) określa ilość możliwych znaczeń zdania, udowodnienie jej prawdziwości wymagałoby dokonania przeglądu wszystkich możliwych zdań języka polskiego, co z natury rzeczy jest niewykonalne. Wysoka wiarygodność hipotezy zostałaby osiągnięta, gdyby dokonać przynajmniej przeglądu wszystkich typów struktur zdań dla szerokiego zakresu materiału leksykalnego. Jednakże, najpoważniejszą przeszkodą na drodze do weryfikacji hipotezy jest konieczność odwołania się do kompetencji językowej rodzimego użytkownika języka w zakresie oceny, co jest, a co nie jest znaczeniem danego zdania.

Ponieważ hipoteza odzwierciedla bezpośrednio ważny element konstrukcyjny reprezentacji semantycznej w $G_{SN\text{-}PL}$, pomimo wspomnianych trudności w jej weryfikacji, warto przynajmniej sprawdzić, jak dużą trudność może sprawić próba znalezienia przykładu ją obalającego. Poszukiwanym przykładem byłyby takie zdania, w którego znaczeniu zachodzi ewidentnie relacja zależności liczebnościowej pewnej FN_1 od dowolnej FN będącej argumentem w konstrukcji modyfikującej inną FN_2, stanowiącą argument na tym samym poziomie co FN_1.

Ponieważ w analizie wiarygodności hipotezy ograniczonego zasięgu istotny jest jedynie fakt wystąpienia zależności liczebnościowej (a raczej jej ewidentny brak), to w analizowanych dalej przykładach ograniczymy się jedynie do odmiany dystrybutywnej wszystkich FN. Będziemy też dążyć do używania jedynie atrybutywnych FN.

W przypadku konstrukcji dzierżawczych (omawianych w rozdziale 7.5) sprzeczny z hipotezą byłby przypadek zależności pewnej frazy FN_1 od FN w dopełniaczu modyfikującej inną frazę FN_2 - argument w tej samej konstrukcji co FN_1. Rozważmy przykład użycia konstrukcji dzierżawczej w kontekście argumentów czasownika przechodniego:

430) Dwóch przedstawicieli trzech firm przejrzało cztery próbki.

Jedną z interpretacji zdania 430) jest interpretacja, w której mamy po dwóch przedstawicieli każdej z firm oraz po cztery próbki każdy. Można ją sparafrazować, używając minimalnej ilości dodatkowych środków leksykalnych, jak poniżej:

431) Po dwóch przedstawicieli trzech różnych firm przejrzało po cztery próbki.

W zdaniu 431) ciekawym elementem jest pozornie podwójne zastosowanie modyfikacji przyimkiem *po*. Pozorne, ponieważ pierwsze z nich ewidentnie dotyczy relacji dzierżawczej[129]! Jednak interpretacja zdania 430) jest zgodna z hipotezą ograniczonego zasięgu. Jeżeli oznaczymy poprzez Q_{Pd} kwantyfikator stanowiący część reprezentacji FN(*dwóch przedstawicieli*) oraz analogicznie przez Q_F i Q_{Pb} kwantyfikatory występujące w reprezentacji pozostałych fraz FN, to relacje zależnościowe występujące w interpretacji odpowiadającej 431) mogą być skrótowo przedstawione w sposób następujący (tylko operatory zależnościowe 'w jedną stronę'):

$Q_{Pd} > Q_F$, $Q_{Pd} < Q_{Pb}$ - nie ma potrzeby postulowania relacji zależnościowej pomiędzy Q_F i Q_{Pd}.

Niedozwolona, z punktu widzenia hipotezy przy ustalonej odmianie dystrybutywnej, kombinacja operatorów zależnościowych wyglądałaby następująco:

$Q_{Pd} > Q_F$, $Q_F < Q_{Pb}$ oraz dowolne operatory pomiędzy Q_{Pd} i Q_{Pb}; przyjmijmy dla ustalenia uwagi operator ':' w obie strony. Próbują sparafrazować zdanie 430) w myśl powyższej 'niedoz olonej' interpretacji otrzymujemy:

432) ?*Po dwóch przedstawicieli trzech firm przejrzało cztery próbki różne dla każdej z firm.*

Po pierwsze próba zrozumienia zdania 432) dostarcza już niezłej łamigłówki. Po drugie nie wydaje się, aby tak dziwne znaczenie można było przypisać zdaniu 430).

Oczywiście w powyższym negatywnym przykładzie testowana była jedynie możliwość wystąpienia zależności liczebnościowej pomiędzy FN - argumentem na pozycji dopełnienia a FN w dopełniaczu, z wnętrza konstrukcji dzierżawczej. Jednak obecność jednostronnej zależności liczebnościowej 'pozostawia wyraźny ślad' w interpretacji danego zdania, a w przypadku odmian dystrybutywnych obydwa rodzaje relacji zależnościowej powinny być jednakowo dopuszczalne.

Kolejny rodzaj modyfikacji FN to modyfikacja frazą przyimkową np.

433) ?*Dwóch uczestników z czterech państw zgłosiło trzy propozycje.*

Zdanie 433) brzmi dziwnie i jest trudne do zrozumienia. Powodem jest sama modyfikacja. Po 'wyjaśnieniu' rodzaju relacji zależnościowej, poniżej, zdanie staje się w pełni akceptowalne:

434) Po dwóch uczestników z czterech państw zgłosiło trzy propozycje.

Interpretacja osiągnięta poprzez 434) odpowiada następującej kombinacji:

$$Q_U > Q_{Pa} \text{ i } Q_U < Q_{Pr}.$$

Jednak zależność liczebnościowa Q_{Pr} od Q_U jest już tylko preferowana z racji porządku liniowego odpowiednich fraz FN w zdaniu 434). Zjawisko preferencji dla zależności liczebnościowej fraz FN następujących później w porządku liniowym od fraz FN je poprzedzających widać na przykładzie analizy możliwych interpretacji prostego zdania z czasownikiem przechodnim np.

218) Trzech mężczyzn przeniosło dwa stoły.

Dla zdania 218) znaczniej bardziej naturalna[130] wydaje się interpretacja $Q_M < Q_S$, niż interpretacja $Q_M > Q_S$. Natomiast w przypadku zdania:

435) Dwa stoły przeniosło trzech mężczyzn.

w którym porządek liniowy został zmieniony (przy zachowaniu identycznej struktury składniowej), z pośród interpretacji 'czysto' dystrybutywnych, bardziej naturalną jest interpretacja $Q_S < Q_M$. Interpretację $Q_S > Q_M$. można przypisać zdaniu 435) z dużym trudem, jeżeli w ogóle.

W świetle powyższego, dziwny charakter zdania 433) może wynikać z próby interpretowania go zgodnie z relacją zależnościową $Q_U < Q_{Pa}$ lub $Q_U : Q_{Pa}$ W obydwu przypadkach każdy z uczestników musiałby pochodzić z kilku państw naraz. Efekt ten widać jeszcze wyraźniej na poniższych dwóch przykładach:

436) dwie plamy na czterech koszulach

437) cztery koszule z dwiema plamami

---

[129] Interesujący fakt wspierający interpretację formalną konstrukcji dzierżawczej opartą na wyrażeniu predykatu czasownikowego.

[130] Przy założeniu dystrybutywnej odmiany fraz FN, ponieważ w improwizowanych eksperymentach-wywiadach z rodzimymi użytkownikami języka polskiego najczęściej pierwszą interpretacją była interpretacja kumulatywna typu 'n : n', lub kolektywna 'c : c'. Interpretacje dystrybutywne z zależnością liczebnościową, uważane były za nieco sztuczne oraz były przypisywane zdaniu typu 218) najczęściej dopiero po wyraźnej sugestii ich rozważenia formułowanej przez autora niniejszej pracy.

FN 436) nie może być interpretowana $Q_P < Q_K$ z podobnych przyczyn semantycznych tzn. ta sama plama nie może być na czterech koszulach jednocześnie, ale dla FN 437) naturalną interpretacją jest $Q_K < Q_P$.

Po wprowadzeniu kolejnej modyfikacji przez *po*:

438) Po dwóch uczestników z czterech państw zgłosiło po trzy propozycje.

otrzymujemy jednoznaczną interpretację $Q_U < Q_{Pa}$ i $Q_U < Q_{Pr}$. Również i w tym przypadku podwójne użycie *po* jest dopuszczalne z powodu modyfikacji dwóch różnych predykatów.

Powracając do głównego wątku tego podrozdziału, zdanie 433) zaprzeczałoby hipotezie, gdyby posiadało interpretację, w której mielibyśmy: $Q_U > Q_{Pa}$ i $Q_{Pa} < Q_{Pr}$. Parafraza zdania 433) preferująca to znaczenie mogłaby wyglądać następująco:

439) Po dwóch uczestników z czterech państw zgłosiło trzy propozycje różne dla każdego z państw.

Zdanie 439) posiada znaczenie o 'niedozwolonej' dla 433) kombinacji relacji zależnościowych. Jednak, pomijając nawet kwestię czy zdanie 433) posiada analogiczną interpretację, to należy zauważyć, że w zdaniu 439) zależność $Q_{Pa} < Q_{Pr}$ jest osiągana za pomocą modyfikacji przyimkowej z użyciem dodatkowej referencyjnej[131] FN(*każdego z* ***państw***) czyli mamy zależność liczebnościową FN(*trzy propozycje*) od FN(*każdego z państw*) w ramach relacji wyrażanej przez przyimek *dla*. Oznacza to, że obecność 'niedozwolonej' zależności liczebnościowej jest pozorna i jest osiągnięta za pomocą dodatkowych, w stosunku do zdania 433), środków językowych. Wydaje się, że zdanie 433) nie posiada interpretacji wyrażonej w zdaniu 439).

Kolejny rodzaj modyfikacji FN opisywany w $G_{SN\text{-}PL}$ to modyfikacja konstrukcją z imiesłowem np.:

440) Dwóch profesorów sprawdzających cztery prace wystawiło trzy oceny.

W przypadku zdania 440), hipoteza neguje możliwość istnienia zależności liczebnościowej $Q_{Pa} < Q_O$ np. jako elementu kombinacji $Q_{Po} < Q_{Pa}$ i $Q_{Pa} < Q_O$. Kombinacji tej odpowiada parafraza:

441) Dwóch profesorów sprawdzających po cztery prace wystawiło po trzy oceny różne dla każdej z prac.

W zdaniu 441) mamy dodatkowo zależność $Q_{Po} < Q_O$. Jednak analogicznie, jak w przypadku zdania 439), do osiągnięcia 'niedozwolonej' zależności liczebnościowej $Q_{Pa} < Q_O$ zostały użyte dodatkowe środki w postaci przyimka *dla* i referencyjnej FN. Również nie wydaje się, aby zdanie 440) posiadało interpretację wyrażoną w 441).

Zastosowanie mechanizmu referencji do skonstruowania zamierzonego znaczenia widać również w poniższym dyskursie:

442) Dwóch profesorów sprawdzających po cztery prace każdy, wystawiło im po trzy oceny.

Ostatnim rodzajem modyfikacji opisywanym w $G_{SN\text{-}PL}$ jest modyfikacja zdaniem względnym np.:

443) Dwóch profesorów, którzy sprawdzali cztery prace wystawiło trzy oceny.

Dla zdania 443) niedozwoloną kombinacją byłaby $Q_{Po} < Q_{Pa}$ i $Q_{Pa} < Q_O$. Interpretację zgodną z nią można osiągnąć znowu poprzez użycie dodatkowych środków leksykalnych, między innymi dodatkowego zaimka anaforycznego:

444) Dwóch profesorów, którzy sprawdzali <u>po</u> cztery prace wystawiło <u>każdej z nich po</u> trzy oceny.

Podobnie, jak w przypadku konstrukcji z imiesłowem, nie wydaje się, aby tak skomplikowaną interpretację posiadało zdanie 443).

Podsumowując, analiza bardzo typowych przykładów konstrukcji modyfikujących FN wykazała, że konstrukcja zdania z przypadkami zależności liczebnościowej wykraczającej poza zbiór argumentów tego samego elementu leksykalnego nie jest przynajmniej łatwa. Z racji typowości użytych przykładów, wydaje się, że wniosek ten można rozciągnąć na ogromną liczbę podobnych zdań. Można zaryzykować ostrożne stwierdzenie, iż sformułowana hipoteza ograniczonego zasięgu znajduje poparcie w materiale językowym. Czego należało się raczej spodziewać biorąc

[131] Zgodnie z analizą przedstawioną w podrozdziale 7.7 FN będąca argumentem *z* musi być referencyjna, w tym przypadku do FN(*czterech państw*).

pod uwagę jej zdroworozsądkowy charakter, Mówi ona tylko tyle, iż możemy rozważać 'kto z kim / czym' tylko w ramach jednej relacji predykatywnej.

Hipoteza ograniczonego zasięgu zastępuje w odniesieniu do języka polskiego hipotezę Parka (rozdział 4.5.1). Warto tu zwrócić uwagę na to, iż hipoteza ograniczonego zasięgu została oparta na znacznie bardziej klarownym kryterium składniowym, odwołującym się do pojęcia bycia argumentem. Hipoteza Parka odwołuje się, z pominięciem struktury składniowej, do powierzchniowych ciągów wyrazów. Interesujące byłoby bezpośrednie porównanie obydwu hipotez na materiale z języka angielskiego.

8. Koncepcja wykorzystania *SLS* w implementacji

Język formalny reprezentacji znaczenia jako precyzyjne narzędzie opisu znaczenia umożliwia między innymi: systematyczne badanie znaczeń wyrażeń języka naturalnego oraz formułowanie hipotez wyjaśniających obserwowane mechanizmy językowe. Konstruując JRZ o zwiększonej sile ekspresji można poszerzyć zakres analizowanych konstrukcji, uwypuklić mechanizmy dotąd słabo dostrzegalne, opisać znaczenie wyrażeń językowych z szerszej perspektywy, łączącej opis różnych aspektów znaczenia, wcześniej badanych w izolacji. Przykłady takich możliwości kreowanych przez *SLS* prezentowane były w rozdziałach 6.4 i 7.

Z punktu widzenia informatyki stosowanej, bardzo interesującą perspektywą jest konstrukcja precyzyjnego, formalnego opisu znaczenia a w szczególności wynikająca z tego możliwość konstrukcji systemu przetwarzającego język naturalny. Biorąc pod uwagę dużą siłę ekspresji *SLS* oraz to, że jest to język logiczny wyższego rzędu, droga od formalnego opisu znaczenia do systemu przetwarzającego nie wydaje się oczywista. Istotnym wyjątkiem jest tu pierwszy etap przetwarzania, jakim jest generowanie reprezentacji znaczenia, którą wydatnie upraszcza konsekwentne przestrzeganie zasady kompozycyjności w konstrukcji G_{SLS}. W niniejszym rozdziale rozważona zostanie perspektywa implementacji systemu opartego na gramatyce G_{SLS} oraz przedstawiona zostanie koncepcja konstrukcji kompletnego systemu przetwarzającego. Dla ustalenia uwagi, spośród wielu potencjalnych zastosowań, skoncentrujemy się na docelowej implementacji systemu dialogu z użytkownikiem w języku polskim (w prostej postaci systemu pytań i odpowiedzi, ang. *Question and Answering*, w skrócie *QA* [Winogr86,Woods86]), gdzie analiza informacji wprowadzanych poprzez dyskurs oraz zapytań opiera się na reprezentacji znaczenia przy pomocy niedospecyfikowanych struktur *SN-SLS*.

Wyłaniają się tu dwie możliwe drogi postępowania:

a) ‘klasyczna’, typowa dla eksperymentalnych systemów, dobrze poznana, gdzie implementacja jest realizowana w Prologu [PerShi87] i gdzie nie należy spodziewać się dużej efektywności działania (z punktu widzenia komercyjnych zastosowań),
b) poszukiwanie efektywnych metod przetwarzania np. rozwiązań hybrydowych łączących programowanie logiczne z implementacją dedykowanych procedur, przyspieszających przetwarzanie informacji (lub całego systemu) w jakimś języku imperatywnym.

Drugie z rozwiązań stanowi poważny problem badawczy sam w sobie. Dlatego też w pierwszym rzędzie zostanie opisana koncepcja konstrukcji systemu w sposób ‘klasyczny’.

W większości systemów *QA* konstruowanych w sposób klasyczny, przetwarzanie wypowiedzi podzielone jest, w pierwszym przybliżeniu, na dwa główne etapy (np. [PerShi87]):

i) etap parsingu w ramach, którego jednocześnie analizowana jest struktura składniowa wypowiedzi i budowana jest reprezentacja semantyczna wypowiedzi,
ii) oraz etap interpretacji reprezentacji semantycznej w oparciu o reprezentację wiedzy o rzeczywistości (wiedzy pochodzącej częściowo ze interpretacji wcześniejszych wypowiedzi).

Aby jednak uwzględnić najistotniejsze modyfikacje poprawiające efektywność przetwarzania, należy wprowadzić bardziej szczegółowy podział na etapy. Na przykład, Vetulani w systemie *POLINT* [Vetula95, Vetula02b], będącym rozbudowanym systemem *QA* dla języka polskiego, wprowadził dodatkowo etap „preanalizy morfologicznej”, w ramach którego poszczególne wyrazy tworzące wypowiedź zostają rozpoznane jako formy odpowiednich leksemów. Ponadto zaproponował rozdzielenie ‘w czasie’ parsingu składniowego i konstrukcji reprezentacji semantycznej. Najpierw jest realizowany parsing składniowy, dopiero po przypisaniu struktury składniowej do wypowiedzi, na podstawie zapamiętanej sekwencji stosowania reguł, zostaje skonstruowana reprezentacja semantyczna. Taki sposób postępowania pozwala uniknąć nadmiarowego kosztu konstrukcji reprezentacji semantycznej dla tych części struktury składniowej, które parser początkowo budując, następnie porzuca i niszczy w wyniku mechanizmu nawrotów.

Biorąc pod uwagę modyfikacje zbliżone do wprowadzonych w systemie *POLINT*, proces przetwarzania należy dalej podzielić na:

1) wstępną segmentację tekstu,
2) analizę morfologiczną,
3) parsing składniowy,
4) konstrukcję reprezentacji semantycznej,
5) interpretację reprezentacji semantycznej.

Trzy pierwsze etapy przetwarzania są w znikomy sposób powiązane z wyborem i zastosowaniem konkretnej reprezentacji semantycznej. Jedyny wymóg to powiązanie w słowniku morfo-syntaktycznym opisów poszczególnych form z wyrażeniami reprezentującymi ich znaczenie. W przypadku tu rozważanym będą to struktury *SN-SLS* wyrażające niedospecyfikowany opis znaczenia.

Zadaniem etapu segmentacji jest podział tekstu na poszczególne jednostki podstawowe: wyrazy, znaki interpunkcyjne, liczby, skróty itd. oraz jednostki wyższego rzędu czyli zdania i równoważniki zdań. Wykorzystać tu można istniejące już uniwersalne rozwiązania np. *segmenter* z systemu automatycznego tłumaczenia *ET* [ŁabPia01].

Na etapie analizy morfologicznej, każdy wyraz powinien zostać zastąpiony strukturą atrybutów i ich wartości, opisującą dany wyraz jako formę określonego leksemu o określonej kategorii składniowej oraz o określonych wartościach przypisanych do poszczególnych atrybutów. W efekcie, w miejsce listy wyrazów otrzymujemy listę struktur podobnych kształtem do struktur wprowadzanych przez części składniowe reguł leksykalnych gramatyki $G_{SN\text{-}PL}$. Również i w tym przypadku posłużyć się można istniejącymi już rozwiązaniami np. analizatorem morfologicznym i słownikiem morfo-syntaktycznym z systemu *ET* [ŁabPia01]. Zdefiniowana tam lista podstawowych kategorii składniowych jest nadzbiorem w stosunku do podstawowych kategorii składniowych z $G_{SN\text{-}PL}$ tzn. niektóre kategorie składniowe $G_{SN\text{-}PL}$ zostały rozbite w słowniku *ET* na subkategorie. Również występuje daleko idąca zgodność na poziomie definicji atrybutów morfo-syntaktycznych tzn. w większości przypadków atrybuty zdefiniowane w słowniku *ET* są identyczne (pod względem opisywanej cechy i wartości) z atrybutami $G_{SN\text{-}PL}$. Jedynym wyjątkiem jest konieczność ‘scalenia’ liczby i rodzaju zapisanych w słowniku *ET* jako osobne atrybuty. Ponadto konieczne jest rozszerzenie opisu morfo-syntaktycznego ze słownika *ET* o dodatkowe atrybuty wprowadzone w $G_{SN\text{-}PL}$:

1) *Quant* - opisujący determinatory pod względem własności semantyczno-syntaktycznych,
2) *NClass* - wprowadzający podział liczebników na klasy,
3) *Neg* – określający zanegowaną formę czasownika lub (w zależności od opisywanej kategorii) możliwość wystąpienia danego leksemu w kontekście składniowym konstruowanym przez zanegowaną formę czasownika,
4) *Var* i *VarLst* – definiującymi dozwolone odmiany, odpowiednio: danego leksemu oraz wymagane od argumentów danego leksemu.

Atrybuty *Quant* i *NClass* musiałyby być niestety dopisane ręcznie. Na szczęście kategorie determinatorów i liczebników opisują dość niewielką liczbę leksemów. Dla zaimków i determinatorów wartości atrybutu *Neg* mogą być wywiedzione z istniejących w słowniku *ET* subkategorii. Gorzej przedstawia się sytuacja w przypadku czasowników, gdzie najłatwiejsze byłoby ustalenie wartości *Neg* podczas parsingu i łączenia partykuły *nie* z czasownikiem w złożoną jednostkę leksykalną. Natomiast obydwa atrybuty opisujące odmianę mają semantyczny charakter i powinny zostać wyprowadzone ze znaczenia przypisanego do danej formy leksemu w postaci struktury *SN-SLS*.

Konieczne jest skojarzenie pozycji słownika morfo-syntaktycznego pozyskanego, np. z systemu *ET*, z odpowiednimi pozycjami słownika semantycznego, który musi być niestety skonstruowany od podstaw. Każda pozycja w słowniku semantycznym to odpowiednia struktura *SN-SLS*, określona w gramatyce $G_{SN\text{-}PL}$, gdzie w ramach każdej struktury *SN-SLS* (rozdział 6.4.1) mamy niedospecyfikowane wyrażenie *N-SLS* oraz odpowiedni zbiór wypełnień (ze zbioru wypełnień można odczytać w automatyczny sposób odpowiednie wartości odmiany). Reguły leksykalne gramatyki $G_{SN\text{-}PL}$ muszą być przedtem rozbudowane pod względem leksykalnym tak, aby uzyskać odpowiednie pokrycie leksykalne. Konieczne jest w tym momencie zdefiniowanie pełnego zestawu symboli predykatów rzeczownikowych i czasownikowych. Symbolom tym musi być póź-

niej nadana odpowiednia interpretacja w modelu ustalonym w systemie przetwarzania (etap interpretacji reprezentacji semantycznej). Pozostaje jeszcze rozstrzygnięcie kwestii reprezentacji w słowniku wyrażeń *N-SLS* oraz zbiorów wypełnień. Ponieważ zagadnienie to ściśle wiąże się ze sposobem interpretacji wyrażeń reprezentacji semantycznej, wrócimy do niego w dalszej części bieżącego rozdziału.

Po zrealizowaniu czynności opisanych powyżej, w wyniku pierwszych dwóch etapów przetwarzania, lista wyrazów stanowiących wypowiedź zostanie podzielona na zdania i zastąpiona listą struktur odpowiadających strukturom zdefiniowanym przez reguły leksykalne $G_{SN\text{-}PL}$. Dokładna reprezentacja składniowej części struktur w Prologu zależy od rozwiązań przyjętych w parsingu, o czym poniżej. Z racji częstych niejednoznaczności morfo-syntaktycznych w języku polskim [ŁabPia01], w przypadkach wielu wyrazów, zostaną one opisane nie pojedynczą struktur a listą struktur. Najprostsze rozwiązanie tego problemu (zastosowane między innymi w [Piasec93]) to przekazanie do parsingu całej listy list. Następnie parser konstruując kolejne potencjalne analizy składniowe 'wybiera' z list, odpowiadających poszczególnym wyrazom, struktury (potencjalne formy) zgodne z budowaną strukturą składniową wypowiedzi. Rozwiązanie to pozostawia wiele do życzenia pod względem efektywności. Znacznie lepszym wyjściem byłoby zaimplementowanie modułu rozstrzygającego niejednoznaczności, tzw. *taggera*, realizowanego najczęściej o metody statystyczne lub maszynowego uczenia się [SyWoTa99]. Konstrukcja skutecznego taggera dla języka polskiego pozostaje ciągle nierozstrzygniętym problemem badawczym, głównie z powodu braku odpowiednio dużego, oznaczonego korpusu języka polskiego [ŁabPia01,BPKDM01].

W przypadku implementacji systemu *QA* w Prologu, parsing może być zrealizowany w najprostszy sposób poprzez wbudowany w Prolog kompilator gramatyk w formacie *DCG* (np. [PerShi87] lub [BlacBo99]). Dzięki przyjętemu w konstrukcji $G_{SN\text{-}PL}$ mechanizmowi ustalania wartości atrybutów poprzez mechanizm unifikacji, 'część składniowa' $G_{SN\text{-}PL}$ może być w prosty sposób zapisana w postaci reguł *DCG*. Warunki logiczne dołączane do reguł $G_{SN\text{-}PL}$, określające wartość niektórych atrybutów (np. *Neg* lub *Lex*), mogą być zaimplementowane w formalizmie *DCG* w postaci listy dodatkowych predykatów, wiążących poszczególne atrybuty, dołączanej do reguły gramatyki. W momencie kompilacji specyfikacji gramatyki *DCG* do parsera, predykaty z listy są włączane do klauzuli Prologu stanowiącej implementację odpowiedniej reguły. Trochę bardziej skomplikowana jest sytuacja w przypadku atrybutów *Var* i *VarLst*. Ich wartości zależą bowiem od zbioru wypełnień. Oznacza to, konieczność przeprowadzania równolegle z parsingiem operacji na zbiorach wypełnień.

Podstawową kwestia, jaka musi być rozstrzygnięta w przypadku reprezentacji zbiorów wypełnień, jest sposób reprezentacji meta-zmiennych. Warto przypomnieć tu, że zbiór meta-zmiennych jest uporządkowany liniowo i operacje deterministycznej zmiany nazwy meta-zmiennych odgrywają bardzo istotną rolę w kompozycyjnej konstrukcji $G_{SN\text{-}PL}$. Wydaje się jednak, że w Prologu można z powodzeniem reprezentować meta-zmienne jako zmienne języka Prolog. Pomimo, używania tych samych nazw zmiennych Prologu (np. `H1, H2, H3` itd.), reprezentujących meta-zmienne $G_{SN\text{-}PL}$, w zapisie poszczególnych reguł gramatyki, otrzymujemy *de facto* różne meta-zmienne, jako różne zmienne Prologu. Każda reguła gramatyki jest zapisywana po kompilacji z *DCG* jako osobna klauzula Prologu. W efekcie, mimo identycznych nazw w implementacjach poszczególnych reguł gramatyki, mamy do czynienia z różnymi zmiennymi. Tak reprezentowane meta-zmienne mogą być użyte bezpośrednio na pozycji odpowiadającej atrybutom *Var* i *VarLst* w regułach *DCG* (w tym drugim przypadku będzie to lista zmiennych np. `[H1,H2]`).

Wypełnienie może być reprezentowane jako lista termów złożonych wiążących wartość poszczególnym meta-zmiennej np. `[filled(H1,d), filled(H2,c)]`, gdzie predykat `filled` wiąże wartość meta-zmiennej podanej jako pierwszy argument z termem podanym jako drugi argument. W przypadku wartości przypisywanych meta-zmiennym w obecnym kształcie $G_{SN\text{-}PL}$ predykat `filled` może być z powodzeniem implementowany jako zwykła unifikacja np.

```
filled(H,T) :- H = T.
```

Zbiór wypełnień może być reprezentowany jako lista wypełnień, czyli lista list.

W wielu regułach $G_{SN\text{-}PL}$, w warunku logicznym stosowalności reguły, zawarty jest warunek istnienia dwóch wypełnień przypisujących określonym meta-zmiennych identyczne wartości. Również w wielu regułach $G_{SN\text{-}PL}$ występuje operacja łączenia dwóch, trzech zbiorów wypełnień, gdzie kształt wynikowego zbioru wypełnień musi spełniać warunek nałożony na meta-zmienne (po ewentualnej zmianie nazwy) pochodzące z poszczególnych łączonych zbiorów np. (wyróżnione zostały pogrubieniem elementy, których implementacja jest tu rozważana):

PS s1) $S[Gap= -\ ]+(V([\Theta(F_V,F_2)]N_2))(\ [\Theta^3(F_V, F_2, F_1)]N_1)$

$$+\{\boldsymbol{f}\colon \exists \boldsymbol{f}_V\in \boldsymbol{F}_V.\exists \boldsymbol{f}_2\in \boldsymbol{F}_2.\exists \boldsymbol{f}_1\in \boldsymbol{F}_1.(\boldsymbol{f}=(\boldsymbol{f}_V\bullet(\Theta(\boldsymbol{f}_V,\boldsymbol{f}_2)\circ\boldsymbol{f}_2)\bullet(\Theta^3(\boldsymbol{f}_V,\boldsymbol{f}_2,\boldsymbol{f}_1)\circ\boldsymbol{f}_1))\ \wedge$$

$$[\boldsymbol{f}]\mathbf{v} = [\boldsymbol{f}]([\Theta(\boldsymbol{f}_V,\boldsymbol{f}_2)]\mathbf{w}) \wedge [\boldsymbol{f}]\mathbf{u} = [\boldsymbol{f}]([(\Theta^3(\boldsymbol{f}_V,\boldsymbol{f}_2,\boldsymbol{f}_1)\circ\boldsymbol{f}_1)]\mathbf{z})\} \rightarrow$$

$FN_1[Case=$ nom, $GNum=\alpha$, $Per=\beta$, $Neg=\mu$, $Gap= -$, $Var=$ z$]+N_1+F_1$

$TV2[GNum=\alpha$, $Per=\beta$, $Neg=\rho$, $VarLst=$uv, $CaseLst=\chi$, $Lex=\xi]+V+F_V$

$FN_2[Case=\gamma$, $GNum=\delta$, $Per=\eta$, $Neg=\varpi$, $Gap= -$, $Var=$ w$]+N_2+F_2$

$$\{\exists \boldsymbol{f}_v\in \boldsymbol{F}_V.\exists \boldsymbol{f}_1\in \boldsymbol{F}_1.\ \exists \boldsymbol{f}_2\in \boldsymbol{F}_2.([\boldsymbol{f}_v]\mathbf{u}=[\boldsymbol{f}_1]\mathbf{z} \wedge [\boldsymbol{f}_v]\mathbf{v}=[\boldsymbol{f}_2]\mathbf{w})$$

$$\wedge \mathbf{equal_lst}([\gamma],\chi) \wedge (\rho=+ \vee (\mu= - \wedge \varpi = -))\}$$

Operacja łączenia może być zrealizowana według następującego schematu (poniżej).

1) Konkatenowane są dowolne listy składowe (wypełnienia) z łączonych zbiorów.
2) Tworzona jest *lista kontrolna* poprzez połączenie *listy wynikowej* z punktu 1) z listą warunków określających identyczność wartości wyróżnionych meta-zmiennych np. `[filled(H1,d), filled(H2,c), H1 == H2]`, gdzie operator '==' w dialekcie *SWI Prolog* [Wielem02] skutkuje w.t.w., gdy obydwa termy są identyczne (ang. "equivalent").
3) Lista kontrolna jest przekazywana do meta-predykatu Prologu `call`; wywołanie to skończy się powodzeniem tylko wtedy, gdy meta-zmienne zostaną związane poprzez listę wynikową z wartościami spełniającymi warunki dołączone w liście kontrolnej.
4) Jeżeli wywołanie `call` się powiodło, to lista wynikowa jest jednym z poprawnych elementów wynikowego zbioru wypełnień.

Sprawdzanie wartości meta-zmiennych w warunku logicznym stosowalności reguły można zrealizować w podobny sposób poprzez szukanie pary wypełnień, która nada meta-zmiennym wartości spełniające określone warunki. W przypadku wielu reguł, mając na uwadze poprawę efektywności, generacje wynikowego zbioru wypełnień można połączyć ze sprawdzaniem tej części warunku stosowalności, która zależy od możliwości przypisania meta-zmiennym określonych wartości. W rezultacie reguła może być zastosowana jeżeli istnieje możliwość konstrukcji wynikowego zbioru wypełnień tzn. jeżeli nie jest on listą pustą.

Wypełnienia determinują ostateczny kształt reprezentacji semantycznej, dlatego też podczas konstrukcji drzewa derywacji składniowej warto byłoby zapamiętać wynikowe zbiory wypełnień, wygenerowane na etapie konstrukcji poszczególnych węzłów drzewa derywacji. Zaoszczędzi to konieczności ich ponownego wyliczania na etapie generacji reprezentacji semantycznej.

Po parserze skonstruowanym w wyniku automatycznej kompilacji reguł *DCG* nie należy się spodziewać zadowalającej efektywności. Vetulani w systemie *POLINT* [Vetula95] uzyskał znaczną poprawę efektywności parsera poprzez ręczna konstrukcję kodu parsera na podstawie reguł *DCG*. Zaproponował też, między innymi, technikę *zwrotnic* poprawiających efektywność parsera poprzez dynamicznie zmieniającą się preferencję dla kolejności rozpatrywanych reguł parsingu. Efektywność parsera może poprawić zastosowanie *słownika wymagań składniowych* czasowników (np. zbudowanego w oparciu o słownik Polańskiego [Polańs84]) i innych leksemów predykatywnych. Mógłby być tu wykorzystany istniejący już bogaty słownik wymagań składniowych skonstruowany na potrzeby systemu *ET* [ŁabPia01].

Gramatyka $G_{SN\text{-}PL}$, we wszystkich regułach, dla wszystkich konstrukcji składniowych definiuje tylko jeden akceptowalny porządek liniowy. W oczywisty sposób jest to założenie bardzo upraszczające. Abstrahując od zmiany znaczenia w zależności od zmiany szyku, co było już wspominane wcześniej (np. w związku z pracami eksperymentalnymi Szwedka [Szwede76]), z praktycznego punktu widzenia korzystne byłoby rozpoznawanie na etapie parsingu różnych wariantów porządku liniowego tej samej konstrukcji. Najprostszym rozwiązaniem jest opisanie różnych wa-

riantów porządku liniowego regułami gramatyki różniącymi się jedynie 'częścią składniową' (kwestia opisu różnic w znaczeniu jest zagadnieniem wymagającym dalszych intensywnych badań). Uzyskana w ten sposób gramatyka jest trudna do dalszego rozwoju. Zagadnieniom opisu i parsingu języków o szyku swobodnym (przynajmniej w pewnym zakresie) poświęcono wiele prac. Rozwiązanie stanowiące rozszerzenie formalizmu *DCG*, konstruowane z myślą o języku polskim, przedstawił Vetulani [Vetula02a] w postaci formalizmu *FROG*. *FROG* pozwala na wyrażenie spotykanych w języku polskim ograniczeń na porządek liniowy w obrębie poszczególnych konstrukcji, lub częsty brak takowych ograniczeń. Vetulani zaproponował ponadto kompilator generujący parser na podstawie reguł *FROG*. Działanie parsera i jego efektywność są analogiczne do standardowego parsera generowanego na podstawie reguł zapisanych w formalizmie *DCG*. Formalizm *FROG* i zaproponowany kompilator można byłoby wykorzystać do rozszerzenia ‘części składniowej’ reguł $G_{SN\text{-}PL}$ o opis ograniczeń nakładanych na porządek liniowy fraz niższego poziomu. Ze względu na podobieństwo *FROG* do *DCG*, konstrukcja reprezentacji semantycznej nie wymagałaby żadnych zmian w stosunku do rozwiązania opartego na *DCG*.

Zgodnie ze schematem etapów przetwarzania, przyjętym za Vetulanim [Vetula95,Vetula02b], po wygenerowaniu analizy składniowej przez parser, następuje generacja (niedospecyfikowanej) reprezentacji semantycznej, wyrażającej znaczenie odpowiadające skonstruowanej analizie składniowej. Dzięki konsekwentnemu przestrzeganiu zasady kompozycyjności w $G_{SN\text{-}PL}$, budowa reprezentacji semantycznej jest stosunkowo prostym procesem. Konieczne jest jedynie zaimplementowanie działania beta-redukcji wyrażeń lambda. Ponieważ wyrażenia lambda, wykorzystywane w $G_{SN\text{-}PL}$ jako reprezentacja semantyczna, mają często bardzo złożoną strukturę, prosta implementacja beta-redukcji poprzez unifikację, w stylu [PerShi87] jest wykluczona. Konieczna jest 'pełna' implementacja beta-redukcji realizowana poprzez przegląd struktury termu i zastąpienie wystąpień odpowiedniej zmiennej redukowanym argumentem. Implementacja taka została między innymi zaproponowana w pracy [BlacBo99].

W wyniku analizy syntaktyczno-semantycznej dyskursu opartej na $G_{SN\text{-}PL}$ otrzymujemy niedospecyfikowane struktury *SN-SLS* jako reprezentację jego znaczenia. Stosując po kolei wszystkie wypełnienia otrzymamy reprezentację wszystkich możliwych znaczeń analizowanego dyskursu w postaci wyrażeń *SLS*. Z technicznego punktu widzenia, zastosowanie wypełnienia podobne jest do operacji podstawienia składniowego, gdzie meta-zmienna jest zastępowana wyrażeniem. Operacja ta może być zrealizowana w sposób podobny do realizacji beta-redukcji w pracy [BlacBo99]. Warto tu jednak zauważyć, że część wypełnień może zostać 'unieważnionych' poprzez interpretację dalszych części dyskursu np. część możliwych wypełnień, określających różne możliwe relacje zależnościowe dla pewnego zdania z więcej niż jedną FN, może okazać się sprzeczne z użyciem anaforycznej FN, jednoznacznie informującej o ilu obiektach jest mowa w dalszej części dyskursu. Widać to w poniższym dyskursie:

*445) Trzech profesorów sprawdziło **dwie prace**. [...] Każda z **tych sześciu prac** została oceniona na ocenę bardzo dobrą.*

Sam proces kompozycyjnej generacji reprezentacji semantycznej jest w zasadzie niezależny od sposobu reprezentacji wyrażeń *N-SLS* (zawsze będzie to jakaś forma wyrażeń z operatorem lambda). Zagadnienie sposobu reprezentacji jednak jest kluczowe dla etapu interpretacji stanowiącego kwintesencję całego procesu przetwarzania. Zanim przejdziemy jednak do analizy zalet i wad możliwych metod reprezentacji, należy uściślić co rozumiemy tutaj pod pojęciem "interpretacji", ponieważ zakres działań może być bardzo różny.

Opis znaczenia dokonywany przy pomocy struktur *SN-SLS* sprowadza się do opisu aspektu informacyjnego znaczenia [Lyons83] wypowiedzi, opisującego pewien stan rzeczy. Z punktu widzenia teorii komunikacji-intencji (rozdział 2) jest to znaczenie niepełne. Możemy je nieformalnie scharakteryzować jako znaczenie literalne (lub 'znaczenie dosłowne'). Z punktu widzenia teorii komunikacji-intencji znaczenie wypowiedzi należy interpretować w kontekście *celu* (w uproszczeniu stanu otaczającego świata) jaki nadawca chce osiągną posługując się wypowiedzią. Typowymi przykładami wypowiedzi [Kalisz93, Paduče92], gdzie różnica pomiędzy znaczeniem literalnym a ‘pełnym’ (z punktu widzenia teorii komunikacji-intencji) są pytania o zdolność odbiorcy

do realizacji pewnej czynności - pytania, które *de facto* oznaczają prośbę lub nawet polecenie wykonania pewnej czynności, wyrażone w formie grzecznościowej np.

446) Czy możesz mi podać sól?

Pełna analiza znaczenia wypowiedzi tego typu, a w zasadzie też wszystkich pozostałych, ponieważ każda wypowiedź jest użyta w jakimś celu, jest możliwa przy zastosowaniu metod *pragmatyki językowej* [Kalisz93] a w szczególności po odwołaniu się do jej dwóch podstawowych teorii: *aktów mowy* (np. [Kalisz93:rozdz. 2]) oraz *reguł konwersacji i implikatury* (np. [Kalisz93:rozdz. 3]). Wybrane elementy obydwu teorii były już wielokrotnie przedmiotem formalizacji w logice (np. [Tokarz93]). Również elementy teorii aktów mowy są w coraz większym stopniu wprowadzane do różnych rozwinięć teorii *DRT* (np. [Fracas94]) oraz, w postaci heurystycznych metod, do konstrukcji inteligentnych agentów [BalWiB91]. Warto tu podkreślić, że w obrębie badań pragmatyki językowej leżą również zagadnienia referencji i presupozycji [Kalisz93, Paduče92], opisywane w pewnym zakresie już w obecnym kształcie *SLS*. Konstrukcja *SLS* formułuje podstawy budowy interfejsu pomiędzy semantycznym i pragmatycznym poziomem opisu języka naturalnego.

Ponieważ, pogłębienie analizy znaczenia wypowiedzi o pełny opis zjawisk z poziomu pragmatyki językowej poszerzyłoby ogromnie zakres badań w stosunku do zakresu przyjętego w niniejszej pracy, w ramach rozważanego tu prostego systemu *QA* uwzględnione byłyby tylko dwa podstawowe akty mowy:

- *asercji*, w którym nadawca opowiada się za prawdziwością sądu wyrażanego przez wypowiedź,
- oraz *dyrektywy*, w którym nadawca skłania odbiorcę do sformułowania odpowiedzi na pytanie wyrażone w wypowiedzi.

Dodatkowo przyjęte zostaje założenie, że zgodnie z *zasadą kooperacji* [Kalisz93:rozdz. 3.1] odbiorca włącza informację wyrażoną w akcie asercji do swojego zasobu wiedzy. Przyjmujemy również założenie upraszczające o charakterze technicznym, że wiedza odbiorcy o świecie jest wyrażona w postaci ustalonego modelu *SLS* oraz w postaci formuły dynamicznej interpretowanej w danym ustalonym modelu i stanie początkowym.

W myśl powyższych założeń interpretacja, w rozważanym systemie *QA*, wypowiedzi złożonej ze zdań twierdzących i stanowiącej realizację aktu asercji, sprowadzałaby się do:

- określenia możliwości aktualizacji stanu będącego efektem interpretacji formuły reprezentującej wiedzę odbiorcy przy pomocy formuły reprezentującej informacje wyrażoną w wypowiedzi – brak możliwości aktualizacji tego stanu (tożsamego ze ‘stanem informacyjnym odbiorcy na początku interpretacji wypowiedzi nadawcy) oznacza niespełnione presupozycje wypowiedzi w tym stanie,
- określenia interpretacji złożonej formuły dynamicznej konstruowanej jako sekwencyjne połączenie formuły dynamicznej reprezentującej wiedzę odbiorcy z formułą dynamiczną reprezentującą informacje wyrażoną w wypowiedzi – interpretacja prowadząca wyłącznie do stanów z niekompletną informacją (niespełnienie sekwencji) oznacza sprzeczność pomiędzy informacją wyrażoną w wypowiedzi i uprzednia wiedzą odbiorcy.

W razie niespełnienia warunków presupozycyjnych, jako najprostsze rozwiązanie można przyjąć, że wypowiedź została użyta niezrozumiale. Korzystne byłoby poinformowanie użytkownika o konkretnym warunku presupozycyjnym, który nie został spełniony. Zakładając jednak, na mocy zasady kooperacji, że wypowiedź nadawcy komunikuje prawdziwe informacje, rozwiązanie zaawansowane wymagałoby uzupełnienia kontekstu interpretacji o brakujące informacje na bazie mechanizmu akomodacji presupozycji (rozdział 5.3). Możliwe byłoby tu zaadoptowanie rozwiązania van der Sandta [Sandt89] zaproponowanego na gruncie *DRT* (omówionego krótko w rozdziale 5.3.2), gdzie wprowadzone zostało rozróżnienie pomiędzy:

- *akomodacją globalną* (ang. *global accommodation*), w przypadku rozważanego tu systemu oznaczałoby to uzupełnienie formuły dynamicznej reprezentującej wiedzę odbiorcy),

- *akomodacją pośrednią* (ang. *intermediate*) oraz *lokalną* (ang. *local*), gdzie dwa ostatnie przypadki sprowadzałyby się do uzupełnienia formuły reprezentującej znaczenie wypowiedzi (we fragmentach poprzedzających miejsce wystąpienia warunku presupozycyjnego).

W podejściu van der Sandta poprawne rozstrzygnięcie miejsca uzupełnienia bazuje na szeregu warunków, w tym na warunkach odwołujących się do relacji wynikania (lub jej braku) pomiędzy poszczególnymi DRS'ami, oryginalnie - tutaj pomiędzy formułami dynamicznymi.

W przypadku sprzeczności połączonej sekwencji formuł, informacja wnoszona przez formułę reprezentująca znaczenie wypowiedzi może być po prostu odrzucona. W przeciwnym przypadku nowy stan wiedzy odbiorcy reprezentuje wynikową sekwencją formuł.

W miejsce odrzucenia formuły sprzecznej z dotychczasową wiedzą można, w rozbudowanym systemie, próbować wyciągać wnioski na podstawie reguł *implikatury konwersacyjnej* co do intencji nadawcy. Należałoby wtedy jednak reprezentować wiedzę o wiedzy posiadanej przez nadawcę, jego celach itd. w sposób rozbudowany np. w stylu prac [Bień77, Bień80a, Bień80b, BalWiB91].

Gramatyka $G_{SN\text{-}PL}$ w obecnym kształcie nie obejmuje pytań. Spowodowane jest to koncentracją uwagi na złożonych FN, w których przypadku analiza znaczenia wymaga jednoczesnego uwzględnienia wielu jego aspektów. Ponadto, wraz z analiza pytań, wkraczamy nieuchronnie w obszary pragmatyki językowej i perspektywy celu komunikacji. Jednak, przynajmniej dla kilku klas pytań, można zaproponować łatwe rozszerzenia na poziomie implementacji. Dzieje się tak, w zasadzie w większości przypadków, gdzie nie jest wymagana pogłębiona analiza znaczenia frazy czasownikowej lub pogłębiona analiza pragmatyczna np. pytania o cel, przyczynę działań itd.

Rozważmy dwie klasy pytań:

a) pytania z partykułą *czy*, gdzie nadawca oczekuje odpowiedzi *tak* / *nie*
b) oraz, klasa wyznaczona w sposób dość 'rozmyty', którą możemy określić mianem pytań o *nominalny argument*, gdzie występuje *zaimek pytajny* [Paduče92] typu *kto*, *kogo*, *komu*, *co*, *czemu* oraz gdzie pytanie dotyczy argumentu czasownika kategorii FN lub też FN będącej modyfikatorem wewnątrz frazy przyimkowej stanowiącej wymagany argument czasownika.

Przykładami pytań klasy a) mogą być:

447) Czy Jan dał dziecku ciastko?
448) Czy ten student zaliczył?

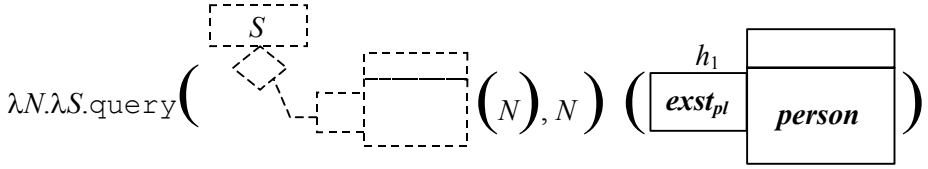
Z kolei, przykładami pytań klasy a) mogą być:

449) Co sprawdzili dwaj profesorowie?
450) Kto przeniósł trzy stoły?
451) O czym przesądził ten jeden cios?

Analiza składniowa pytań klasy a) stanowi proste rozszerzenie analizy zdania o identyfikację wystąpienia partykuły *czy*. Natomiast reprezentacja semantyczna wymaga wprowadzenia mechanizmu reprezentującego akt mowy dyrektywę - pytanie. Najlepszym rozwiązaniem byłaby odpowiednia rozbudowa *SLS* o poziom pragmatyczny. Na poziomie implementacji możemy się jednak posłużyć w to miejsce rodzajem predykatu poziomu reprezentacji pragmatycznej, oznaczanym: `query`, reprezentującym akt pytania. Predykat `query`, biorąc jako argument semantyczną reprezentację wypowiedzi w postaci formuły dynamicznej, np. `query( FD )`, określałby sposób jej 'użycia' w systemie *QA*. W przypadku pytań klasy a) formuła dynamiczna przekazana jako argument powinna być poddana interpretacji w ustalonym modelu i stanie wyznaczonym jako stan wyjściowy formuły reprezentującej wiedzę odbiorcy tzn. jest to równoważne interpretacji, w ustalonym modelu i stanie początkowym, sekwencji formuł dynamicznych złożonej z: formuły reprezentującej wiedzę odbiorcy oraz formuły przekazanej do predykatu `query`. W zależności od tego czy sekwencja formuł jest spełniona, odpowiedź na pytanie użytkownika brzmi *tak* / *nie*.

Podobny schemat można przyjąć przy interpretacji pytań klasy b). Tutaj interesuje nas nie tyle sam fakt spełnienia formuły w określonym stanie, co, w razie spełnienia, zbiory obiektów przypisane w stanach wynikowych do znacznika reprezentującego zaimek pytajny.

Z punktu widzenia składniowego, pytanie z zaimkiem pytajnym może być analizowane jako połączenie zaimka pytajnego ze zdaniem z luką. Pod względem semantycznym, zaimek pytajny, podobnie jak zaimek względny, powinien 'dostarczyć' argumentu 'wypełniającego' lukę oraz powinien zbudować strukturę reprezentacji pragmatycznej np. w oparciu o przeciążoną wersję predykatu `query`. Tym razem predykat `query` powinien pobrać jako argument zarówno formułę dynamiczną, jak i też specyfikację znacznika, którego wartość jest przedmiotem pytania. Podsumowując, szkic reprezentacji pragmatyczno-semantycznej zaimka pytajnego *kto* jest zaprezentowany na Rys. 6.4.4-1:



Rys. 6.4.4-1 Szkic reprezentacji pragmatyczno-semantycznej zaimka pytajnego *kto*.

W przeciążonej, dwuargumentowej wersji predykat `query` powinien najpierw poddać formułę dynamiczną (pierwszy argument) interpretacji, w sposób identyczny z wersją jednoargumentową, a następnie, w razie spełnienia formuły, określić zbiory obiektów przypisane w poszczególnych stanach wyjściowych do znacznika, wskazanego jako drugi argument predykatu. Każdy ze zbiorów obiektów stanowi jedną z możliwych odpowiedzi na postawione pytanie.

W procesie interpretacji pragmatyczno-semantycznej zarówno zdań twierdzących, jak i pytań, wyłoniła się wielokrotnie konieczność automatycznego określania spełnialności formuły dynamicznej w ustalonym modelu i określonym stanie (wyznaczonym poprzez inną formułę dynamiczną i jej interpretację). W naturalny sposób mamy dwie możliwe drogi postępowania:

- semantyczna ocena spełnialności formuły dynamicznej,
- syntaktyczna ocena spełnialności formuły dynamicznej.

Biorąc pod uwagę ustalony model w ramach systemu *QA*, semantyczna ocena spełnialności formuły dynamicznej wydaje się być prostsza implementacji. Otwierają się tutaj znowu dwie możliwe drogi postępowania:

a) definicja wersji notacyjnej *SLS* w ramach środków dostępnych w Prologu (co sprowadza się do przypisania symbolom *SLS* ich odpowiedników w postaci ciągów znaków akceptowanych jako nazwy termów atomowych w Prologu) a następnie zbudowania w Prologu programu, będącego rodzajem interpretera języka *SLS*, pobierającego specyfikację ustalonego modelu (w postaci termu złożonego) oraz badaną formułę dynamiczną (w postaci wyrażenia) i zwracającego opis zbioru stanów wynikowych (w postaci termu złożonego) jeżeli tylko istnieją; w ten sposób system jest budowany w oparciu o *architekturę metawarstwową* [MarPie96].
b) wprowadzenie definicji: struktur danych reprezentujących ustalony model, struktury listy list reprezentującej element denotacji stanu, a następnie implementacja operatorów *SLS* w postaci predykatów Prologu, przetwarzających informację wyrażoną we zdefiniowanych strukturach danych.

Podejście a) zostało wybrane przez Blackburna i Bosa w ich podręczniku metod *Computational Semantics* [BlacBo99] jako podstawa konstrukcji dość rozbudowanego systemu opartego na *DRT*. Zaproponowany został tam interpreter (nazwany *model checker*) DRS'ów analizujący ich spełnialność w ustalonym modelu. Badana struktura, zapisana w odpowiedniej wersji notacji jako term złożony, jest analizowana składniowo, znaczniki dyskursu są reprezentowane jako zmienne Prologu i są wiązane z wartościami poprzez mechanizm unifikacji. Spełnienie poszczególnych warunków jest oceniane poprzez predykaty Prologu odpowiednie do typu warunku. Podejście oparte na interpreterze w elegancki sposób rozdziela reprezentację języka formalnego od jego interpretacji, jednak jego efektywność może być gorsza od podejścia typu b), ze względu na wprowadzanie dodatkowej warstwy w przetwarzaniu oraz ze względu na konieczność częstszego odwoływania się do tzw. meta-predykatów Prologu np. `call`.

Podejście typu b) zostało wybrane przez Hessa [Hess89] do implementacji systemu realizującego zmiany w *DRT* proponowane przez Hessa. Hess świadomie zrezygnował z pośredniego poziomu przetwarzania dążąc do wyrażania reprezentacji semantycznej bezpośrednio w języku programowania logicznego. W efekcie każdy element reprezentacji semantycznej jest definiowany bezpośrednio jako predykat Prologu. Efektywność się poprawia w stosunku do podejścia typu a) ale następuje znaczne uwikłanie się w szczegóły implementacyjne. Trudno jest dokonywać zmian wraz z rozwojem teorii znaczenia.

Ponieważ *SLS* jest ciągle w fazie rozwoju, właściwsze wydaje się podejście typu a). Tym bardziej, że możliwe jest jeszcze wyjście pośrednie - konstrukcja rodzaju kompilatora tłumaczącego specyfikacje modelu i zapis formuł dynamicznych *SLS* do kodu w Prologu. 'Proceduralny' charakter operatorów *SLS* powinien ułatwić zadanie.

Model *SLS* może być reprezentowany w systemie jako lista termów, gdzie:

- atomy reprezentują obiekty, np. `entity( jan )`,
- lista faktów reprezentuje denotacje predykatów różnych typów,
- predykaty rzeczownikowe są reprezentowane jako predykaty jednomiejscowe, których argumentem jest atom, np. `student( jan )`,
- natomiast predykaty czasownikowe są reprezentowane jako predykaty jednomiejscowe, których argumentem jest lista list reprezentująca pojedynczą konfigurację kolekcji; przy czym kolekcje są reprezentowane jako listy, zbiory kolekcji jako zbiory zbiorów, np.

```
sprawdzic( [ [[jan],[pr1]], [[jan],[pr2]],
             [[wojciech],[pr3]], [[wojciech],[pr4]],
             [[tomasz],[pr5]], [[tomasz],[pr1]] ] )
```

Elementy specyfikacji modelu powinny zostać dodane dynamicznie do bazy faktów Prologu na czas działania interpretera za pomocą predykatu typu `assert`. Reprezentacja proto-kwantyfikatorów ramach listy specyfikującej model jest trudna do realizacji. Proto-kwantyfikator powinien być reprezentowany jako predykat generujący na podstawie listy termów atomowych (zbioru wejściowego) listę list (wynikowy zbiór zbiorów). Dlatego też proto-kwantyfikatory należałoby dołączyć do elementów języka *SLS*, które mają ustaloną i stałą interpretację we wszystkich modelach. Tym samym byłyby, interpretowane na poziomie reguł interpretera.

Kluczowym zagadnieniem dla reprezentacji elementu denotacji typu *s* (stanów) jest kwestia reprezentacji znaczników dyskursu. Mogłyby być one reprezentowane jako zmienne Prologu. Porządek liniowy określony na $\mathbf{D_m}$ mógłby być zaimplementowany poprzez utrzymywanie listy wykorzystywanych zmiennych (aktywowanych znaczników) – jednej, wspólnej dla wszystkich stanów. Biorąc jednak pod uwagę cechy charakterystyczne algorytmu z nawrotami, korzystniejsze się wydaje wprowadzenie listy zmiennych bezpośrednio do reprezentacji stanu, zamiast członu pierwszego, czyli wyróżnionego znacznika. Drugim elementem reprezentacji stanu byłaby lista par zmiennych (list dwuelementowych). Natomiast funkcja wartościująca byłaby niejawnie obecna jako wartościowanie zmiennych, wiążące poszczególne zmienne (czyli znaczniki dyskursu) z przypisanymi do nich wartościami, czyli listami termów atomowych z reprezentacji modelu.

Operatory *SLS* typu (*s*(*st*)) mogłyby być interpretowane poprzez predykaty przekształcające jedną listę w drugą np. operator aktywacji mógłby wyglądać następująco:

```
mrk_activate( [ALIn, Lnks] , [[P|ALIn], Lnks]) :-
                                some_bagof(X, entity(X), P).
```

gdzie `some_bagof` to predykat na bazie `bagof` (*SWI Prolog* [Wielem02]), który w miejsce kompletnego zbioru termów atomowych spełniających predykat `entity(X)`, generuje niedeterministycznie podzbiory takiego zbioru.

Niedeterminizm predykatu `mrk_activate` generowałby (przy kolejnych nawrotach), zbiór stanów różniących się tylko wartością przypisaną do znacznika dyskursu (reprezentowanego jako zmienna na liście). W kolejnych wywołaniach `mrk_activate`, mimo tej samej nazwy zmiennej Prologu `P`, fizycznie różne zmienne dołączane byłyby do listy aktywowanych (`[P|ALIn]`).

Oczywiście generowanie podzbiorów na ślepo po to tylko, aby zostały one później odrzucone podczas interpretacji testu, jest wysoce nieefektywne. Ewentualny kompilator reprezentacji *SLS* w Prologu powinien być zdolny do rozpoznania wyrażeń składowych tworzących reprezentację semantyczną NP / FN. Reprezentacja semantyczna NP / FN powinna być tłumaczona od razu do predykatu w Prologu, który by generował podzbiory kierując się reprezentacją aspektu deskryptywnego.

Podobnie do operatora aktywacji można zaimplementować interpretację operatorów: referencji (gdzie operacja zawierania się zbiorów jest realizowana na listach), testu, presupozycji, jak również pseudo-operatory (gdzie stan z niekompletna informacją można utożsamić ze stanem z pustymi listami przypisanymi do niektórych zmiennych, natomiast brak stanu wynikowego być tożsamy z pustą listą jako wyjściem). Do trywialnej operacji na liście sprowadza się pobranie ostatnio aktywowanego znacznika. Pobranie wartości znacznika równoważne jest odwołaniu się do reprezentującej go zmiennej. Trochę więcej problemów sprawi interpretacja operatora pobrania następnego aktywowanego znacznika (operator $\because$), wykorzystywanego w reprezentacji semantycznej frazy czasownikowej. Można ją jednak zrealizować poprzez określenie różnicy pomiędzy dwoma listami reprezentującymi znaczniki aktywowane w dwóch kolejnych stanach.

Największym zagrożeniem dla osiągnięcia minimalnej efektywności implementacji są operatory związane z kwantyfikacją. Jak już to było wspomniane, proto-kwantyfikatory można interpretować poprzez predykaty Prologu generujące na podstawie listy (reprezentującej zbiór - argument) listę list (reprezentującą rodzinę zbiorów). W podobny sposób można zapewnić interpretację modyfikatorom odmiany, operatorom zależnościowym, ogranicznikom czy też operatorowi macierzowemu. Niepokój budzi jednak kwestia efektywności przetwarzania coraz to bardziej skomplikowanych listowych struktur danych w Prologu. Zdecydowanie ostatni jednak krok rokuje najgorzej, czyli interpretacja operatora przecięcia (operatora zgodnego ze schematem $\otimes^i$).

W interpretacji operatora przecięcia konieczne jest przeszukanie faktów dotyczących danego predykatu czasownikowego (reprezentujących jego denotację) pod kątem zapisanych tam konfiguracji kolekcji z konfiguracjami kolekcji wygenerowanymi przez operator macierzowy. Ponieważ konfiguracja kolekcji, będąca zbiorem krotek zbudowanych z *i* kolekcji każda, reprezentowana jest jako lista list *i* list, oparcie przeszukiwania bezpośrednio na prostej unifikacji jest bardzo utrudnione. Porównywane listy list *i* list składają się co prawda jedynie z termów atomowych, ale mogą one pojawiać się na listach w dowolnej kolejności. Konieczne byłoby skonstruowanie porządku liniowanego krotek w zbiorze, uwzględniającego:

- ustalony porządek termów atomów,
- sposób łączenia ich w kolekcje
- oraz sposób łączenia kolekcji w krotki relacji.

Bez takiej operacji porządku w działaniu operatora macierzowego i definiowaniu denotacji predykatu czasownikowego, jedyne co pozostaje to mozolne porównywanie, składowa po składowej, każdej listy list *i* list wygenerowanej w wyniku interpretacji operatora macierzowego ze składowymi kolejnych list przypisanych do danego predykatu czasownikowego w bazie faktów.

Wydaje się, że właściwym kierunkiem poszukiwań rozwiązania byłaby konstrukcja implementacji hybrydowej, gdzie opisana powyżej operacja przeszukiwania zostałaby zrealizowana w jakimś języku imperatywnym np. *C++*. Łączenie fragmentów programu zapisanego w Prologu z fragmentami zapisanymi w *C++* w przypadku starszych wersji Prologu było możliwe na zasadzie współdziałania procesów [Piasec93], jednak większość współczesnych implementacji Prologu wykazuje tutaj dużą elastyczność, pozwalając na łatwe łączenie fragmentów programu zapisanych Prologu i *C++* lub *Java* (np. [Wielem02,Łabuze99]). Technika ta został z powodzeniem wykorzystana w systemie *LOGO* realizowanym przez zespół studentów *Wydziału Informatyki i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej* pod kierunkiem i przy czynnym udziale autora niniejszej pracy [Matysi02, Miśkow02, Pietra02, Rusak02]. System *LOGO* to wirtualny robot, działający w wirtualnym środowisku, sterowany pisanymi wypowiedziami w języku polskim. Komunikacja z robotem odbywa się w języku polskim. Wypowiedzi są wprowadzane poprzez interfejs graficzny, również stan środowiska jest wizualizowany graficznie. Przetwarzanie wypowiedzi zostało oparte w systemie *LOGO* na podzbiorze DRT_{Plur}, dostosowanym do języka polskiego w oparciu o gramatykę Szpakowicza [Szpako83]. W systemie

matykę Szpakowicza [Szpako83]. W systemie *LOGO* graficzny interfejs użytkownika, obsługa bazy wiedzy, procedury przetwarzania związane z relacjami w trójwymiarowej przestrzeni zostały zaimplementowane w *C++*, natomiast większość elementów podsystemów związanych z przetwarzaniem wypowiedzi językowych oraz interpretacją struktur *DRS* w oparciu o bazę wiedzy i język poleceń robota została zaimplementowana w *SWI Prologu* [Wielem02].

Operacja porównywania konfiguracji kolekcji sprowadza się do operacji porównywania dwóch grafów. Warto byłoby w tym momencie wykorzystać wyłaniającą się możliwość indeksowania i wstępnej selekcji interesujących faktów z bazy faktów. Sekwencja operatorów zależnościowych i sekwencja wartości odmian wyznacza nam klasę grafów, tzn. możliwych kształtów konfiguracji kolekcji. Wykorzystanie tej cechy do indeksacji bazy faktów pozwoliłoby na szybkie określenie obszaru bazy, w którym można się spodziewać odpowiedniej konfiguracji kolekcji. W praktycznej implementacji pojawi się jeszcze techniczny problemem konwersji zdarzeń opisanych w tradycyjny sposób [RussNor95] (tzn. indeks zdarzenia, akcja, zaangażowane obiekty) do listy konfiguracji kolekcji.

Rozstrzygnięcie relacji wynikania pomiędzy dwoma formułami w przypadku klasycznej logiki predykatów jest w większości przypadków zdecydowanie szybsze na drodze dowodu. Blackburn i Bos [BlacBo99] stosują tutaj sprawdzony, zewnętrzny system dowodzenia (ang. *theorem prover*). Na przeszkodzie stoi tutaj brak reguł wywodu w obecnym kształcie *SLS*, do czego wrócimy jeszcze w rozdziale 9.2 kreśląc perspektywy dalszych badań. Z punktu widzenia implementacji można dostrzec pewną obiecującą perspektywę. Wyrażenia *SLS* zapisane w notacji graficznej przybierają postać rozbudowanego grafu. Pojawia się tutaj, odległa jeszcze, analogia do interesujących prac nad zapisem formuł logiki predykatów w postaci grafów - tzw. *propozycjonalnych sieciach semantycznych* (ang. *propositional semantic networks*), np. formalizm SNePS [MaiSha85], gdzie wnioskowanie odbywa się poprzez eksplorację struktury grafu oraz generowanie nowych grafów. Formalizm propozycjonalnych sieci semantycznych został z powodzeniem zastosowany do przetwarzania języka naturalnego i został rozwinięty w postaci systemu *ANALOG* [Ali93a, Ali93b, Ali94, Ali95] do formalizmu umożliwiającego reprezentację znaczenia dyskursu na poziomie zbliżonym do podstawowego *DRT* (niestety zagadnienia mnogości czyli np. zakres DRT_{Plur} są już w *ANALOG* nieobecne) . Uzyskano przy tym szereg interesujących cech funkcjonalnych systemu przy zadowalającej efektywności przetwarzania.

9. Podsumowanie

9.1.Wnioski i rezultaty

Głównym celem badań było skonstruowanie formalnego języka reprezentacji znaczenie polskiej frazy nominalnej, a następnie jego wykorzystanie jako podstawy do opracowania formalnego opisu znaczenia szerokiego podzbioru polskich FN.

Konstrukcja języka reprezentacji znaczenia (w skrócie JRZ) okazała się konieczna, aby w ramach jednego formalizmu wyrazić wiele, częściowo niezależnych od siebie, aspektów znaczenia FN.

Główny cel pracy został zrealizowany w dwóch etapach.

W etapie pierwszym został skonstruowany język logiczny wyższego rzędu z typami nazwany *Samoorganizująca się Logika Struktur* (w skrócie *SLS*). *SLS* dzięki swojej konstrukcji stwarza podstawy do budowy w pełni kompozycyjnego, dynamicznego (w sensie reprezentacji znaczenia) opisu znaczenia angielskich NP i polskich FN w kontekście ich użycia w dyskursie. Szczególnie istotna jest możliwość kompozycyjnego opisu aspektów anaforyczności i referencyjności w znaczeniu FN (NP). Ponadto, *SLS* umożliwia również budowę precyzyjnego, szczegółowego i łącznego opisu szeregu aspektów znaczenia FN, czyli:

- kwantyfikacji (włączając w to problem odmian kwantyfikacji),
- anafory,
- referencji,
- presupozycji
- oraz aspektu deskryptywnego,
  gdzie:
  - precyzyjność oznacza adekwatność opisową w odniesieniu do danych językowych,
  - szczegółowość wynika z liczby różnych znaczeń, które mogą być reprezentowane,
  - natomiast łączność jest efektem zapewnienia odpowiednich narzędzi opisu różnych aspektów znaczenia w ramach jednego formalizmu, czyli *SLS*.

W etapie drugim opracowany został formalny opis znaczenia szerokiego podzbioru polskich FN, oparty na niedospecyfikowanych wyrażeniach *SLS*, jako reprezentacji semantycznej poszczególnych jednostek leksykalnych. Reprezentacja ta jest precyzyjna i szczegółowa dla większości leksemów wchodzących w skład FN, natomiast przybiera uproszczoną formę dla pozostałych leksemów. Opis przybrał formę gramatyki podzbioru języka polskiego, nazwanej $G_{SN\text{-}PL}$, zapisanej w zaproponowanym w pracy formalizmie gramatycznym, który łączy w ramach poszczególnych reguł gramatyki:

- opis składni, niedospecyfikowany pod względem wartości przyjmowanych przez niektóre atrybuty kategorii składniowych,
- wraz z niedospecyfikowaną reprezentację znaczenia,
- oraz zbiorem funkcji, tzw. wypełnień, określających możliwe rozwinięcia niedospecyfikowanego opisu (czyli jednocześnie składni i semantyki).

Dzięki konsekwentnemu zastosowaniu zasady kompozycyjności w całej konstrukcji $G_{SN\text{-}PL}$, co było możliwe dzięki szczególnym cechom zaproponowanego JRZ, czyli *SLS*, budowa reprezentacji znaczenia sprowadza się w zasadzie do przypisania niedospecyfikowanej reprezentacji znaczenia do poszczególnych jednostek leksykalnych, a następnie na stosowaniu podstawienia funkcjonalnego przy tworzeniu jednostek wyższego rzędu. W kilku przypadkach, np. braku wystąpienia pewnych leksemów modyfikujących w niektórych konstrukcjach (np. zaimka wskazującego lub liczebnika), konieczne okazało się wprowadzenie tzw. modyfikatorów typu, czyli odpowiednich wyrażeń *SLS* 'dostosowujących' typ reprezentacji semantycznej jednostki składniowej niższego rzędu do typu wymaganego od jednostki wyższego rzędu. Udało się w ten sposób uniknąć konieczności postulowania istnienia tzw. pustych leksemów, czyli leksemów nierealizowanych w strukturze powierzchniowej, np. pustego determinatora. Z racji zastosowania niedospecyfikowanej reprezentacji znaczenia, podstawienie funkcjonalne musiało być w większości przypadków powiązane z odpowiednim warunkiem określającym kształt zbioru wypełnień dla jednostki wyż-

szego rzędu na podstawie zbiorów wypełnień jednostek niższego rzędu, łączonych przez daną regułę, oraz z uwzględnieniem charakteru samej reguły. Warunki te, powiązane z poszczególnymi regułami, mają charakter lokalny i w ten sposób są zgodne z kompozycyjnością gramatyki $G_{SN\text{-}PL}$.

W trakcie realizacji głównego celu pracy, zaproponowano rozwiązania dla szeregu interesujących problemów szczegółowych. Zostały one zebrane w dalszej części niniejszego podsumowania.

Kompozycyjność bywa różnie rozumiana w lingwistyce [Janssen97]. Realizację celu pracy rozpoczęto od ustalenia w rozdziale 2 pojęcia znaczenia, utożsamianego z interpretacją formalną reprezentacji znaczenia oraz zasady kompozycyjności, nawiązując w tym ostatnim przypadku do jej klasycznego, 'ortodoksyjnego' sformułowania przez Montague [Montag70a].

Następnie, w rozdziale 3, dokonano przeglądu niesformalizowanych (lub nie w pełni sformalizowanych[132]) prac lingwistycznych starając się ustalić: zbiór znaczeń przypisywanych NP (FN) przez różnych rodzimych użytkowników języka angielskiego i polskiego oraz (ewentualnie) wyróżniane aspekty znaczenia NP (FN), które mogłyby być pomocne w porządkowaniu obrazu przestrzeni znaczeń NP (FN). Świadomie tutaj unikano odwoływania się do metod formalnych, w ramach których zawsze przyjmuje się pewne upraszczające założenia oraz opisuje się rzeczywistość językową w perspektywie specyficznych cech JRZ przyjętego w danej metodzie. W wyniku tej analizy został zaproponowany w rozdziale 3.3.9 system pojęciowy nazwany *wieloaspektowym lingwistycznym modelem znaczenia NP (FN)* [Piasec99, Piasec00a], identyfikujący zbiór częściowo niezależnych od siebie aspektów znaczenia NP (FN). Zaproponowany model powstał w wyniku znaczących korekt wniesionych do wcześniejszej propozycji Hessa [Hess89] z zachowaniem jednak podstawowej idei wielowymiarowej przestrzeni potencjalnych znaczeń NP (gdzie tylko jej niektóre obszary są wykorzystywane w języku naturalnym), kreowanej przez niezależną realizację poszczególnych aspektów znaczenia NP. W ramach modelu lingwistycznego znaczenie NP (FN) opisano poprzez nieformalną definicję zbioru cech i ich dozwolonych wartości, gdzie poszczególne cechy odpowiadają poszczególnym aspektom. Ponieważ model Hessa odnosił się do języka angielskiego, w rozdziale 3.4 zbadano adekwatność wieloaspektowego modelu w odniesieniu do polskich FN poprzez porównanie przestrzeni znaczeń kreowanej przez model z opisami możliwych znaczeń FN podawanymi w pracach dotyczących języka polskiego. Obraz znaczenia NP (FN) w perspektywie wieloaspektowego modelu stał się podstawą rozwiązań formalnych zaproponowanych w dalszej części pracy.

Wychodząc z założenia, iż w wyniku kilkudziesięciu lat rozwoju badań nad formalnym opisem znaczenia języka naturalnego, a w tym znaczenia NP (FN), podejście oparte na syntezie istniejących częściowych rozwiązań jest jedynym słusznym, dokonano przeglądu znanych podejść formalnych w zakresie wybranych tu aspektów znaczenia NP (FN). Z racji ogromnego dorobku w tej dziedzinie, w realizacji przeglądu skoncentrowano się przede wszystkim na tych pracach, które w opisie poszczególnych aspektów znaczenia NP (FN) były w jakiś sposób zbliżone do definicji przyjętych w ramach wieloaspektowego modelu.

W rozdziale 4 przedstawiono pojęcie kwantyfikatora uogólnionego [Mostow57] oraz określono dwie podstawowe perspektywy opisu kwantyfikacji w języku naturalnym przy użyciu kwantyfikatora uogólnionego. Na tym ogólnym tle, wskazano na interesujące rozwiązania zaproponowane w ramach rachunku *CNDM* van der Doesa [Doeas94], gdzie: dokonano formalizacji pojęcia odmiany, wprowadzono reprezentację odmiany poprzez modyfikatory typu funktorów, nazywanych determinatorami (czyli proto-kwantyfikatorów w niniejszej pracy) oraz wprowadzono koncepcję mechanizmu uzgadniania wartości odmiany pomiędzy NP i frazą czasownikową. Jednocześnie w podrozdziale 4.4.2 wskazano na istotne ograniczenia *CNDM* wynikające przede wszystkim z przyjęcia ograniczonej perspektywy 'kwantyfikacyjnej' znaczenia NP. Część z rozwiązań pochodzących z *CNDM* została włączona do *SLS*.

Ponieważ, w ramach metod reprezentacji znaczenia opartych na kwantyfikatorze uogólnionym, istnieje tendencja do mechanicznego mnożenia wszystkich możliwych znaczeń zdania z więcej niż jedną kwantyfikującą NP (FN), w podrozdziale 4.5 dokonano analizy podejść do tego

[132] Tzn. takich, w których w jakimś stopniu używa się języka naturalnego do opisu znaczenia konstrukcji językowych będących przedmiotem danej pracy.

zagadnienia, bazując bezpośrednio na danych lingwistycznych. Niestety i tu została zaobserwowana tendencja do zbyt jednostronnego opisywania zagadnienia: wyłącznie z perspektywy kwantyfikacyjnej lub referencyjnej. Niemniej, propozycje opisu relacji pomiędzy kwantyfikatorami przy pomocy grafów [Bellert89] oraz powiązania możliwych znaczeń ze strukturą składniową [Park95, Park96a] stały się cenną inspiracją dla rozwiązań wypracowanych w *SLS*.

W rozdziale 5 poddano analizie reprezentację anafory, referencji, presupozycji oraz (uproszczoną reprezentację) kwantyfikacji na gruncie semantyki dynamicznej, a w szczególności, na gruncie formalizmu *DRT*, będącego rodzajem standardu *de facto*. Przedstawiono problem analizy presupozycji jako warunku możliwości rozbudowy stanu informacyjnego o nowe informacje. Poświęcono dużo uwagi wersji *DRT* zbliżonej do pierwotnej ([Kamp93]) wykazując, iż niektóre istotne jej cechy, a w szczególności reprezentacja anafory jako dynamicznego mechanizmu tworzenia powiązań, zostały zarzucone we współczesnych, kompozycyjnych wersjach *DRT*. Wskazano na wynikające z tego istotne zubożenie opisu znaczenia przy pomocy kompozycyjnych wersji *DRT*. Jednocześnie w odniesieniu do wszystkich wersji *DRT*, wykazano istotne ograniczenia w reprezentacji kwantyfikacji. W efekcie krytycznej analizy różnych wersji *DRT*, oprócz naturalnego postulatu połączenia teorii typu *DRT* ze szczegółowym opisem kwantyfikacji, np. w stylu systemu *CNDM*, sformułowano problem kompozycyjnej interpretacji mechanizmów anafory i referencji, gdzie reprezentacja znaczenia nie jest wyznaczana poprzez uprzednią indeksację na poziomie opisu składniowego, jak się to dzieje w większości kompozycyjnych wersji *DRT* (np. [EijKam97, Muskens96]).

Problem reprezentacji znaczenia nie bazującej na indeksacji składniowej został w niniejszej pracy rozwiązany dzięki odpowiedniej konstrukcji języka *SLS*. Oprócz standardowych typów *e* i *t* w *SLS* wprowadzono dodatkowy typ *m* - znaczników dyskursu - o denotacji będącej nieskończonym zbiorem uporządkowanym liniowo. Denotacja typu *m* utworzyła rodzaj 'pamięci komputera'. Ze znacznikami dyskursu są wiązane grupy obiektów, które są reprezentowane w dyskursie przez poszczególne NP (FN). W większości przypadków (z wyjątkiem użyć predykatywnych), kolejnym NP (FN) z wypowiedzi są przypisywane kolejne znaczniki. Następnie sformułowane zostało pojęcie *stanu* (‘informacyjnego odbiorcy’) jako elementu denotacji typu złożonego, oznaczanego *s* oraz definiowanego następująco: ($m \bullet ((m \bullet m)t) \bullet (m(et))$). Stan jest kluczowym pojęciem w *SLS*, ponieważ reprezentacją semantyczną większości wyrażeń języka naturalnego (w tym wszystkich zdań i dyskursów) są termy *SLS* typu ($s(st)$), będące relacjami na stanach i nazwane formułami dynamicznymi. Każdy element denotacji typu *s* składa się z trzech części:

- wyróżnionego znacznika, wyznaczającego ciągły obszar 'pamięci 'zapełnionej' w wyniku dotychczasowej interpretacji dyskursu,
- relacji na znacznikach, reprezentującej powiązania anaforyczne pomiędzy frazami NP (FN), a także powiązania referencyjne pomiędzy daną NP (FN) a reprezentacją referenta w niepustym stanie początkowym,
- funkcji wartościującej, przypisującej zbiory obiektów do znaczników (w ten sposób stan zapewnia import egzystencjalny - niejawną interpretację egzystencjalną znaczników w stylu *DRT*).

W *SLS*, dzięki wprowadzeniu operatora referencji typu ($s(st)$), interpretowanego jako relacja na stanach, uzyskano możliwość zamodelowania procesu identyfikacji znacznika dyskursu reprezentującego odpowiedniego poprzednika anaforycznego, bez konieczności uciekania się do 'nazw' znaczników, czyli stałych (lub zmiennych) typu *m*. Operator referencji stał się elementem reprezentacji semantycznej anaforycznych i referencyjnych NP (FN). Mimo zastosowania tego samego operatora referencyjnego do reprezentacji anafory i referencji, uniknięto pułapki interpretacji anafory w stylu *E-type pronouns* (np. [Hess89:rozdz. 5.6.4.1]), gdzie anafora jest utożsamiana z mechanizmem koreferencji - współodnoszenia się. Poprzez efekt importu egzystencjalnego wartości znaczników reprezentujących poprzedników anaforycznych, oraz nałożenie odpowiednich ograniczeń na wartości przypisane do powiązanych znaczników (poprzez własności *SLS*), mechanizm powiązań jest podobny do interpretacji anafory w teoriach typu *DRT*, czyli jako zmiennej związanej. Natomiast w przypadku reprezentacji referencji w *SLS* mamy do czynienia z rodzajem 'zakotwiczenia' w ustalonym stanie początkowym. W ten sposób *SLS* zachowuje wszystkie zalety

reprezentacji anafory i referencji w stylu rozszerzonego *DRT* (czyli DRT_{Plur} [Kamp93]), umożliwia jednak w pełni kompozycyjną reprezentację i nie wymaga dodatkowych zabiegów w postaci indeksowania na poziomie składniowym. W nazwie *SLS* słowo "samoorganizująca się" odzwierciedla właśnie tę istotną własność 'oddolnego' tworzenia się powiązań.

Reprezentację presupozycji, ograniczoną do presupozycji egzystencjalnej w ramach NP (FN), sprowadzono w *SLS* do warunku skuteczności aktualizacji stanu przez operator referencji. Jednocześnie wprowadzono rozróżnienie pomiędzy presupozycją unikalną i słabą, co w połączeniu z *własnością niejednoznaczności referencji* (stanowiącą element definicji operatora referencji), pozwoliło na rozwiązanie trudnego problemu zróżnicowania reprezentacji określonych i kryptonieokreślonych NP (FN).

Wyeliminowanie zmiennych po znacznikach dyskursu, jako narzędzia łączącego poszczególne wyrażenia składowe złożonego wyrażenia *SLS*, wymagało zmiany perspektywy postrzegania kwantyfikacji. Na bazie inspiracji grafowym opisem kwantyfikacji Bellert [Bellert89] oraz rozwiązaniami z systemu *CNDM* van der Doesa [Deos94], zaproponowano w *SLS* reprezentację kwantyfikacji nie uciekającą się do mechanizmu wiązania zmiennej przez kwantyfikator i nie wykorzystującą pojęcia zasięgu kwantyfikatora. Dzięki temu reprezentacja różnych form kwantyfikacji rozgałęzionej nie wymaga w *SLS* specjalnych zabiegów formalnych. Wszystkie formy kwantyfikacji są reprezentowane przez wyrażenia *SLS* o identycznej strukturze.

Kwantyfikujące determinatory języka naturalnego są reprezentowane w *SLS* jako proto-kwantyfikatory, czyli funktory generujące rodzinę podzbiorów zbioru podanego jako argument. Następnie proto-kwantyfikatory są poddawane działaniu modyfikatorów typu, reprezentujących zjawisko odmiany. W efekcie otrzymujemy zmodyfikowany proto-kwantyfikator generujący rodzinę zbiorów kolekcji, gdzie kolekcje są modelowane w sposób uproszczony, jako zbiory typu (*et*). Na potrzeby reprezentacji zdań z więcej niż jedną NP (FN) zostały sformalizowane pojęcia zależności liczebnościowej i niezależności liczebnościowej pomiędzy dwoma zmodyfikowanymi kwantyfikatorami (gdzie kwantyfikator jest efektem zastosowania zmodyfikowanego proto-kwantyfikatora do pewnego zbioru). Relacje zależnościowe reprezentowane są w *SLS* przez dwa operatory, określające sposób, w jaki kolekcje z dwóch rozpatrywanych kwantyfikatorów mogą być włączane do konfiguracji kolekcji (podzbioru iloczynu kartezjańskiego na kolekcjach) wyrażanej przez dane zdanie.

Dla każdego zdania sekwencja operatorów zależnościowych określa częściowe (binarne) ograniczenia na możliwe struktury relacji. Operator macierzowy, generujący ostateczny zbiór konfiguracji kolekcji, bierze pod uwagę częściowe ograniczenia wyrażane przez operatory zależnościowe oraz uwzględnia szereg własności wynikających z obserwacji językowych na temat dopuszczalnych typów konfiguracji kolekcji (struktur relacji), wyrażanych przez zdanie w języku naturalnym. W tym ostatnim przypadku *SLS* uwzględnia drobiazgowe badania Bellert [Bellert89]. Ostatecznie, reprezentacja semantyczna zdania w języku naturalnym jest interpretowana jako spełniona formuła dynamiczna, jeżeli przy ustalonym modelu *SLS*, istnieje choć jedna konfiguracja kolekcji wspólna dla zbioru utworzonego przez operator macierzowy i zbioru stanowiącego denotację predykatu czasownikowego. W efekcie, reprezentacja różnych znaczeń zdania ze względu na kwantyfikację sprowadza się do ustalenia odpowiedniej sekwencji operatorów zależnościowych i odpowiedniej sekwencji znaczników odmiany (te ostatnie oznaczają odmianę poszczególnych FN / NP). Relacje zależnościowe pomiędzy kwantyfikatorami nie są reprezentowane w sposób 'pozycyjny' (czyli za pomocą wzajemnych zasięgów), co jest tak kłopotliwe przy reprezentacji kwantyfikacji równoległej. *SLS* nie wymusza konieczności przesuwania kwantyfikujących NP (FN) w strukturze zdania na pozycje początkowe w celu wiązania różnicy w strukturze składniowej z różnicą w znaczeniu. Sekwencja operatorów zależnościowych ułatwia zastosowanie niedospecyfikowanej reprezentacji znaczenia.

Ciekawym 'efektem ubocznym' przyjętej reprezentacji kwantyfikacji okazała się konieczność rozpatrzenia dopuszczalnych, w odniesieniu do danych językowych (w sensie adekwatności opisowej), kombinacji: sekwencji operatorów zależnościowych i sekwencji znaczników odmian przypisanych do reprezentacji poszczególnych NP (FN) w zdaniu. W efekcie rozważań prowadzonych na szeregu przykładów angielskich i polskich w podrozdziale 6.4.4, powstała specyfika-

cja predykatu, określającego dopuszczalne kombinacje. W analogiczny sposób, w rozdziale 7.6, lista dopuszczalnych kombinacji została zawężona w odniesieniu do polskiej konstrukcji modyfikacji FN poprzez FN w dopełniaczu.

Wprowadzanie kolejnego JRZ ma sens tylko wtedy, gdy poszerza on w istotny sposób zakres reprezentowanych konstrukcji językowych w stosunku do JRZ już istniejących. Ponieważ wszystkie istniejące teorie formalnej reprezentacji znaczenia bazują na języku angielskim, a w szczególności te, których krytyka była punktem wyjścia do konstrukcji *SLS*, konieczne było w pierwszym rzędzie zastosowanie *SLS* do opisu podzbioru języka angielskiego. Zadanie to zostało zrealizowane w podrozdziale 6.4. Określone zostały wyrażenia *SLS* przypisywane jako reprezentacje znaczenia poszczególnych jednostek leksykalnych, gdzie w ramach identycznego uproszczenia jak w standardowym *DRT*, pewne wielosłowowe frazy, np. determinatorowe, były traktowane jako niepodzielne jednostki leksykalne. Na bazie formalizmu przykładowej gramatyki z pracy [Kamp93] został zdefiniowany własny formalizm gramatyki. W formalizmie tym przepisano, wraz z dodatkiem kilku nowych reguł, opis konstrukcji analizowanych w pracy [Kamp93].

Większość istniejących mechanizmów niedospecyfikowanej reprezentacji znaczenia została zaprojektowana z myślą o niedospecyfikowanej reprezentacji zasięgu kwantyfikatorów. Ponieważ problem ten nie istnieje w *SLS*, powstała szansa na uproszczenie mechanizmu niedospecyfikowania. Została zaproponowana jego specyficzna postać, wyróżniająca się faktem wyrażenia ograniczeń na wartości przypisywane do meta-zmiennych w postaci lokalnych warunków powiązanych z konkretnymi regułami gramatycznymi.

Ponieważ wyrażenia *SLS*, pojawiające się w reprezentacji znaczenia, mogą być bardzo skomplikowane, zaproponowany został również język graficznych skrótów, który po wprowadzeniu mechanizmu odpowiadającego operatorowi lambda oraz po zdefiniowaniu powiązania z mechanizmem niedospecyfikowania, stał się w pełni określonym językiem logicznym, definiowanym techniką warstwową [Muskens96] w oparciu o *SLS* jako bazę. Notacja graficzna znacząco poprawia czytelność wyrażeń. Lepiej uwidacznia sposób ich funkcjonowania.

W oparciu o opisane powyżej narzędzia, dokonano w rozdziale 6.4 porównania *SLS* z omawianymi wcześniej metodami reprezentacji znaczenia. Wszystkie znaczenia, które mogą być reprezentowane przy użyciu porównywanych metod, mogą być również reprezentowane w *SLS* w sposób w pełni kompozycyjny. Co więcej, wskazano na szereg znaczeń, potwierdzonych w danych językowych i pracach lingwistycznych, które mogą być reprezentowane w *SLS*, a nie mogą być reprezentowane przy użyciu żadnej z porównywanych metod.

Opis znaczenia polskich FN przybrał postać gramatyki $G_{SN\text{-}PL}$, określającej podzbiór języka polskiego. Pierwszym z problemów badawczych było określenie, na gruncie gramatyki formalnej, struktury składniowej polskiej FN. Istniejące obszerne gramatyki formalne języka polskiego zapisane w formalizmie *DCG* [Szpako83, Świdzi92], skupiając się głównie na poziomie zdania, pobieżnie traktują strukturę FN. Większość prac w dziedzinie formalnego opisu składni dotyczy tylko wybranych aspektów składni FN np. związanych liczebnikiem bądź przymiotnikami. Struktura zaproponowana w $G_{SN\text{-}PL}$ powstała jako wynik uważnej syntezy fragmentarycznych rozwiązań dostępnych w literaturze, zapisanych w różnorodnych formalizmach. Proces ten został przedstawiony w rozdziałach 7.1 i 7.2.

Korzystając z narzędzi wypracowanych wcześniej na użytek porównania (tzn. formalizmu gramatyki, niedospecyfikowanej, graficznej reprezentacji), przedstawiono propozycję szczegółowych rozwiązań w dziedzinie semantyki FN. Propozycje zostały poparte analizą danych językowych. Wśród nich warto zwrócić uwagę na proponowaną podstawową strukturę składniowo-semantyczną polskiej FN, wyjaśniającą odmienność w zachowaniu się składniowym niektórych zaimków przymiotnych, zaimków nieokreślonych i liczebników w stosunku do pozostałych leksemów z tych kategorii np. $G_{SN\text{-}PL}$ dostarcza uzasadnienia na gruncie semantycznym dla struktury "grupy imiennej" proponowanej przez Topolińską [Topoli84], czy też kategorii determinatora postulowanej przez Węgrzynek [Węgrzy95]. Ponadto opis objął wiele zjawisk językowych związanych z modyfikacją FN na różnych poziomach jej konstrukcji np. modyfikacja frazą przymiotnikową, w tym zaimkiem dzierżawczym (na poziomie tzw. frazy jądrowej), modyfikację frazą

przyimkową, FN w dopełniaczu, różnymi typami zdań względnych na poziomie 'kompletnej' FN. Opisowi została również poddana w pewnym zakresie fraza liczebnikowa.

W przypadku wielu konstrukcji, zaproponowana formalna analiza kompozycyjna znaczenia to jedna z nielicznych, jeżeli nie jedyna. Szczególnie interesująca okazała się możliwość zaproponowania w oparciu o *SLS* rozwiązania trudnego, a może tylko bardziej kłopotliwego, problemu kompozycyjnej analizy znaczenia liczebników złożonych. Kompozycyjna analiza znaczenia liczebników złożonych oparta na mechanizmie łączenia produktów dwóch proto-kwantyfikatorów została zaproponowana w rozdziale 7.6 wraz z kompozycyjną analizą znaczenia przysłówkowych modyfikatorów liczebników typu *więcej niż*, *niemal*, *prawie*.

W pracy zaproponowano również koncepcję implementacji w Prologu systemu przetwarzającego język polski, opartego na *SLS*, składającego się z parsera składniowo-semantycznego oraz prostego interpretera wyrażeń *SLS*. Dzięki ścisłej kompozycyjności gramatyki oraz przyjęciu formalizmu gramatycznego opartego na unifikacji wartości atrybutów, sama kwestia implementacji parsera składniowo-semantycznego rozwiązywana jest w ramach języka Prolog prawie automatycznie.

9.2. Ograniczenia i dalsze prace

Reprezentacja znaczenia oparta na *SLS* stanowi propozycję rozwiązania istotnych zagadnień, jednocześnie jednak kreuje szereg nowych, interesujących problemów badawczych.

Po pierwsze, nie wszystkie realizacje aspektu anafory w znaczeniu FN mogą być opisane przy pomocy *SLS* w jego obecnym kształcie. Poza opisem pozostaje wciąż *anafora do własności* np. [Topoli84:326]

452) Jego siostra jest ***główną księgową***[1]. ***Taką***$_1$ *to każdy ceni.*

W dyskursie 452) zaimek *taki* nie odnosi się do obiektu reprezentowanego przez FN(*główną księgową*) w zdaniu pierwszym[133], ponieważ w tym użyciu FN nie reprezentuje żadnych obiektów, a jedynie do własności reprezentowanych przez taką FN. W obecnym kształcie *SLS* nie ma możliwości utworzenia powiązania do własności. Konieczne byłoby jawne reprezentowanie *pojęć*, np. w stylu *Description Logic* [Nebel90], oraz przypisywanie do każdego aktywowanego znacznika dwóch różnych bytów formalnych: zbioru obiektów, jak to się dzieje w obecnym kształcie *SLS*, i pojęcia (w pewnej jego reprezentacji).

Warunki strukturalne, czyli wynikające ze struktury składniowej, ograniczające możliwości tworzenia się powiązań anafory wewnątrz-zdaniowej reprezentowane, w obecnym kształcie *SLS*, mają prosty charakter, odpowiadający podstawowym zasadom logiki dynamicznej (np. realizowanym w *DPL* [GroST91]). Konieczne byłoby wprowadzenie do *SLS* mechanizmów pozwalających na odzwierciedlenie precyzyjnych ograniczeń np. sformułowanych dla języka polskiego przez Marciniak [Marcin01]. Konieczny byłby prawdopodobnie podział jednolitej przestrzeni znaczników na hierarchiczną strukturę podprzestrzeni. Struktura taka mogłaby być również pomocna w precyzyjnej reprezentacji referencji np. podział kontekstu na tzw. *środowiska* [Bień77,Bień80a,BalWiB91], reprezentujące bezpośredni i dalszy kontekst, wiedzę przypisywaną nadawcy oraz innym bytom inteligentnym w otoczeniu itd. Podział reprezentacji kontekstu na środowiska byłby też cennym narzędziem w realizacji akomodacji presupozycji np. znacznik dyskursu reprezentujący obiekt, do którego nadawca odnosi się za pomocą krypto-nieokreślonej FN, a którego odbiorca nie jest w stanie zidentyfikować, mógłby być dodany do środowiska reprezentującego wiedzę przypisywaną nadawcy przez odbiorcę.

W obrębie FN nie wszystkie jej typy, pod względem denotacji, zostały opisane. Wyłączona został duża grupa FN, których denotacją są substancje np. *woda*, *masło* itd. Wydaje się, iż w tym przypadku uproszczona reprezentacja kolekcji jako zbiorów będzie niewystarczająca. Śladem propozycji mocno ugruntowanych w literaturze przedmiotu [Bosvel98, Link83] należałoby oprzeć budowę *SLS* na bardziej dopracowanej teorii kolekcji, co będzie wymagało rewizji wielu elementów rozwiązania na czele z mechanizmem proto-kwantyfikatorów.

[133] Każdy w tym dyskursie ceni nie jakąś konkretną osobę, ale możliwości jakie posiadała taka osoba w czasach (czyli wczesnych latach osiemdziesiątych), kiedy Topolińska formułowała swój przykład.

Problemem innej wagi jest kwestia reprezentacji wpływu szyku zdania na jego znaczenie np. badania Szwedka [Szwede76] pokazują na preferencję dla interpretacji FN, pojawiających się blisko początku zdania, jako referencyjnych. Z kolei przeprowadzone wstępne, nieformalne eksperymenty[134] dotyczące znaczeń przypisywanych przez rodzimych użytkowników języka polskiego różnym wersjom zdania z wieloma FN oraz pewne przesłanki pośredniej natury (np. znane prace Kiss [Kiss91] dla języka węgierskiego na temat związku pomiędzy pozycją kwantyfikujących NP w swobodnym szyku zdania i zasięgiem kwantyfikatora) wskazują na potencjalny związek pomiędzy szykiem zdania a konfiguracją relacji zależnościowych. Wspomniane eksperymenty były przeprowadzone z kilkoma osobami w przypadkowych warunkach, tak, że oczywiście nie stanowią wiarygodnego źródła danych, niemniej wskazują na obszar poszukiwań. Reprezentacja preferencji, co do pewnych znaczeń, może zostać zaimplementowana w niedospecyfikowanej reprezentacji w postaci porządku nałożonego na kolejność wypełnień w zbiorze wszystkich możliwych wypełnień.

Poważnym zagadnieniem jest rozwinięcie zaproponowanych w *SLS* szkieletowych narzędzi opisu znaczenia frazy czasownikowej do zestawu umożliwiającego szczegółowy opis znaczenia rozbudowanych fraz czasownikowych.

Kolejne zdania dyskursu, wprowadzając powiązania anaforyczne oraz warunki wyrażające aspekt deskryptywny, mogą powodować, że ilość potencjalnych znaczeń dla poprzednich części dyskursu jest redukowana. Na poziomie implementacji systemu przetwarzającego język polski można by było wprowadzić mechanizm selektywnej eliminacji nadmiarowych wypełnień oparty na przeprowadzonym wnioskowaniu.

W ramach systemu przetwarzania języka naturalnego opartego na *SLS*, często będzie zachodzić konieczność określania spełnialności formuły dynamicznej w danym modelu oraz stanie wejściowym. Dlatego też podstawą efektywnych zastosowań reprezentacji znaczenia opartej na *SLS* mogłoby być opracowanie systemu wnioskowania wykorzystującego specyficzne cechy *SLS*. Co prawda, budując system reguł wywodu dla *SLS*, trudno się spodziewać spełnienia jednocześnie własności zupełności i kompletności. Język *SLS* jest językiem wyższego rzędu. Jednak wyłaniają się tu dwie obiecujące ścieżki. Pierwsza to system wnioskowania oparty na podzbiorze *SLS* stosowanym w reprezentacji znaczenia i grafowym charakterze jego notacji graficznej. Jawi się tu ciekawa analogia do prac nad *propozycjonalnymi sieciami semantycznymi* [MaiSha85] (równoważnymi *de facto* logice predykatów pierwszego rzędu) oraz ich rozwinięciem w systemy przetwarzające język naturalny i realizujące podstawowe idee semantyki dynamicznej [Ali93a,Ali94,Ali95]. Druga ścieżka, mogąca być uzupełnieniem dla pierwszej, to wykorzystanie istotnej własności *SLS* polegającej na tym, że konfiguracja relacji zależnościowych opisuje pewną klasę grafów – typów potencjalnych konfiguracji kolekcji. Opisuje ona znaczenie w sposób przybliżony. Można tą cechę wykorzystać zarówno w konstrukcji indeksów przyspieszających przeszukiwanie bazy wiedzy, jak i w poszukiwaniach form przetwarzania przybliżonego, naśladujących myślenie człowieka, który bardzo często wydaje się pozostawać na tym poziomie ‘przybliżonej informacji’. Widać to silnej preferencji dla różnych form interpretacji kumulatywnej bądź kolektywnej [Gil82] (za [Hess89:266]).

[134] Wstępne eksperymenty polegały na naszkicowaniu przez badaną osobę diagramu (w stylu diagramów Bellert [Bellert89]) opisującego znaczenia jakie badana osoba przypisuje analizowanemu zdaniu z wieloma FN.

Dodatek A - Przykładowa gramatyka G_{SN} podzbioru języka angielskiego

- Reguły frazowe:

PS 1) S[*Num*=α]+ $V([\Theta(F_V,F_N)]N)$+ { f: $\exists f_V \in F_V.\exists f_N \in F_N.(f=f_V \bullet (\Theta(f_V,f_N)\circ f_N) \wedge$
$[f]([\Theta(f_V,f_N)]u) = [f]([\Theta(f_V,f_N)]NP.Var)$ } →
NP[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=+nom, *Gap*= -, *Var*=ν] $+N + F_N$
VP'[*Num*=α, *Tense*=η, *VarLst*=*uw*] $+V + F_V$ $\{\exists f_v \in F_V.\exists f_N \in F_V.[f_v]u = [f_N]v\}$

PS 2) S[*Num*=α, *Gap*=NP[*Num*=α]]$+V+F_V$ →
NP[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=γ, *Gap*=NP[*Num*=α], *Quant*=η, *Refer*=μ, *Var*=ν]$+N+F_N$
VP'[*Num*=α, *Tense*=η, *Gap*=γ, *VarLst*=νβ]$+V+F_V$

PS 4) VP'[*Num*=α, *Tense*=η, *Gap*=γ, *VarLst*=β]$+A(V)+F_V$ →
AUX-NEG[*Num*=α, *Tense*=η]$+A+F_A$
VP[*Num*=α, *Tense*=μ, *Fin*= –, *Gap*=γ, *VarLst*=β]$+V+F_V$

PS 5) VP'[Num=α, Tense=+, Gap=γ, VarLst=β]$+V+F_V$ →
VP[Num=α, Tense=+, Fin=+, Gap=γ, VarLst=β]$+V+F_V$

PS 6) VP[*Num*=α, *Tense*=β, *Fin*=μ, *Gap*=γ, *VarLst*=uv] $+V([\Theta(F_V,F_N)]N)$
$+\{ f: \exists f_V \in F_V.\exists f_N \in F_N.(f=f_V \bullet (\Theta(f_V,f_N)\circ f_N) \wedge [f]v = [f]([\Theta(f_V,f_N)]w) \}$ →
V[*Num*=α, *Tense*=β, *Fin*=μ, *Trans*=+, *VarLst*=uv]$+V+F_V$
NP[*Num*=δ, *Gen*=η, *Case*= -nom, *Gap*= –, *Var*=w]$+N+F_N$
$\{\exists f_v \in F_V.\exists f_N \in F_N.[f_v]v = [f_N]w\}$

PS 6a) VP[*Num*=α, *Tense*=β, *Fin*=+, *Gap*=γ, *VarLst*=uv]$+\lambda N_1.\lambda N_2.V(N_2)(N_1)+F_V$ →
V[*Num*=α, *Tense*=β, *Trans*=+, *Fin*=+, *VarLst*=uv]$+V+F_V$
NP[*Num*=δ, *Gen*=η, *Case*= -nom, *Gap*=NP[*Num*=α], *Var*=w]$+N+F_N$,

PS 7) VP[*Num*=α, *Tense*=η, *Fin*=μ, *Gap*=γ, *VarLst*=β]$+V+F_V$ →
V[*Num*=α, *Tense*=η, *Trans*= -, *Fin*=μ, *VarLst*=β]$+V+F_V$

PS 8) NP[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=γ, *Gap*=NP[*Num*=α]]$+N+\varnothing \rightarrow \varnothing$

PS 9) NP[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=γ, *Quant*=η, *Refer*=μ, *Var*=ν]$+D(N)+F_D$ →
DET[*Num*=α, *Quant*=η, *Refer*=μ, *Var*=ν, *Lex*=φ]$+D+F_D$
N[*Num*=α, *Gen*=β, *Lex*=σ]$+N+F_N$

PS 10) NP[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=γ, *Var*=ν]$+P_P+F_P$ →
PN[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=γ, *Var*=ν, *Lex*=φ]+ P_P+F_P

PS 11) NP[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=γ, *Gap*= –, *Quant*=η, *Refer*=μ, *Var*=ν]$+P_P+F_P$ →
PRO[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=γ, *Var*=ν, *Lex*=φ]+ P_P+F_P

PS 13) N[*Num*=α, *Gen*=β, *Lex*=μ]$+R([\Theta(F_R,F_N)]N)+\{ f: \exists f_R \in F_R.\exists f_N \in F_N.(f=f_R \bullet (\Theta(f_R,f_N)\circ f_N)\}$ →
N[*Num*=α, *Gen*=β, *Lex*=σ]$+N+F_N$ RC[*Num*=α, *Gen*=β]$+R+F_R$

PS 14) RC[*Num*=α, *Gen*=β]$+R([\Theta(F_R,F_S)]S)+\{ f: \exists f_R \in F_R.\exists f_S \in F_S.(f=f_R \bullet (\Theta(f_R,f_S)\circ f_S)\}$ →
RPRO[*Num*=α, *Gen*=β, *Lex*=β]$+R+F_R$ S[*Num*=α, *Gap*=NP[*Num*=α]]$+S+F_S$

PS 15) DSC$+S+F$ → S[*Num*=α, *Gap*= -]$+S+F$

PS 16) DSC$+D$; $[\Theta(F_D,F_S)]S+\{ f: \exists f_D \in F_D.\exists f_S \in F_S.(f=f_D \bullet (\Theta(f_D,f_S)\circ f_S)\}$ →
DSC$+D_{SC}+F_D$ S[*Num*=β, *Gap*= -]$+S+F_S$

PS 17) DET[*Num*=α, *Quant*=η, *Refer*=μ, *Var*=ν, *Lex*=φ]$+P+F_P$ →
PPRO[*Num*=α, *Quant*=η, *Refer*=μ, *Var*=ν, *Lex*=φ]$+P+F_P$

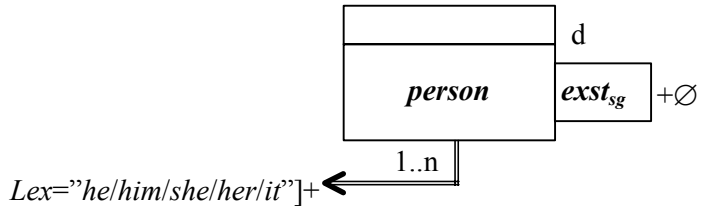
PS 18) S[*Num*=α]+*C*(S_1)([Θ(F_1,F_2)]S_2)+{ *f*: ∃f_1∈F_1.∃f_2∈F_2.(*f*=f_1 •(Θ(f_1,f_2)°f_2) } →
CCONJ[*Lex*="*if*"]+*C*+F_C S[*Num*=α]+S_1+F_1 S[*Num*=β]+S_2+F_2

PS 19) PP[]+*P*([Θ(F_P,F_N)]*N*)+{ *f*: ∃f_P∈F_P.∃f_N∈F_N.(*f*=f_P •(Θ(f_P,f_N)°f_N) } → PREP[*Lex*=]+*P*+F_P
NP[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=γ, *Gap*= -, *Quant*=η, *Refer*=μ, *Var*=ν]+*N*+F_N

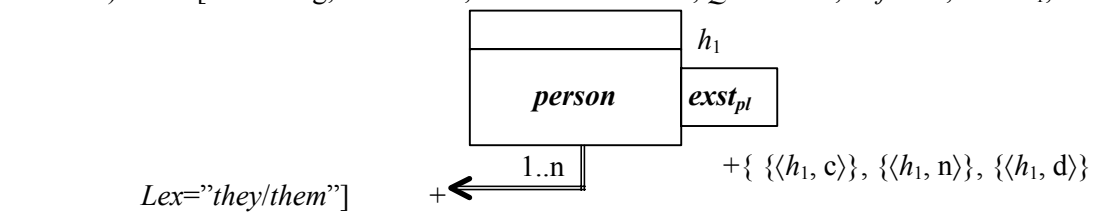
PS 20) NP[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=γ, *Gap*= -, *Quant*=η, *Refer*=μ, *Var*=ν]+*P*([Θ(F_P,F_N)]*N*)+
{ *f*: ∃f_P∈F_P.∃f_N∈F_N.(*f*=f_P •(Θ(f_P,f_N)°f_N) } →
NP[*Num*=α, *Gen*=β, *Case*=γ, *Gap*= -, *Quant*=η, *Refer*=μ, *Var*=ν]+*N*+F_N PP+*P*+F_P

- Reguły leksykalne

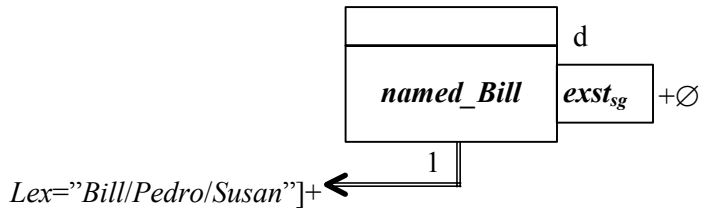
LI 2) PRO[*Num*=sing, *Gen*=male/fem/-hum, *Case*=+nom/-nom, *Quant*=ind, *Refer*=+, *Var*=d,



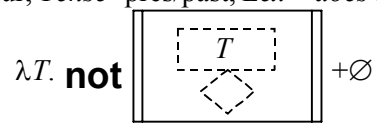
LI 2a) PRO[*Num*=sing, *Gen*=male, *Case*=+nom/-nom, *Quant*=ind, *Refer*=+, *Var*=h_1,



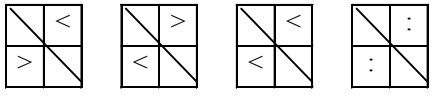
LI 9) PN[*Num*=sing, *Gen*=male/fem/-hum, *Quant*=ind, *Refer*=+, *Var*=d,



LI 15) AUX-NEG[*Num*=sing/plur, *Tense*=pres/past, *Lex*="*does not* / *do not* / *did not*"]+

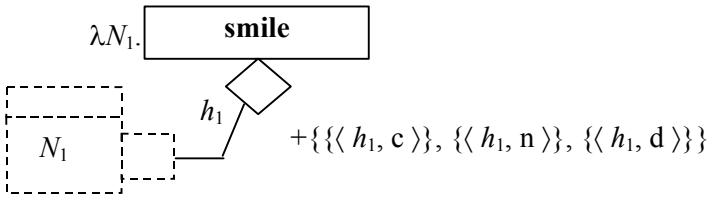


LI 17) V[*Num*=sing/plur, *Tense*=pres/past, *Trans*=+, *Fin*=+, *VarLst*=h_1h_2,
Lex="*marked* / *admire*"]
+λN_2.λN_1.λ*i*.λ*j*.∃*k*(((N_1(*i*,*k*))^1∧(N_2(*k*,*j*))^1) ∧
?^{2}(λ*i*.λ*j*.⊗^{2}(Φ(h_{1_v}, h_{2_v}, **marked**),
M^2((N_2(*i*,*k*))^3((h_3)^1), (N_1(*i*,*k*))^3((h_3)^2), (N_1(*i*,*k*))^2, (N_2(*k*,*j*))^2),
#(∵(*i*),*k*), #(∵(*k*),*j*)),
∵(*i*), ∵(*k*), *i*, *j*)
) +{ {⟨ h_1, o_1 ⟩, ⟨ h_2, o_2 ⟩, ⟨ h_3, *z* ⟩ :

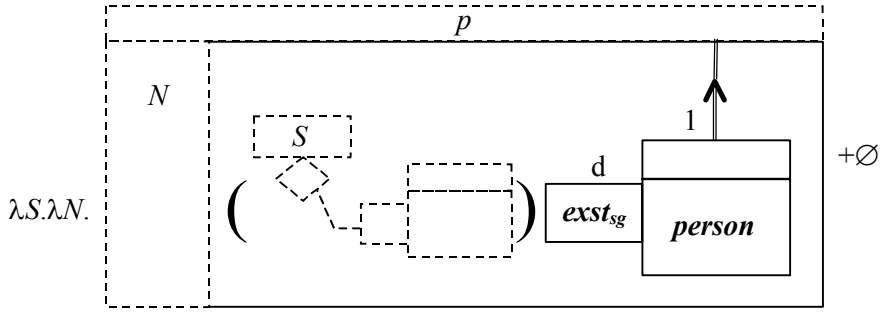


o_1,o_2∈{c, n, d} ∧ *z*∈{ } ∧ *cdv_match*^{2}(⟨o_1, o_2⟩, *z*) }.

LI 18) V[*Num*=sing, *Tense*=pres/past, *Trans*= –, *Fin*=+, *VarLst*=h_1, *Lex*="*smiles*"]+

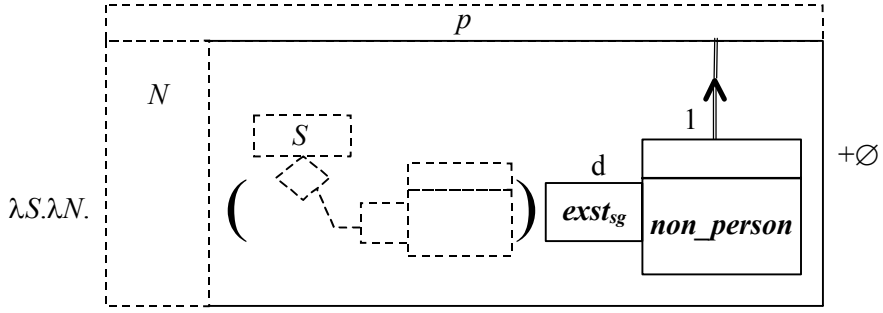


LI 21) RPRO[*Num*=sing, *Gen*=male/fem, *Quant*=ind, *Refer*=+, *Var*=d, *Lex*="*who*"]+



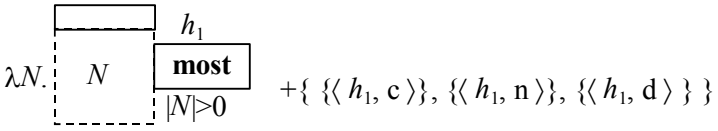
LI21a) RPRO[*Num*=plur, *Gen*=male/fem, *Quant*=ind, *Refer*=+, *Var*=h_1, *Lex*="*who*"]
+identycznie jak LI 21, plus modyfikacje związane z niedospecyfikowaną odmianą ***exst***$_{pl}$.

LI 22) RPRO[*Num*=sing, *Gen*=male/fem, *Quant*=ind, *Refer*=+, *Var*=d, *Lex*="*which*"]+



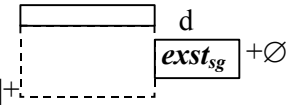
LI22a) RPRO[*Num*=plur, *Gen*=male/fem, *Quant*=ind, *Refer*=+, *Var*=h_1, *Lex*="*which*"]
+identycznie jak LI 21, z wyjątkiem kwantyfikatora: ***exst***$_{pl}$ zamiast ***exst***$_{sg}$, oraz modyfikacji związanych z niedospecyfikowaną odmianą ***exst***$_{pl}$.

LI25) DET[*Num=plur*, *Quant*= +, *Refer*= –, *Var*=h_1, *Lex*="*few*/*most*/*many*"]+

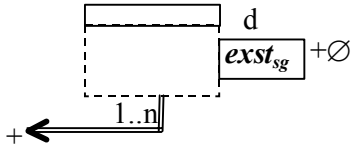


LI 27) DET[*Num=plur*, *Quant=ind*, *Refer*= –, *Var*=h_1, *Lex*=" *three*"]
+λN_1. ⟨ λ*i*.λ*j*.∃*k*.(↓(*i*,*k*) ∧ N_1(∇(*k*), *k*, *j*)), λ*i*.λ*j*.h_{1_n}(**two**)(#(∵(*i*),*j*)), ω ⟩
+{ {⟨ h_1, c ⟩}, {⟨ h_1, n ⟩}, {⟨ h_1, d ⟩} },

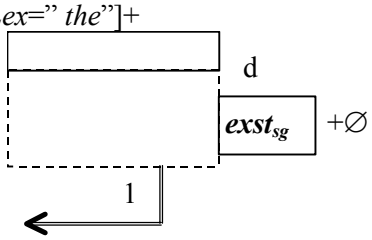
LI 28) DET[*Num*=sing, *Quant*=ind, *Refer*= –, *Var*=d, *Lex*=" *a*/*an*"]+



LI 28a) DET[*Num*=sing, *Quant*=ind, *Refer*= +, *Var*=d, *Lex*=" *a*/*an*"]



LI 29) DET[*Num*=sing, *Quant*=ind, *Refer*= +, *Var*=d, *Lex*=" *the*"]+



LI 29a) DET[*Num*=plur, *Quant*=ind, *Refer*= +, *Var*=d, *Lex*=" *the*"]+ identycznie jak LI 29, z wyjątkiem kwantyfikatora: ***exst***$_{pl}$ zamiast ***exst***$_{sg}$, oraz modyfikacji związanych z niedospecyfikowaną odmianą ***exst***$_{pl}$.

LI 30) N[*Num*=plur, *Gen*=male, *Lex*="*examiners* / *producers*"]

$\lambda p.\lambda i.\lambda j.?^1(\ \lambda i.\lambda j.(\#(p,i) \subseteq \mathbf{examiner} \wedge i=j),\ p,\ i,\ j)+\varnothing$

LI 30a) N[*Num*=sing, *Gen*=male, *Lex*="*actor*"]

$+\lambda p.\lambda i.\lambda j.?^1(\ \lambda i.\lambda j.(\#(p,i) \subseteq \mathbf{actor} \wedge i=j),\ p,\ i,\ j)+\varnothing$

LI 31) N[*Num*=plur, *Gen*=fem, *Lex*="*examiners* / *producers*"]

$+\lambda p.\lambda i.\lambda j.?^1(\ \lambda i.\lambda j.(\#(p,i) \subseteq \mathbf{examiner} \wedge i=j),\ p,\ i,\ j)+\varnothing$

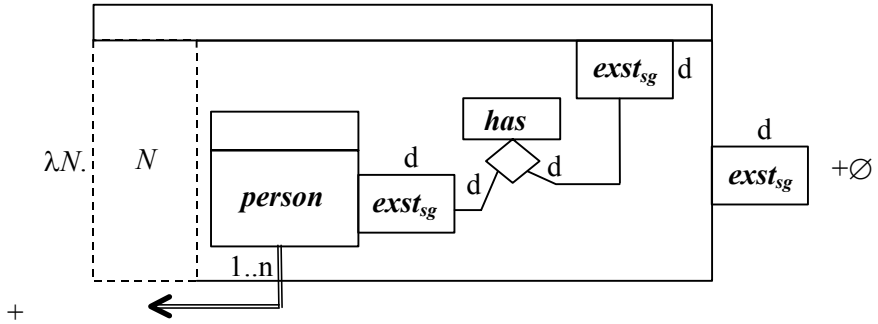
LI 32) N[*Num*=plur, *Gen*= -hum, *Lex*="*papers*"]

$+\lambda p.\lambda i.\lambda j.?^1(\ \lambda i.\lambda j.(\#(p,i) \subseteq \mathbf{paper} \wedge i=j),\ p,\ i,\ j)+\varnothing$

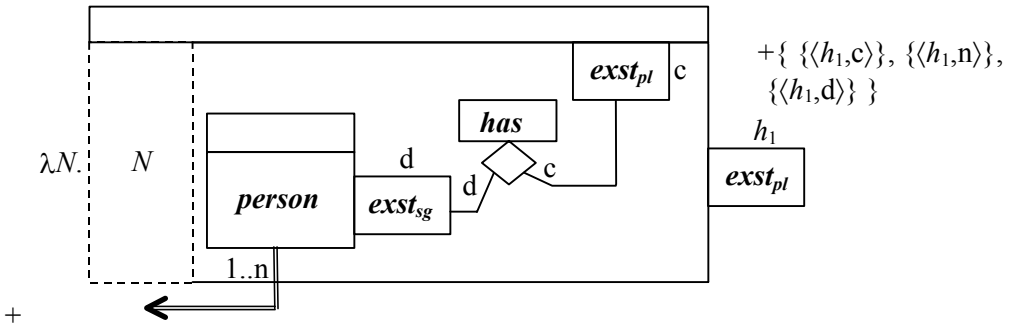
LI33) N[*Num*=sing, *Gen*= -hum, *Lex*="*paper*/*company*"]

$+\lambda p.\lambda i.\lambda j.?^1(\ \lambda i.\lambda j.(\#(p,i) \subseteq \mathbf{paper} \wedge i=j),\ p,\ i,\ j)+\varnothing$

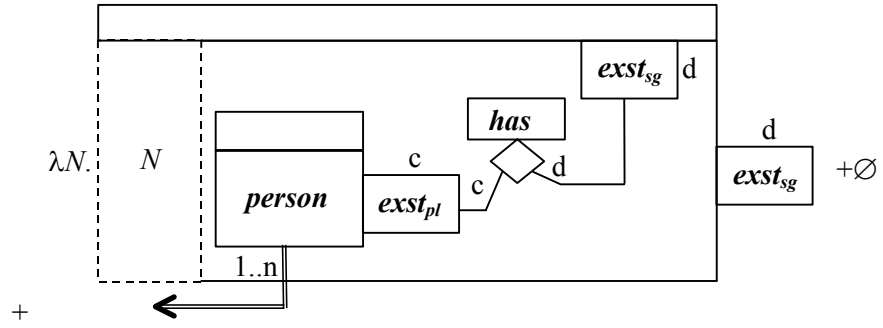
LI 34) PPRO[*Num*=sing, *Gen*=male/fem, *Quant*=ind, *Refer*= –, *Var*=d, *Lex*="*his*/*her*„]



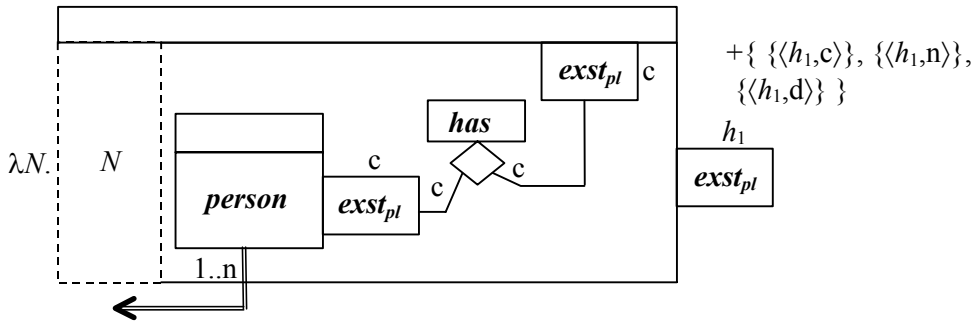
LI 34a) PPRO[*Num*=plur, *Gen*=male/fem, *Quant*=ind, *Refer*= –, *Var*=d, *Lex*=*his* / *her*]



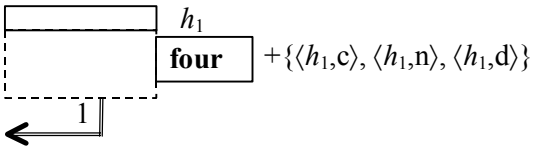
LI 34b) PPRO[*Num*=sing, *Gen*=male/fem, *Quant*=ind, *Refer*= –, *Var*=d, *Lex*="*our*/*their*„]



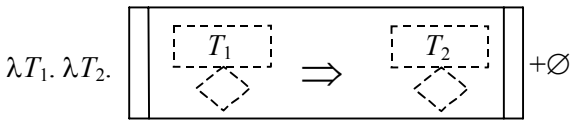
LI 34c) PPRO[*Num*=plur, *Gen*=male/fem, *Quant*=ind, *Refer*= –, *Var*=d, *Lex*="*our*/*their*„]+

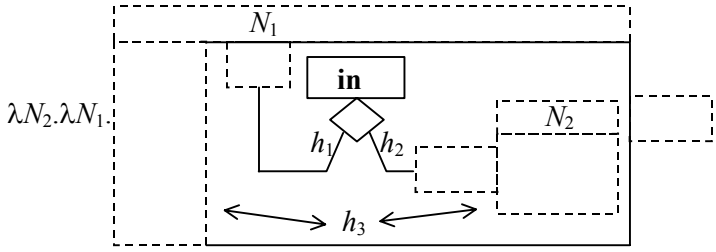


LI 35) DET[*Num*=plur, *Quant*=ind, *Refer*= +, *Var*=h_1, *Lex*= „*the four* / *the two* /..."]+



LI 36) CndConj[*Lex*="*if*"]+





+{ {⟨ h_1, d⟩, ⟨ h_2, d⟩, ⟨ h_3, ⟨'<', '>'⟩ ⟩}, ... }

LI 37) PREP[*Lex*="*in*"]

Dodatek B - Gramatyka $G_{SN\text{-}PL}$ podzbioru języka polskiego

- Reguły frazowe

PS a1) AdjP[*Case*=α, *GNum*=η]+A+F_A → Adj[*Case*=α, *GNum*=η, *Lex*=μ]+A+F_A

PS a2) AdjP[*Case*=α, *GNum*=η]+(C(P))([**Θ**(F_P,F_A)]A)
+{ f: ∃f_P∈F_P.∃f_A∈F_A.(f=f_P•(Θ(f_P , f_A)°f_A) }→
Adj[*Case*=α, *GNum*=η]+A+F_A AConj[*Lex*=μ]+C+F_C
AdjP[*Case*=α, *GNum*=η]+P+F_P

PS a3) AdjP[*Case*=α, *GNum*=η]+D+F_D → PPro[*Case*=α, *GNum*=β, *Agr*=η, *Lex*=μ]+D+F_D

PS a4) AdjP[*Case*=α, *GNum*=η]+(C(P))([Θ(f_P,f_D)]D)
+{ f: ∃f_P∈F_P.∃f_D∈F_D.(f=f_P•(Θ(f_P , f_D)°f_D) }→
PPro[*Case*=α, *GNum*=β, *Agr*=η, *Lex*=μ]+D+F_D ConjA[*Lex*=ν]+C+F_C
AdjP[*Case*=α, *GNum*=η, *Lex*=μ]+P+F_P

PS aq1) AdvMQP[*Lex*=α]+A+F_A → AdvMQ[*Lex*=α]+A+F_A

PS d1) DetP[*Case*=α, *GNum*=η, *Neg*=μ, *Quant*=β, *Var*=w]+D+F_D →
Det[*Case*=α, *GNum*=η, *Neg*=μ, *Quant*=β, *Var*=w]+D+F_D

PS d2) DetP[*Case*=α, *GNum*=η, *Neg*=μ, *Quant*= +, *Var*=w]+A(D)+F_D →
AdvMD[*Lex*=α]+A+F_A
Det[*Case*=α, *GNum*=η, *Neg*=μ, *Quant*= +, *Var*=w]+D+F_D

PS ds1) Dsc[]+S+F → S[*Gap*= –]+S+F

PS ds2) Dsc[]+D ; [**Θ**(F_D,F_S)]S+{ f: ∃f_D∈F_D.∃f_S∈F_S.(f=f_D•(Θ(f_D,f_S)°f_S)} →
Dsc+D+F_D S[*Gap*= –]+S+F_S

PS f1) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*= 3os, *Neg*=μ, *NClass*=β, *Var*=w, *Gap*= -]+ D(N)+F_N →
DetP[*Case*=α, *GNum*=η, *Neg*=μ, *Quant*= –]+D+F_D
NumNP[*Case*=α, *GNum*=η, *QLifted*= +/–, *NClass*=β, *Var*=w]+N+F_N

PS f2) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=3os, *Neg*= +/–, *NClass*=β, *Var*=w, *Gap*= -]+ AL(N)+F_N →
NumNP[*Case*=α, *GNum*=η, *QLifted*= –, *NClass*=β, *Var*=w]+N+F_N
{ **in_lst**(β, [C0, C1, C2, C3]) }

PS f3) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=3os, *Neg*=+/–, *NClass*=β, *Var*=w, *Gap*= -]
+h_1([**Θ**({{⟨h_1,AL⟩}},F_N)]N)
+{ f: ∃f_D∈{{⟨h_1,AL⟩}, {⟨h_1,RWL⟩}, {⟨h_1,RSL⟩}}.∃f_N∈F_N.(f=f_D •(Θ(f_D , f_N)°f_N) }→
NumNP[*Case*=α, *GNum*=η, *QLifted*= +, *NClass*=β, *Var*=w] +N+F_N
{ **in_lst**(β, [C0, C1, C2, C3]) }

PS f4) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=3os, *Neg*=μ, *NClass*=C0, *Var*=w, *Gap*= -]
+D([**Θ**(F_D,F_N)]N)
+{ f: ∃f_D∈F_D.∃f_N∈F_N.(f=f_D •(Θ(f_D , f_N)°f_N) ∧ (u= - ∨ [f]w = [f]([Θ(f_D,f_N)]u))) } →
DetP[*Case*=α, *GNum*=η, *Neg*=μ, *Quant*= +, *Var*=w]+D+F_D
NKer'[*Case*=α, *GNum*=η, *VarAgr*= u]+N+F_N
{ u= - ∨ ∃f_D∈F_D.∃f_N∈F_N.([f_D]w = [f_N]u)}

PS f5) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=3os, *Neg*=μ, *NClass*=C4, *Var*=w, *Gap*= -]+D+F_D →
NumNP[*Case*=α, *GNum*=η, *Neg*=μ, *Quant*= +, *NClass*=C4, *Var*=w]+D+F_D

PS f6) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=3os, *Neg*= +/–, *NClass*=C0, *Var*=w, *Gap*= -]+P+F_P →
PN[*Case*=α, *GNum*=η, *Var*=w]+P+F_P

PS f7) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=C0, *Var*=w, *Gap*= -]+P+F_P →
Pro[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=μ, *Var*=w]+P+F_P

PS f8a) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=3os, *Neg*= +, *NClass*=ξ, *Var*=w, *Gap*= -]+P([**Θ**(F_P,F_N)]N)+
{ f: ∃f_P∈F_P.∃f_N∈F_N.(f=f_P•(Θ(f_P,f_N)°f_N) ∧ [f](h_1) = [f]([Θ(f_P,f_N)]w) } →
FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=3os, *Neg*=β, *NClass*=ξ, *Var*=w]+N+F_N
FNPos[*Case*=gen, *GNum*=γ, *Per*=3os, *Neg*= μ, *Var*=v]+P+F_P { β=+ ∨ μ=+}

PS f8b) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=3os, *Neg*= -, *NClass*=ξ, *Var*=w, *Gap*= -]+P([**Θ**(F_P,F_N)]N)+
{ f: ∃f_P∈F_P.∃f_N∈F_N.(f=f_P•(Θ(f_P,f_N)°f_N) ∧ [f](h_1) = [f]([Θ(f_P,f_N)]w) } →
FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=3os, *Neg*=β, *NClass*=ξ, *Var*=w]+N+F_N
FNPos[*Case*=dop, *GNum*=γ, *Per*=3os, *Neg*= μ, *Var*=v]+P+F_P { β= - ∧ μ= -}

PS f9) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=γ, *NClass*=C0, *Var*=d,
Gap=FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β]]+N+∅ → ∅

PS f10) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=γ, *NClass*=ξ, *Var*=w, *Gap*= -]+S([**Θ**(F_S,F_N)]N)
+ { f: ∃f_S∈F_S.∃f_N∈F_N. (f=f_S•(Θ(f_S,f_N)°f_N) } →
FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=γ , *NClass*=ξ, *Var*=w, *Gap*= -]+N+F_N
SWzg[*Case*=α, *GNum*=η]+S+F_S

PS f11a) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*= -, *NClass*=ξ, *Var*=w, *Gap*=γ]+P([**Θ**(F_P,F_N)]N)
+{f: ∃f_P∈F_P.∃f_N∈F_N.(f=f_P•(Θ(f_P,f_N)°f_N) ∧ [f]u = [f]([Θ(f_P,f_N)]w)) } →
FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*= -, *NClass*=ξ, *Var*=w, *Gap*=γ]+N+F_N
PP[*Neg*= -, *VarLst*=uv]+P+F_P
{ ∃f_P∈F_P.∃f_N∈F_N.([f_P]u = [f_N]w) }

PS f11b) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*= +, *NClass*=ξ, *Var*=w, *Gap*=γ]+P([**Θ**(F_P,F_N)]N)
+{f: ∃f_P∈F_P.∃f_N∈F_N.(f=f_P•(Θ(f_P,f_N)°f_N) ∧ [f]u = [f]([Θ(f_P,f_N)]w)) } →
FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ξ, *Var*=w, *Gap*=γ]+N+F_N
PP[*Neg*=ξ]+P+F_P
{ { ∃f_P∈F_P.∃f_N∈F_N.([f_P]u = [f_N]w) ∧ μ=+ ∨ ξ=+}

PS f12) FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ϕ, *Var*=w, *Gap*= -]+S([**Θ**(F_S,F_N)]N)
+{f: ∃f_S∈F_S.∃f_N∈F_N.(f=f_S•(Θ(f_S,f_N)°f_N) ∧ [f]h = [f]([Θ(f_S,f_N)]w) } →
FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ϕ, *Var*= w, *Gap*= –]+N+F_N
SActAdjP[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=ξ, *VarLst*=[h|t]]+S+F_S
{∃f_S∈F_S.∃f_N∈F_N.([f_S]h = [f_N]w) }

PS f13) FN[*Case*=α, *GNum*=ψ, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ϕ, *Var*=w, *Gap*= -]
+C([**Θ**(F_C,F_1)]N_1)([**Θ**^{3}(F_C,F_1,F_2)]N_2)
+{ f: ∃f_C∈F_C.∃f_1∈F_1.∃f_2∈F_2.(f=(f_C•(Θ(f_C,f_1)°f_1)•(Θ^3(f_C,f_1, f_2)°f_2))
∧ [f]([Θ(f_C,f_1)]u) = [f]([(Θ^3(f_C,f_1, f_2)°f_2]w) ∧ (([f]h_1= CN$_c$ ∧ [f]([Θ(f_C,f_1)]u) =c)
∨ ([f]h_1= CN$_n$ ∧ [f]([Θ(f_C,f_1)]u) =n) ∨ ([f]h_1= CN$_d$ ∧ [f]([Θ(f_C,f_1)]u) =d))} →
FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ϕ, *Var*=u, *Gap*= -]+N_1+F_1
ConjFN[*Lex*=ζ]+C+F_C
FN[*Case*=α, *GNum*=δ, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ξ, *Var*=w, *Gap*= -]+N_2+F_2
{∃f_1∈F_1.∃f_2∈F_2.([f_1]u=[f_2]w
∧ (((**in_lst**(η, [mos-poj, mos-mno]) ∨ **in_lst**(δ, [mos-poj, mos-mno])) ∧ ψ= mos-mno)
∨ (¬(**in_lst**(η, [mos-poj, mos-mno]) ∨ **in_lst**(δ, [mos-poj, mos-mno])) ∧ ψ= nij-mno)) }

PS fp1) FNPos[*Case*=α, *GNum*=η, *Neg*=μ, *Var*=w]+ POS([Θ(F_{POS},F_N)]*N*)
+{ *f*: ∃f_P∈F_{POS}.∃f_N∈F_N. (*f*=f_P•(Θ(f_P,f_N)°f_N) ∧ [*f*](h_2) = [*f*]([Θ(f_P,f_N)]w) } →
FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Neg*=μ, *NClass*=ξ, *Var*=w, *Gap*= -]+*N*+F_N

PS k1) NKer[*Case*=α, *GNum*=η, *VarAgr*= -]+*N*+F_N → N[*Case*=α, *GNum*=η]+*N*+F_N

PS k2) NKer'[*Case*=α, *GNum*=η, *VarAgr*= -]+*N*+F_N → NKer[*Case*=α, *GNum*=η]+*N*+F_N

PS k3) NKer'[*Case*=α, *GNum*=η, *VarAgr*= -]+*A*([Θ(F_A,F_N)]*N*)
+{ *f*: ∃f_A∈F_A.∃f_N∈F_N.(*f*=f_A•(Θ(f_A , f_N)°f_N) } →
AdjP[*Case*=α, *GNum*=η]+*A*+F_A
NKer[*Case*=α, *GNum*=η]+*N*+F_N

PS k4) NKer'[*Case*=α, *GNum*=η, *VarAgr*=d]+*P*(*N*)+{*f*: *f*∈F_N ∧ [*f*]w=d}→
PrepMN[*VarLst*=uv, *CaseAgr*=β, *Lex*= „*z"*] +*P*+F_P
FN[*Case*=β, *GNum*=η, *Per*=ξ, *Neg*= -, *NClass*=ϕ, *Var*=w, *Gap*= -]+*N*+F_N
{ ∃f_N∈F_N.([f_N]w=d) }

PS k5) NKer'[*Case*=α, *GNum*=η, *VarAgr*=c]+ INC(*N*)+{*f*: *f*∈F_N ∧ [*f*]w=c}→
FN[*Case*=β, *GNum*=η, *Per*=ξ, *Neg*= -, *NClass*=ϕ, *Var*=w, *Gap*= -]+*N*+F_N
{ ∃f_N∈F_N.([f_N]w=c) }

PS n1) NumP[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+*L*+F_L →
Num[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+*L*+F_L

PS n1a) NumP[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+*L*+F_L →
NumOne[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+*L*+F_L

PS n1b) NumP[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+*L*+F_L →
NumTen[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+*L*+F_L

PS n2) NumP[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+*A*(*L*)+F_L →
AdvMQP[*Lex*=α]+*A*+F_A
NumP[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+*L*+F_L
{ **in_lst**(μ, [C0, C1, C2, C3] }

PS n3) NumTenP[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=β, *Var*=w]
+CNM([Θ(F_{CNM},F_1)]L_1)([Θ^3(F_{CNM},F_1,F_2)]L_2)
+{ *f*: ∃f_C∈F_{CNM}.∃f_1∈F_1.∃f_2∈F_2.(*f*=(f_C•(Θ(f_C,f_1)°f_1)•(Θ^3(f_C,f_1, f_2)°f_2))
∧ [*f*]([Θ(f_C,f_1)]u) = [*f*]([(Θ^3(f_C,f_1, f_2)°f_2]w) ∧ (([*f*]h_1= CN_c ∧ [*f*]([Θ(f_C,f_1)]u) =c)
∨ ([*f*]h_1= CN_n ∧ [*f*]([Θ(f_C,f_1)]u) =n) ∨ ([*f*]h_1= CN_d ∧ [*f*]([Θ(f_C,f_1)]u) =d))} →
NumTen[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=β, *Var*=u]+L_1+F_1
NumOne[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+L_2+F_2
{∃f_1∈F_1.∃f_2∈F_2.([f_1]u=[f_2]w}

PS n4) NumTenP[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+*L*+F_L →
NumTen[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+*L*+F_L

PS n5) NumHundP[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=β, *Var*=w]
+CNM([**Θ**(F_{CNM},F_1)]L_1)([**Θ**^{3}(F_{CNM},F_1,F_2)]L_2)
+{ f: ∃f_C∈F_{CNM}.∃f_1∈F_1.∃f_2∈F_2.(f=(f_C•(Θ(f_C,f_1)°f_1)•(Θ^3(f_C,f_1, f_2)°f_2))
∧ [f]([Θ(f_C,f_1)]u) = [f]([(Θ^3(f_C,f_1, f_2)°f_2]w) ∧ (([f]h_1= CN_c ∧ [f]([Θ(f_C,f_1)]u) =c)
∨ ([f]h_1= CN_n ∧ [f]([Θ(f_C,f_1)]u) =n) ∨ ([f]h_1= CN_d ∧ [f]([Θ(f_C,f_1)]u) =d))} →
NumHund[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=β, *Var*=u]+L_1+F_1
NumTenP[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+L_2+F_2
{∃f_1∈F_1.∃f_2∈F_2.([f_1]u=[f_2]w}

PS n6) NumHundP[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+L+F_L →
NumHund[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+L+F_L

PS nn1)NumNP[*Case*=α, *GNum*=η, *QLifted*= –, *NClass*=μ, *Var*=w]+ L([Θ(f_L,f_N)]N)
+{ f: ∃f_L∈F_L.∃f_N∈F_N.(f=f_L •(Θ(f_L , f_N)°f_N) ∧ (u= - ∨ [f]w = [f]([Θ(f_L,f_N)]u))) } →
NumP[*Case*=α, *GNum*=η, *NClass*=μ, *Var*=w]+L+F_L
NKer'[*Case*=β, *GNum*=η, *VarAgr*=u]+N+F_N
{ (u= - ∨ ∃f_L∈F_L.∃f_N∈F_N.([f_L]w = [f_N]u)) ∧ ((β=α ∧ μ=C0)
∨ (β=gen ∧ (μ=C1 ∨ μ=C2 ∨ μ=C3 ∨ μ=C4)) ∨ (β=gen ∧ μ=C0 ∧ η=mos-mno)) }

PS nn2)NumNP[*Case*=α, *GNum*=η, *QLifted*= +, *NClass*=C0, *Var*=d]+ QL_{SG}(N)+F_N →
NKer'[*Case*=α, *GNum*= mos-poj / mzw-poj / mnż-poj / ..., *VarAgr*= -]+N+F_N

PS nn3)NumNP[*Case*=α, *GNum*=η, *QLifted*= +, *NClass*=C0, *Var*=h_1]
+ QL_{PL}([**Θ**({{⟨h_1,c⟩}}, F_N)]N)
+{ f: ∃f_L∈{{⟨h_1,c⟩}, {⟨h_1,n⟩}, {⟨h_1,d⟩}}.∃f_N∈F_N.(f=f_L •(Θ(f_L , f_N)°f_N) } →
NKer'[*Case*=α, *GNum*= mos-mno / mzw-mno / mnż-mno /..., *VarAgr*= -]+N+F_N

PS p1) PP[*Neg*=μ, *VarLst*=uv]+P([**Θ**(F_P,F_N)]N)
+{f: ∃f_P∈F_P.∃f_N∈F_N.(f=f_P•(Θ(f_P,f_N)°f_N) ∧ [f]v = [f]([Θ(f_P,f_N)]w) } →
Prep[*VarLst*=uv, *CaseAgr*=α, *Lex*=γ]+P+F_P
FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ϕ, *Var*=w, *Gap*= -]+N+F_N
{∃f_P∈F_P.∃f_N∈F_N.([f_P]v = [f_N]w) }

PS s1) S[*Gap*= –]+(V([**Θ**(F_V,F_2)]N_2))([**Θ**^{3}(F_V, F_2, F_1)]N_1)
+{ f: ∃f_V∈F_V.∃f_2∈F_2.∃f_1∈F_1.(f=(f_V•(Θ(f_V,f_2)°f_2)•(Θ^3(f_V,f_2, f_1)°f_1)) ∧
[f]v = [f]([Θ(f_V,f_2)]w) ∧ [f]u = [f]([(Θ^3(f_V,f_2, f_1)°f_1)]z)} →
FN_1[*Case*= ζ, *GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ϕ, *Var*= z, *Gap*= –]+N_1+F_1
TV2[*GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=ρ, *VarLst*=uv, *CaseLst*=χ, *Lex*=ξ]+V+F_V
FN_2[*Case*= γ, *GNum*=δ, *Per*=η, *Neg*=ϖ, *NClass*=φ, *Var*= w, *Gap*= –]+N_2+F_2
{∃f_v∈F_V.∃f_1∈F_1. ∃f_2∈F_2.([f_v]u=[f_1]z ∧ [f_v]v=[f_2]w) ∧ **equal_lst**([γ],χ) ∧ (ρ=+ ∨ (μ= - ∧ ϖ = -))
∧ ((ζ=nom ∧ ϕ=C0) ∨ (ζ=acc ∧ **in_lst**(ϕ, [C1, C2, C3, C4]))) }

PS s1a) S[*Gap*=FN[*Case*=nom, *GNum*=η, *Per*=β]] +V([**Θ**(F_V,F_2)]N_2)
+{ f: ∃f_V∈F_V.∃f_2∈F_2.(f=f_V•(Θ(f_V,f_2)°f_2) ∧ [f]v = [f]([Θ(f_V,f_2)]w) } →
FN_1[*Case*= nom, *GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ϕ,*Var*= z,
Gap= FN[*Case*=nom, *GNum*=η, *Per*=β]]+N_1+F_1
TV2[*GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=ρ, *VarLst*=uv, *CaseLst*=χ, *Lex*=ξ]+V+F_V
FN_2[*Case*= γ, *GNum*=δ, *Per*=η, *Neg*=ϖ, *NClass*=φ, *Var*= w, *Gap*= –]+N_2+F_2
{∃f_v∈F_V.∃f_2∈F_2.([f_v]v = [f_2]w) ∧ **equal_lst**([γ],χ) ∧ (ρ=+ ∨ ϖ= -) }

PS s1b) S[*Gap*=FN[*Case*= γ, *GNum*=δ, *Per*=η]] +λ*N*.((*V*(*N*))([**Θ**(F_V,F_1)]N_1))
+{ *f*: ∃f_V∈F_V.∃f_1∈F_1.(*f*=f_V•(Θ(f_V,f_1)°f_1) ∧ [*f*]u = [*f*]([Θ(f_V,f_1)]z) } →
FN_1[*Case*=ζ, *GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=ϖ, *NClass*=ϕ, *Var*= z, *Gap*= -]+N_1+F_1
TV2[*GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=ρ, *VarLst*=uv, *CaseLst*=χ, *Lex*=ξ]+*V*+F_V
FN_2[*Case*= γ, *GNum*=δ, *Per*=η, *Neg*=μ, *NClass*=φ, *Var*= w,
Gap= FN[*Case*= γ, *GNum*=δ, *Per*=η]]+N_2+F_2
{∃f_v∈F_V.∃f_1∈F_1.([f_v]u = [f_1]z) ∧ **equal_lst**([γ],χ) ∧ (ρ=+ ∨ ϖ= -)
∧ ((ζ=nom ∧ ϕ=C0) ∨ (ζ=acc ∧ **in_lst**(ϕ, [C1, C2, C3, C4]))) }

PS s2) S[*Gap*= –]+*V*([**Θ**(F_V,F_1)]N_1)
+{ *f*: ∃f_V∈F_V.∃f_1∈F_1.(*f*=(f_V•(Θ(f_V,f_1)°f_1)) ∧ [*f*]u = [*f*]([Θ(f_V,f_1)]w) } →
FN_1[*Case*=ζ, *GNum*=δ, *Per*=β, *Neg*=ρ, *NClass*=ϕ, *Var*= w, *Gap*= –]+N_1+F_1
IV[*GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=μ, *VarLst*=u, *Lex*=ξ]+*V*+F_V
{∃f_v∈F_V.∃f_1∈F_1.([f_v]u = [f_1]w) ∧ (μ=+ ∨ ρ= -)
∧ ((ζ=nom ∧ ϕ=C0) ∨ (ζ=acc ∧ **in_lst**(ϕ, [C1, C2, C3, C4]))) }

PS s2a) S[*Gap*=FN[*Case*= nom, *GNum*=δ, *Per*=β]]+*V*+F_V →
FN_1[*Case*= nom, *GNum*=δ, *Per*=β, *Neg*=ρ, *NClass*=ϕ, *Var*= w,
Gap=FN[*Case*= nom, *GNum*=δ, *Per*=β]]+N_1+F_1
IV[*GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=μ, *VarLst*=u, *Lex*=ξ]+*V*+F_V
{ (μ=+ ∨ ρ= -)}

PS s3) S[*Gap*= –]
+((*V*([**Θ**(F_V,F_3)]N_3))([Θ^3(F_V, F_3, F_2)]N_2))([Θ^4(F_V, F_3, F_2, F_1)]N_1)
+{ *f*: ∃f_V∈F_V. ∃f_3∈F_3.∃f_2∈F_2.∃f_1∈F_1.
(*f*=(f_V•(Θ(f_V,f_3)°f_3)•(Θ^3(f_V,f_3,f_2)°f_2) •(Θ^4(f_V,f_3,f_2,f_1)°f_1)) ∧
[*f*]y = [*f*]([Θ(f_V,f_3)]x) ∧ [*f*]v = [*f*]([(Θ^3(f_V,f_3,f_2)°f_2)]w) ∧ [*f*]u = [*f*]([(Θ^4(f_V,f_3,f_2,f_1)°f_1)]z)} →
FN_1[*Case*=ψ, *GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ε, *Var*= z, *Gap*= –]+N_1+F_1
TV3[*GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=ρ, *VarLst*=uvy, *CaseLst*=χ, *Lex*=ζ]+*V*+F_V
FN_2[*Case*= ϕ, *GNum*=δ, *Per*=ψ, *Neg*=ϖ, *NClass*=σ, *Var*= w, *Gap*= –]+N_2+F_2
FN_3[*Case*= φ, *GNum*=η, *Per*=γ, *Neg*=ξ, *NClass*=υ, *Var*= x, *Gap*= –]+N_3+F_3
{∃f_v∈F_V.∃f_1∈F_1. ∃f_2∈F_2.([f_v]u = [f_1]z ∧ [f_v]v = [f_2]w ∧ [f_v]y = [f_3]x)
∧ **equal_lst**([ϕ,φ], χ) ∧ (ρ= + ∨ (μ= - ∧ ϖ = - ∧ ξ = -))
∧ ((ψ=nom ∧ ε=C0) ∨ (ψ=acc ∧ **in_lst**(ε, [C1, C2, C3, C4]))) }

PS s4) S[*Neg*=ρ, *Gap*= –]+(*V*([**Θ**(F_V,F_K)]*K*))([Θ^3(F_V, F_K, F_N)]*N*)
+{ *f*: ∃f_V∈F_V.∃f_K∈F_K.∃f_N∈F_N.(*f*=(f_V•(Θ(f_V,f_K)°f_K)•(Θ^3(f_V,f_K,f_N)°f_N)) ∧
[*f*]u = [*f*]([(Θ^3(f_V,f_K,f_N)°f_N)]z)} →
FN[*Case*=ζ, *GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ϕ, *Var*= z,*Gap*= –]+*N*+F_N
TV2NKer'[*GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=ρ, *VarLst*=u, *CaseLst*=χ, *Lex*=ξ]+*V*+F_V
NKer'[*Case*=γ, *GNum*=η, *VarAgr*= -]+*K*+F_K
{∃f_v∈F_V.∃f_N∈F_N.([f_v]u=[f_N]z) ∧ **equal_lst**([γ],χ) ∧ (ρ=+ ∨ μ= -) ∧ **in_lst**(ξ,[,*jesteśmy*$_1$", ...])
∧ ((ζ=nom ∧ ϕ=C0) ∨ (ζ=acc ∧ **in_lst**(ϕ, [C1, C2, C3, C4]))) }

PS s5) S[*Neg*=ρ, *Gap*= –]+(*V*([**Θ**(F_V,F_A)]*K*))([Θ^3(F_V, F_A, F_N)]*N*)
+{ *f*: ∃f_V∈F_V.∃f_A∈F_A.∃f_N∈F_N.(*f*=(f_V•(Θ(f_V,f_A)°f_K)•(Θ^3(f_V,f_A,f_N)°f_N)) ∧
[*f*]u = [*f*]([(Θ^3(f_V,f_A,f_N)°f_N)]z)} →
FN[*Case*=ζ, *GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=μ, *NClass*=ϕ, *Var*= z, *Gap*= –]+*N*+F_N
TV2NKer'[*GNum*=α, *Per*=β, *Neg*=ρ, *VarLst*=u, *CaseLst*=χ, *Lex*=ξ]+*V*+F_V
AdjP[*Case*=ζ, *GNum*=α]+*A*+F_A
{∃f_v∈F_V.∃f_N∈F_N.([f_v]u=[f_N]z) ∧ (ρ=+ ∨ μ= -) ∧ **in_lst**(ξ,[,*jesteśmy*$_1$", ...])
∧ ((ζ=nom ∧ ϕ=C0) ∨ (ζ=acc ∧ **in_lst**(ϕ, [C1, C2, C3, C4])))}

PS s6) S[*Gap*=β]$C(S_1)$([Θ(F_1,F_2)]S_2)+{ f: ∃f_1∈F_1.∃f_2∈F_2.(f=f_1•(Θ(f_1,f_2)°f_2)} →
S[*Gap*=β]+S_1+F_1 SConj[*Lex*=ρ]+C+F_C S[*Gap*=β]+S_2+F_2

PS s7) S[*Gap*=β]$C(S_1)$([Θ(F_1,F_2)]S_2)+{ f: ∃f_1∈F_1.∃f_2∈F_2.(f=f_1•(Θ(f_1,f_2)°f_2)} →
S[*Gap*=β]+S_1+F_1 SConj[*Lex*="*jeżeli*"] +C+F_C S[*Gap*=β]+S_2+F_2

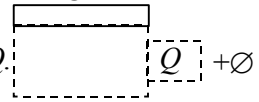
PS saa1) SActAdjP[*Case*=ρ, *GNum*=γ, Neg=μ]+A([Θ(F_A,F_N)]N)
+{ f: ∃f_A∈F_A.∃f_N∈F_N.(f=(f_A•(Θ(f_A,f_N)°f_N)) ∧ [f]w = [f]([Θ(f_A,f_N)]v) } →
ActAdjP2[*Case*=ρ, *GNum*=γ, *Neg*=μ, *VarLst*=uw, *CaseLst*=χ, *Lex*=ϖ]+A+F_A
FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β, *Neg*=ξ, *NClass*=ϕ, *Var*=v, *Gap*= -]+N+F_N
{ ∃f_A∈F_A.∃f_N∈F_N.([f_A]w=[f_N]v) ∧ **equal_lst**([α],χ) ∧ (μ=+ ∨ ξ= -)}

PS saa2) SActAdjP[*Case*=α, *GNum*=η, *Neg*=μ, *VarLst*=uvy]
+(V([Θ(F_V,F_3)]N_3))([Θ^3(F_V, F_3, F_2)]N_2)+{ f: ∃f_A∈F_A.∃f_3∈F_3.∃f_2∈F_2.(
f=(f_A•(Θ(f_A,f_3)°f_3)•(Θ^3(f_A,f_3,f_2)°f_2)) ∧ [f]y = [f]([Θ(f_A,f_3)]x) ∧ [f]v = [f]([(Θ^3(f_A,f_3,f_2)°f_2)]w)} →
ActAdjP3[*Case*=α, *GNum*=η, *Neg*=μ, *VarLst*=uvy, *CaseLst*=χ, *Lex*=ρ]+A+F_A
FN[*Case*= ϕ, *GNum*=δ, *Per*=ψ, *Neg*=ϖ, *NClass*=ε, *Var*= w, *Gap*= –]+N_2+F_2
FN[*Case*= φ, *GNum*=β, *Per*=γ, *Neg*=ξ, *NClass*=ψ, *Var*= x, *Gap*= –]+N_3+F_3
{∃f_A∈F_A.∃f_2∈F_2.∃f_3∈F_3.([f_A]v=[f_2]w ∧ [f_A]y=[f_3]x) ∧ **equal_lst**([ϕ,φ],χ) ∧ (μ=+ ∨ (ϖ= - ∧ ξ = -))}

PS sw1) SWzg[*Case*=α, *GNum*=η]+R([Θ(F_R,F_S)]S)
+{ f: ∃f_R∈F_R.∃f_S∈F_S.(f=(f_R•(Θ(f_R,f_S)°f_S)) ∧ [f]w = [f]([Θ(f_R,f_S)]v) } →
RPro[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=3os, *Neg*= -, *Var*=w]+R+F_R
S[*Gap*=FN[*Case*=α, *GNum*=η, *Per*=β]+S+F_S
{∃f_R∈F_R.∃f_S∈F_S.([f_R]w = [f_S]v) }

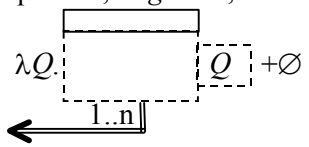
- Reguły leksykalne

LI1) Det[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-poj / mos-mno / ... / pt-mno, *Neg*= –/+,



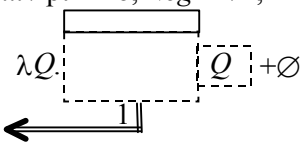
Quant= –, *Lex*= *jakiś* / *jacyś* / ...]+

LI2) Det[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-poj / mos-mno / ... / pt-mno, *Neg*= –/+,



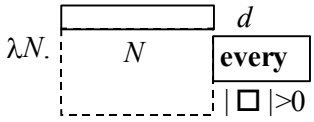
Quant= –, *Lex*= *pewien* / *pewni* / ... / *jeden* / *jedni* / ...]+

LI3) Det[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-poj / mos-mno / ... / pt-mno, *Neg*= –/+,



Quant= –, *Lex*= *ten* / *ci* / ...]+

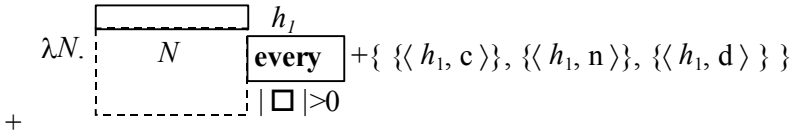
LI 4a) Det[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-poj / mzw-poj / mnż-poj / ... , *Neg*= –/+,



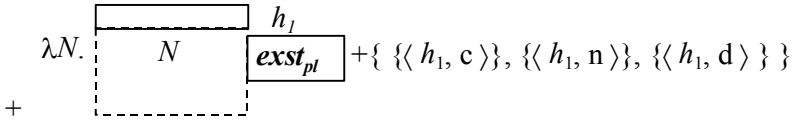
Quant= +, *Var*=d, *Lex*= *każdy* / *każdy* / *każde* / ...]+ ,

gdzie **every** to proto-kwantyfikator zdefiniowany w ramach G_{SN}.

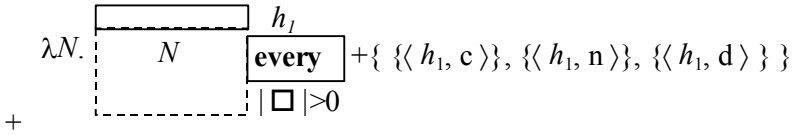
LI 4b) Det[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-mno / mzw-mno / mnż-mno /...,
Neg= –/+,*Quant*= +, *Var*=h_1 , *Lex*= *wszyscy* / *wszystkie* / *wszystkie* / ...]



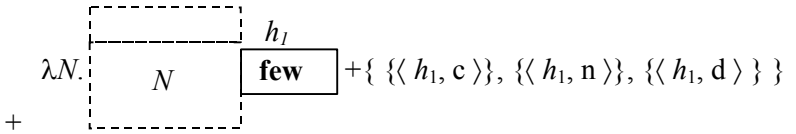
LI 4c) Det[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-poj / mzw-poj / mnż-poj / ..., *Neg*= –/+,
Quant= +, *Var*=h_1 , *Lex*= *niejeden* / *niejeden* / *niejedno* / ...]



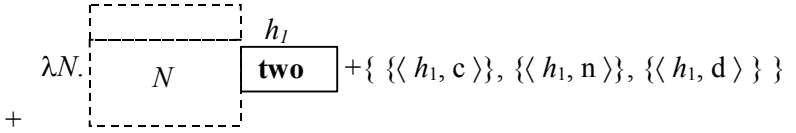
LI 5) Det[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-poj / mzw-poj / mnż-poj / ...,
Neg= +,*Quant*= –, *Var*=h_1 , *Lex*= *żaden* / *żaden* / *żadne* / ...]



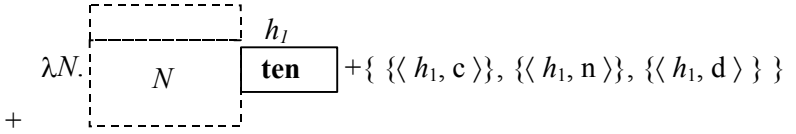
LI 6) Num[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-mno / mzw-mno / mnż-mno /..., *NClass*=C1,
Neg= +, *Quant*= –, *Var*=h_1 , *Lex*= *kilku* / *kilka* / *kilka*...]



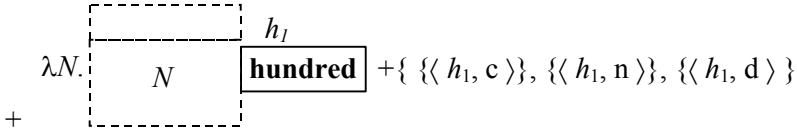
LI 6a) NumOne[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-mno / mzw-mno / mnż-mno /...,
NClass=C0, *Neg*= +, *Quant*= –, *Var*=h_1 , *Lex*= *dwaj* / *dwa* / *dwa*...]



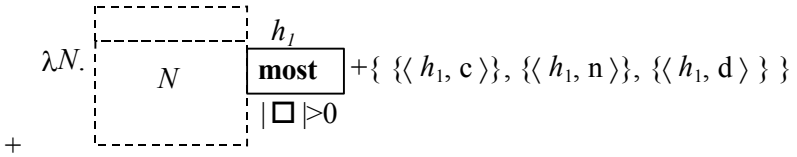
LI 6b) NumTen[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-mno / mzw-mno / mnż-mno /...,
NClass=C1, *Neg*= +, *Quant*= –, *Var*=h_1 , *Lex*= *dziesięciu* / *dziesięć* / *dziesięć*...]



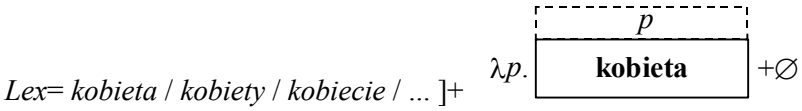
LI 6c) NumHund [*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-mno / mzw-mno / mnż-mno /...,
NClass=C1, *Neg*= +, *Quant*= –, *Var*=h_1 , *Lex*= *dziesięciu* / *dziesięć* / *dziesięć*...]



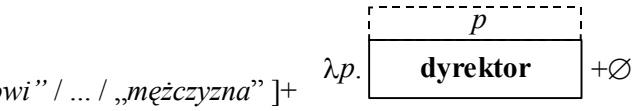
LI 7) Num[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= żeń-mno, *NClass*=C3,
Neg= +,*Quant*= –, *Var*=h_1, *Lex*= *większość* / *większości* / ...]



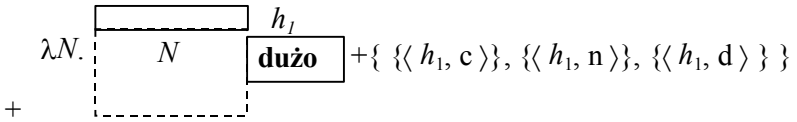
LI 8) N[*Case*= mian/dop/.../woł, *GNum*= żeń-mno / żeń-poj,



LI 8a) N[*Case*= mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-poj / mos-mno, *Lex*= *„dyrektor”* / *„dyrektora”* /

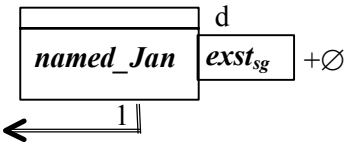


LI 9) Num[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-mno / mzw-mno / mnż-mno /...,
Neg= –/+,*Quant*= +, *NClass*=C4, *Var*=h_1, *Lex*= *dużo* / *mało*]

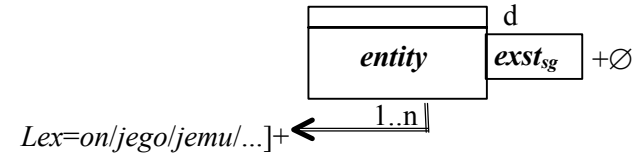


,

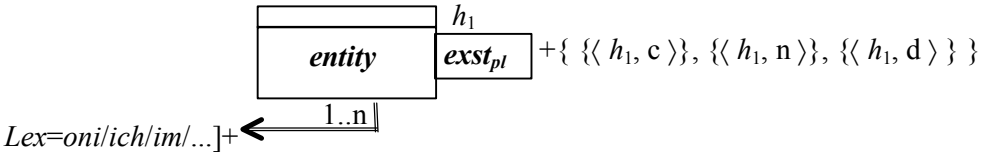
LI 10) PN[*Case*= mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-poj, *Var*=d, *Lex*=*Jan* / *Jana* / *Janowi*]+



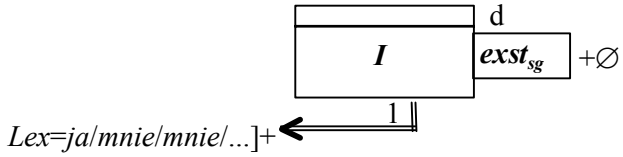
LI 11a) Pro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-poj, *Per*= 3os, *Neg*=+/–, *Var*=d,



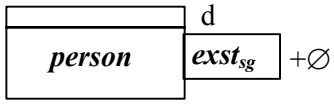
LI 11b) Pro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-mno, *Per*=3os, *Neg*=+/–, *Var*=h_1,



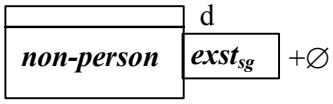
LI 11c) Pro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-poj, *Per*= 1os, *Neg*=+/–, *Var*=d,



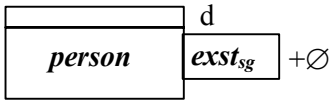
LI 12a) Pro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-poj, *Per*=3os, *Neg*=+, *Var*=d,

Lex=nikt/nikogo/nikomu/...]+ 

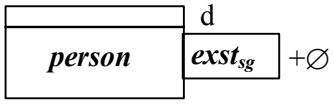
LI 12b) Pro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=nij-poj, *Per*=3os, *Neg*=+, *Var*=d,

Lex=nic/niczego/niczemu/...]+ 

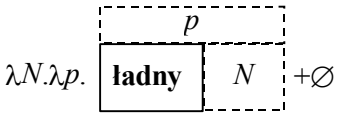
LI 13a) Pro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-poj, *Per*=3os, *Neg*=+, *Var*=d,

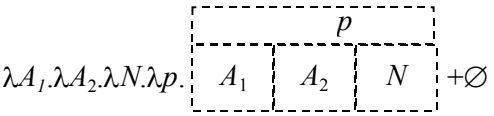
Lex=ktoś/kogoś/komuś/...]+ 

LI 13b) Pro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=nij-poj, *Per*=3os, *Neg*=+, *Var*=d,

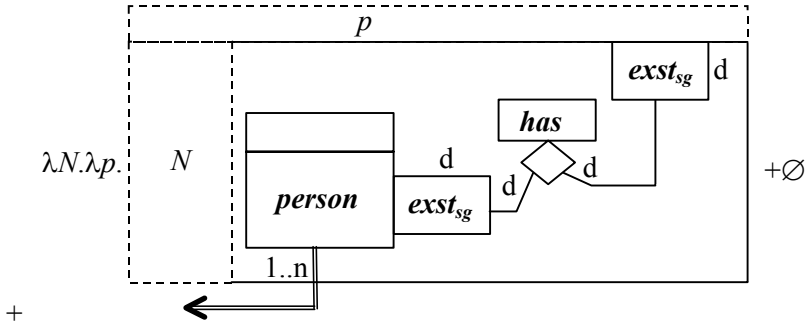
Lex=coś/czegoś/czemuś/...]+ 

LI 14) Adj[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*=mos-poj/ mzw-poj/.../ mos-mno/...,

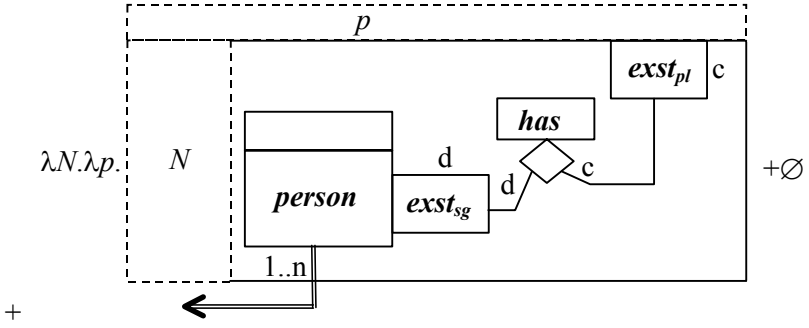
Lex=ładny/ładnego/.../ładna/.../ładne] + 

LI 15) AConj[*Lex*=„”, „*i*”]+ 

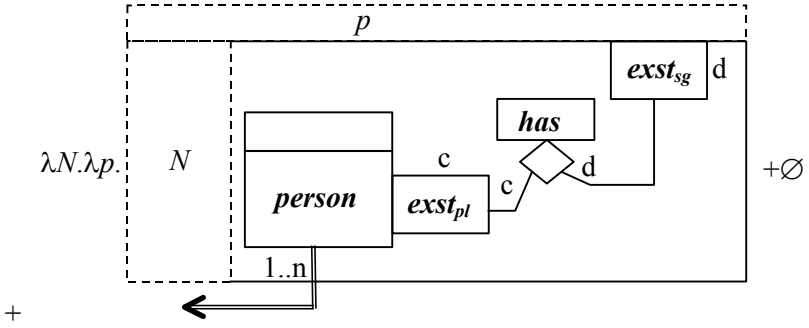
LI 16a) PPro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-poj/mzw-poj/mnż-poj/..., *Agr*= mos-poj/mzw-poj/mnż-poj/..., *Lex=mój/mojego/mojemu/...*]



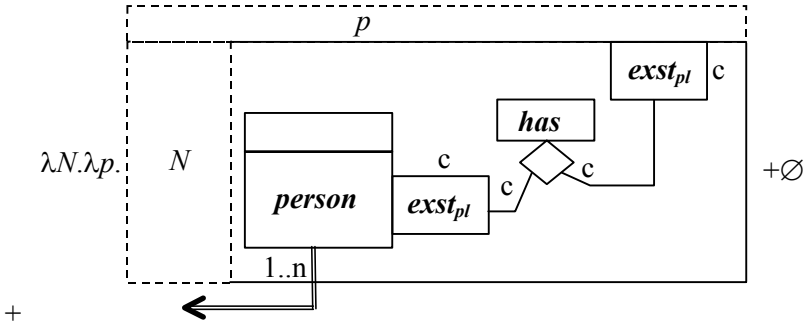
LI 16b) PPro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-poj/mzw-poj/mnż-poj/..., *Agr*= mos-mno/mzw-mno/mnż-mno/..., *Lex=mój/mojego/mojemu/...*]



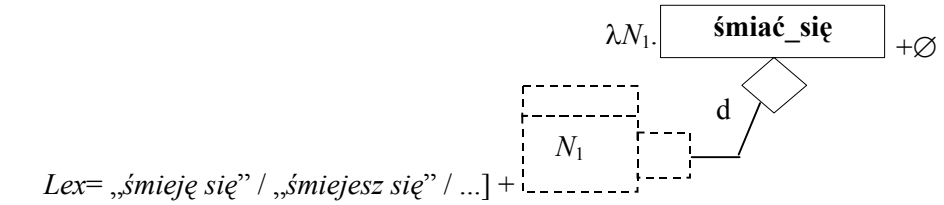
LI 16c) PPro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-mno/mzw-mno/mnż-mno/..., *Agr*= mos-poj/mzw-poj/mnż-poj/..., *Lex=nasz/naszego/naszemu/...*]



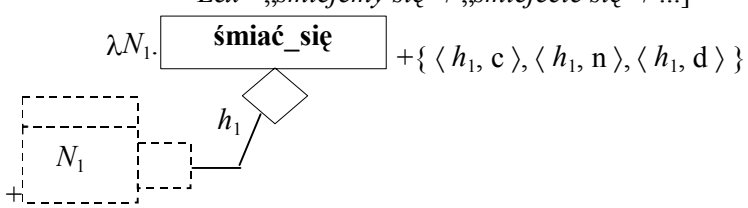
LI 16d) PPro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-mno/mzw-mno/mnż-mno/..., *Agr*= mos-mno/mzw-mno/mnż-mno/..., *Lex=mój/mojego/mojemu/...*]



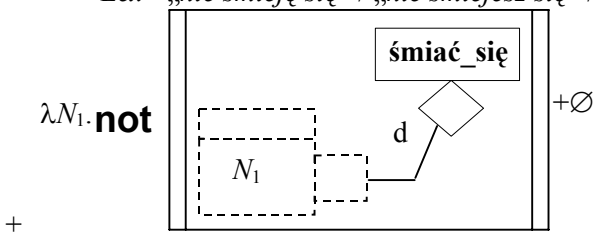
LI 17a) IV[*GNum*= mos-poj/ mzw-poj/.../ żeń-poj, *Per*=1os/2os/3os, *Neg*= –, *VarLst*=d,



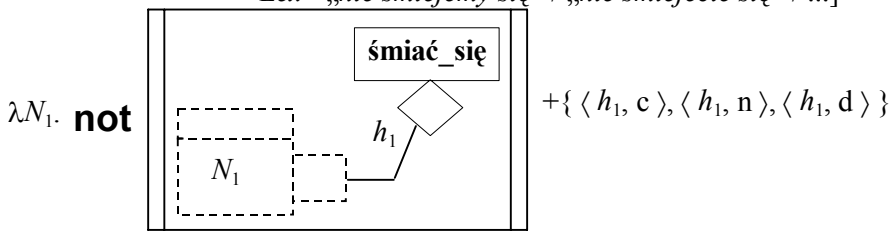
LI 17b) IV[*GNum*=mos-mno/mzw-mno/mnż-mno/..., *Per*=1os/2os/3os, *Neg*= –, *VarLst*=h_1, *Lex*= „*śmiejemy się*” / „*śmiejecie się*” / ...]



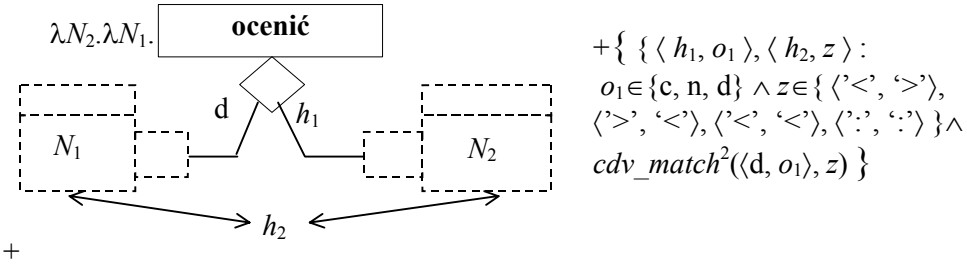
LI 18a) IV[*GNum*= mos-poj/ mzw-poj/.../ żeń-poj, *Per*=1os/2os/3os, *Neg*= –, *VarLst*=d,
Lex= „*nie śmieję się*” / „*nie śmiejesz się*” / ...]



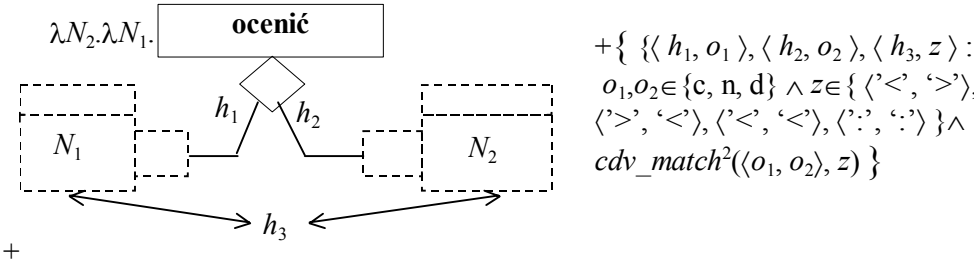
LI 18b) IV[*GNum*=mos-mno/mzw-mno/mnż-mno/..., *Per*=1os/2os/3os, *Neg*= –, *VarLst*=h_1,
Lex= „*nie śmiejemy się*” / „*nie śmiejecie się*” / ...]



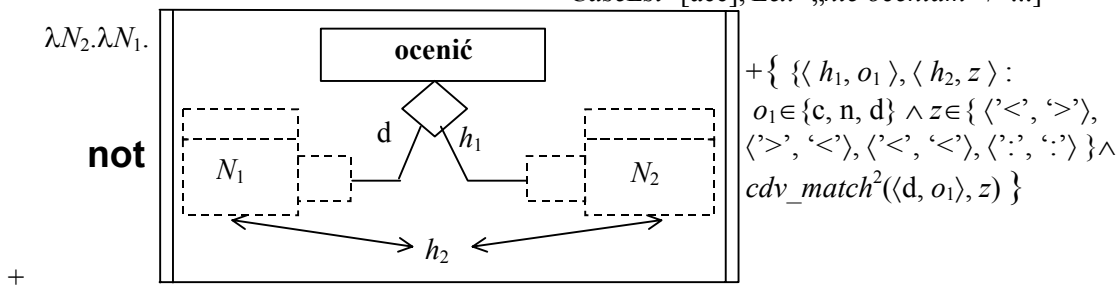
LI 19a) TV2[*GNum*=mos-poj/ mzw-poj/.../żeń-poj, *Per*=1os/2os/3os, *Neg*= –, *VarLst*=d h_1,
CaseLst=[acc] / ..., *Lex*=„*oceniam*” / „*oceniasz*” / ...]



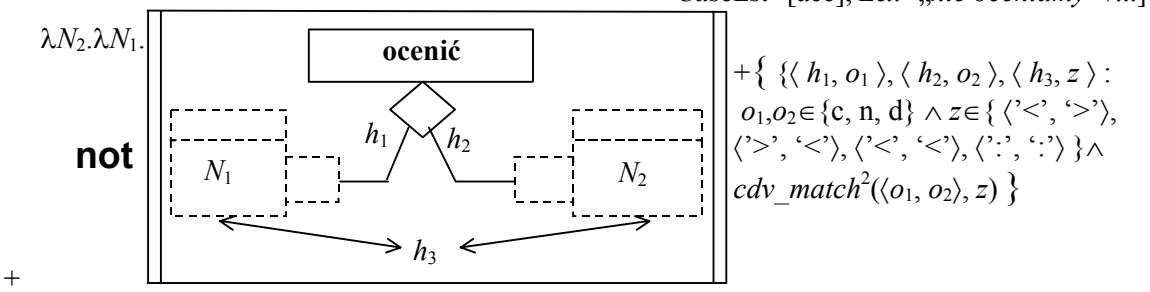
LI 19b) TV2[*GNum*= mos-mno/mzw-mno/mnż-mno/..., *Per*=1os/2os/3os, *Neg*= –, *VarLst*=h_1h_2,
CaseLst=[acc] / ..., *Lex*=„*oceniamy*” / „*oceniacie*” / ...]



LI 20a) TV2[*GNum*= mos-poj/ mzw-poj/.../żeń-poj, *Per*=1os/2os/3os, *Neg*=+, *VarLst*=d h_1,
CaseLst=[acc], *Lex*=„*nie oceniam*” / ...]

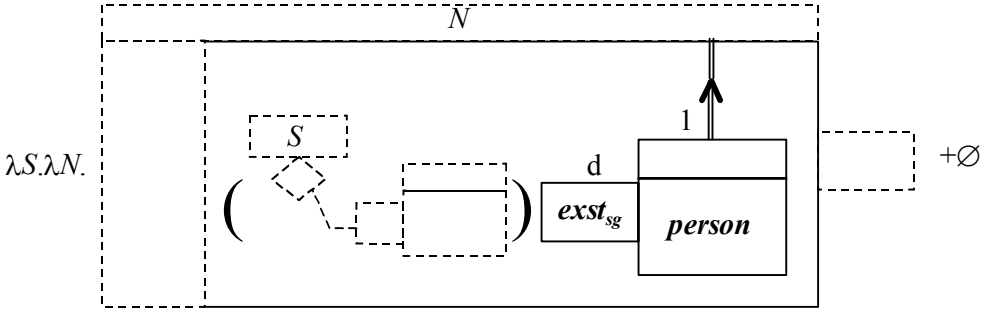


LI 20b) TV2[*GNum*= mos-mno/mzw-mno/mnż-mno/..., *Per*=1os/2os/3os,, *Neg*=+, *VarLst*=h_1h_2, *CaseLst*=[acc], *Lex*=„*nie oceniamy*" /...]

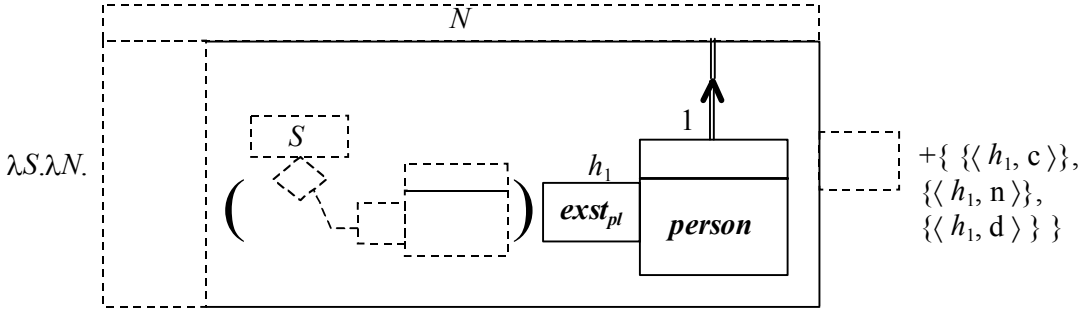


+

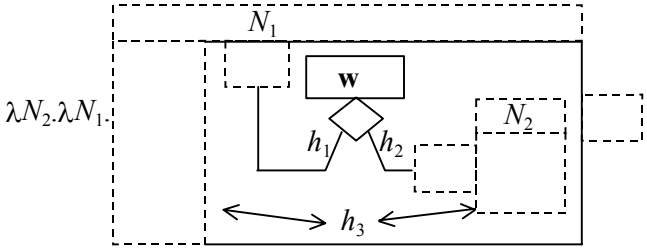
LI 21a) RPro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-poj/mzw-poj/mnż-poj/..., *Per*= 3os, *Neg*= –, *Var*=d, *Lex=który* / *którego* / *któremu* /...]



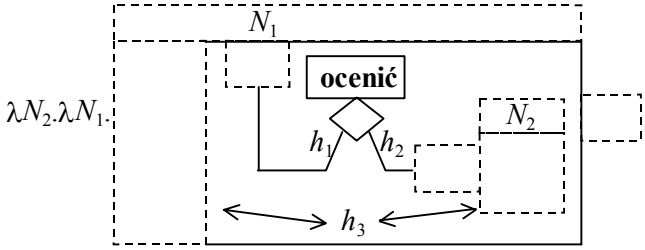
LI 21b) RPro[*Case*=mian/dop/.../woł, *GNum*= mos-mno / mzw-mno / mnż-mno /..., *Per*= 3os, *Neg*=–, *Var*=d, *Lex=którzy* / *których* / *którym* /...]



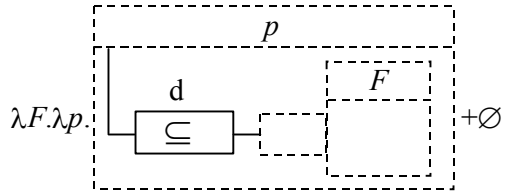
LI 22) Prep[*VarLst*=h_1h_2, *CaseAgr*= narz / dop, *Lex*=„*w*" / „*do*"]+



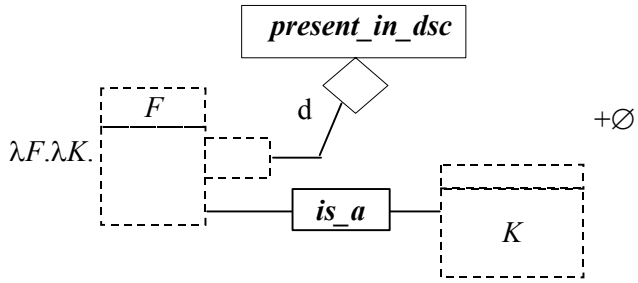
LI 23) ActAdjP2[*Case*= mian / dop / cel / bier / ..., *GNum*= mos-poj / mos-mno / ... / pt-mno, *Neg*= -, *VarLst*=h_1h_2, *CaseLst*=[bier] / ..., *Lex*=„*oceniający*" / „*oceniającego*" / ...]+



LI 24) PrepMN[*VarLst*=dd, *CaseAgr*= dop, *Lex="z"*]+

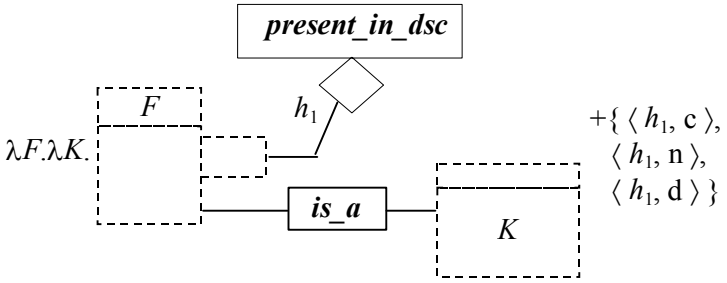


LI 25a) TV2NKer'[*GNum*= mos-poj/ mzw-poj/.../żeń-poj, *Per*=1os/2os/3os, *Neg*= –, *VarLst*=d,



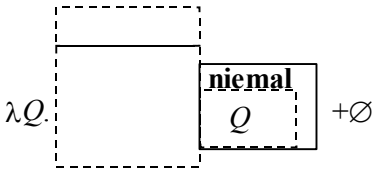
CaseLst=[ins], *Lex*=„*jestem*$_1$" / ...] +

LI 25b) TV2NKer'[*GNum*= mos-mno/mzw-mno/mnż-mno/..., *Per*=1os/2os/3os, *Neg*= –, *VarLst*=h_1, *CaseLst*=[ins],

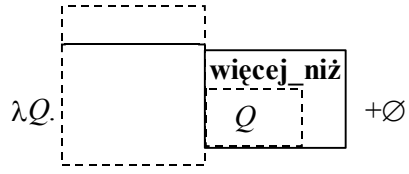


Lex=„*jesteśmy*$_1$" / ...]+

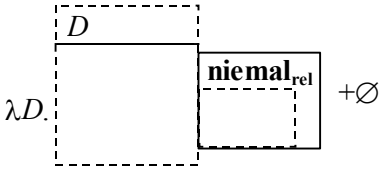
LI 26) AdvMQ[*Lex*="*niemal"*]+



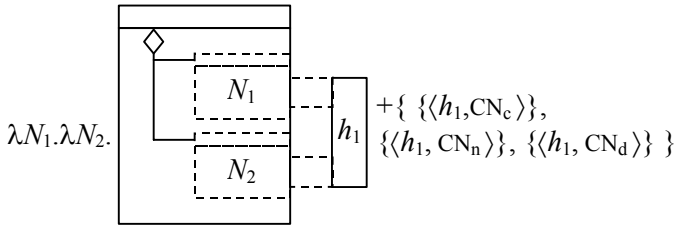
LI 27) AdvMQP[*Lex*="*więcej niż*" / „*mniej niż*" / ...]+

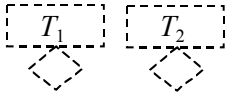


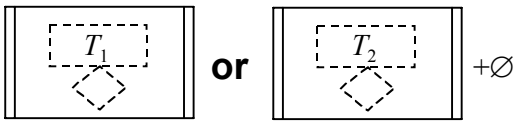
LI 28) AdvMD[*Lex*="*niemal"* / „*prawie*"]+

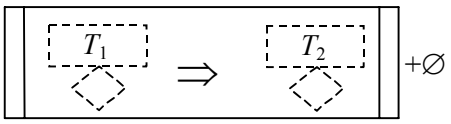


LI 29) ConjFN[*Lex="i"*]+



LI 30) ConjS[*Lex*=”*i*”]+ $\lambda T_1.\ \lambda T_2.$  +∅

LI 31) ConjS[*Lex*=”*lub”*]+ $\lambda T_1.\ \lambda T_2.$  +∅

LI 32) ConjS[*Lex*=”*jeżeli”*]+ $\lambda T_1.\ \lambda T_2.$  +∅

Dodatek C Dowody faktów dotyczących *SLS*

Fakt 6.3.3-1 - dowód.

Powtórzona treść:

Niech T_1 oraz T_2 to dowolne formuły dynamiczne, jeżeli $T_1 \models_M T_2$ to dla każdego stanu i, w którym $\models_{M,i} T_1$ zachodzi również $\models_{M,i} [\lambda j.\lambda k.T_1(j,l)\ ;\ T_2(l,k)]$.

Dowód:

1. Z definicji (Def. 6.3.3-2) wynikania mamy (zapis skrótowy):
   $T_1 \models T_2$ w.t.w., gdy $\forall i.(\models_{M,i} T_1 \rightarrow \models_{M,i} [\lambda j.\lambda k.T_1(j,l) \Rightarrow T_2(l,k)])$

2. W dalszym toku dowodu bardzo pomocna będzie własność niejawnej kwantyfikacji uniwersalnej po stanach kryjąca się w interpretacji dynamicznej implikacji. Własność tą sformułujemy i udowodnimy w postaci Lematu 1 (poniżej):

Lemat 1

$$\forall j.(\models_{M,j} T_1 \wedge \models_{M,j} [\lambda j.\lambda k.T_1(j,l) \Rightarrow T_2(l,k)] \rightarrow \forall l.((T_1(j,l) \wedge \mathbf{WKI}(l)) \rightarrow \exists k.(T_2(l,k) \wedge \mathbf{WKI}(k))))$$

Dowód Lematu 1.

1. Rozwijając skrót notacyjny '$\Rightarrow$' mamy:
   $$\lambda j.\lambda k.(\ \mathbf{not}(\ T_1(j,l)\ ;\ (\mathbf{not}\ T_2(l,k))\ )\ )$$
2. Z 1 po rozwinięciu skrótu notacyjnego ';' mamy:
   $$\lambda j.\lambda k.(\ \mathbf{not}(\ \exists l.[T_1(j,l) \wedge (\mathbf{not}\ T_2(l,k))]\ )\ )$$
3. Z założenia $\models_{M,j} T_1$ oraz z definicji spełniania, wynika, że dla każdego stanu j spełniającego założenia istnieje stan l taki, że $T_1(j,l) \wedge \mathbf{WKI}(l)$.
4. Rozwijając skrót **'not**' w odniesieniu do zewnętrznego '**not**' w 2 otrzymujemy:
   $$\lambda T.\mathbf{not}\ T := \lambda j.\lambda k.(\ \exists r.T(j,r) \wedge (k)^1=(j)^1 \wedge (k)^2=(j)^2 \wedge ((\neg\exists r.[T(j,r) \wedge \mathbf{WKI}(r)]\ \wedge (k)^3=(j)^3\ ) \vee (\ \exists r.[T(j,r) \wedge \mathbf{WKI}(r)]\ \wedge\forall p.[(p<_m succ((j)^1)\ ) \rightarrow (k)^3(p)=\varnothing\ ]))\ )$$
5. Z założenia $\models_{M,j} [\lambda j.\lambda k.T_1(j,l) \Rightarrow T_2(l,k)]$ oraz z rozwinięcia 4 wynika, iż dla każdego l musi istnieć przynajmniej jednen stan k, taki że $\mathbf{WKI}(k) \wedge T_2(l,k)$, drugi człon musi być niespełniony aby była spełniona cała formuła implikacji dynamicznej;
   co należało wykazać.

3. Z definicji spełniania, dla każdego stanu i spełniającego założenie $\models_{M,i} T_1$ istnieje stan l, taki że $\mathbf{WKI}(l)$.

4. Z założenia $T_1 \models_M T_2$ oraz z Lematu 1 wynika, że dla każdego l takiego, że $T_1(i,l)$ istnieje k takie, że $T_2(l,k) \wedge \mathbf{WKI}(k)$.

5. Z 4 wynika, że dla każdego stanu i, w którym zachodzi $\models_{M,i} T_1$ istnieje k takie, że $\mathbf{WKI}(k)$.

6. Z 5 i rozwinięcia 1 wynika, że dla każdego stanu i, w którym zachodzi $\models_{M,i} T_1$ zachodzi również $\models_{M,i} [\lambda j.\lambda k.T_1(j,l)\ ;\ T_2(l,k)]$ – co należalo dowieść.

Bibliografia

[Ali93a] Ali Syed S. *A Structured Representation for Noun Phrases and Anaphora.* Proceedings of the Fifteen Annual Conference of the Cognitive Science Society, 1993.

[Ali93b] Ali Syed S. *Node Subsumption in a Propositional Semantic Network with Structured Variables.* w Proceedings of the Six Australian Joint Conference on Artificial Intelligence. 1993.

[Ali94] Ali Syed S. A *"Natural Logic" For Natural Language Processing And Knowledge Representation.* praca doktorska State University of New York, Buffalo, 1993.

[Ali95] Ali Syed S. A. *ANALOG: A Knowledge Representation System for Natural Language Processing*. W ed. Yfantis, E. A., Intelligent Systems, str. 327-332, Kluwer, Dordrecht, 1995.

[Austin62] Austin J. L. *How to Do Things with Words*. Clarendon Press, Oxford, 1962.

[BalWiB91] Ballim Afzal, Wilks Yorick, Barnden John. *Belief Ascription, Metaphor, and Intensional Identification*. W *Cognitive Science*, 15(1), str. 133-171, 1991.

[Barend92] Barendregt Henk. *Lambda Calculi with Types.* W Handbook of Logic in Computer Science vol. 2. red. Abramsky S., Gabbay D.M. i Maibaum T.S.E., Oxford University Press, 1992.

[BarCoo81] Barwise J., Cooper R., *Generalized Quantifiers and Natural Language*. Linguistics and Philosophy 4:159-219, 1981.

[Bartosz94] Bartoszewicz Dorota. *Analiza semantyczna języka naturalnego w oparciu o DRT.* Praca magisterska Wydziałowy Zakład Systemów Informacyjnych, Wydział Informatyki i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1994.

[Beaver97] Beaver David. *Presupposition*. W van Benthem J., ter Meulen A., ed., Handbook of Logic and Language, Elsevier, 1997.

[Bednar94] Bednarek Adam. *Leksykalne wykładniki parametryzacji świata.* UMK, Toruń, 1994.

[BedGro97] Bednarek Adam, Grochowski Marek. *Zadania z semantyki językoznawczej.* Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń, 1997.

[Bellert89] Bellert Irena. *Feature System for Quantification Structures in Natural Language.* Foris Publications, Dordrecht, 1989.

[Benthe84] van Benthem Johan. *Questions about Quantifiers*. Journal of Symbolic Logic. Vol. 49, Num. 2, str. 443-466, 1984.

[Benthe89] van Benthem Johan. *Polyadic Quantifiers.* Linguistic and Philosophy 12, str. 437-464, 1989.

[Benthe96] van Benthem Johan. *Quantifiers in the World of Types*. W van der Does J. i van Eijck J., ed., Quantifiers, Logic and Language, CSLI Publications, 1996.

[Berg96] van der Berg Martin. *Dynamic Generalized Quantifiers.* W van der Does J. i van Eijck J., ed., Quantifiers, Logic and Language, CSLI Publications, 1996.

[Bień77] Bień Janusz S. *Wielośrodowiskowy model języka naturalnego.* praca doktorska, Inst. Informatyki UW, Warszawa, 1977.

[Bień80a] Bień Janusz S. *Multiple Environments Approach to Natural Language.* w Zastosowanie maszyn matematycznych do badań nad językiem. Vol. 3, pod red. L. Bolca, Wyd. UW, Warszawa, 1980.

[Bień80b] Bień Janusz S. *A Preliminary Study on Linguistic Implications of Resource Control in Natural Language Understanding.* W Sprache und Datenverarbeitung nr. 2, 1980.

[Bień82] Bień Janusz S. *Computational Explication of Intensionality.* w Sprawozdania Instytutu Informatyki UW, nr 107, Wyd. UW, Warszawa, 1982.

[Bień86] Bień Janusz S. *Articles, Word Order and Resource Control Hypothesis.* W Sprawozdania Instytutu Informatyki UW, nr 159, Wyd. UW, Warszawa, 1986.

[Bień90] Bień Janusz S. *Towards Displacement Model of Memory.* w Linguistic Approaches to Artificial Intelligence, pod red. Schmitz U. et. al., Verlag Peter Lang, 1990.

[BlacBo99] Blackburn Patric, Bos Johan. *Representation and Inference for Natural Language*. nie publikowany materiał (stan XI 1999), Computational Linguistics at the University of the Saarland, 1999.

[BolcMy92] Bolc Leonard, Mykowiecka Agnieszka. *Podstawy przetwarzania języka naturalnego - wybrane metody formalnego zapisu składni*. Akademicka Oficyna Wydawnicza RM, Warszawa, 1992.

[Borkow84] Borkowska Anna. *Hierarchia kwantyfikatorów w formalnej reprezentacji języka naturalnego dla systemów konwersacyjnych*. praca magisterska Wydz. Matematyki, Informatyki i Mechaniki UW, Warszawa, 1984.

[Bos95] Bos Johan. *Predicate Logic Unplugged.* W Proceedings of the 10th Amsterdam Colloquium, 1995.

[Bosvel98] Bosveld-de Smet Leonie M. *On Mass and Plural Quantification*. Praca doktorska Institute for Logic Language and Computation, University of Amsterdam, 1998.

[BPKDM01] Piotr Bański, Adam Przepiórkowski, Anna Kupść, Łukasz Dębowski, Małgorzata Marciniak, Agnieszka Mykowiecka. *The Design of the IPI PAN Corpus*. Przyjęte do druku w materiałach konferencji Practical Applications of Linguistic Corpora 2001, IPI PAN, Warszawa, 2001

[Brough90] Broughton Geoffrey. *The Penguin English Grammar A-Z*. Penguin Books, London, 1990.

[Burton76] Burton-Roberts, N., *On the Generic Indefinite Article*. Language, vol. 52, no. 2, strony 427-448, 1976.

[Dahlba91] Dahlbäck Nils. *Representation of Discourse – Cognitive and Computational Aspects*. Dept. Of Computer and Information Science, Linköping University, 1991.

[Decler83] Declerck, R. *'It is Mr. Y' or 'He is Mr. Y.'*. Lingua, vol. 59, strony 209-246, 1983.

[DeRuŚw02] Derwojedowa Magdalena, Rudolf Michał, Świdziński Marek. *Two Formal Approaches to Polish Numeral Phrases Implemented.* W przygotowaniu, stan luty 2002, Uniwersytet Warszawski, 2002.

[Devlin99] Devlin Keith. *Żegnaj, Kartezjuszu*. Prószyński i S-ka, Warszawa, 1999.

[DoeEij96] van der Does Jaap. *Basic Quantifier Theory.* W van der Does J. i van Eijck J., ed., Quantifiers, Logic and Language, CSLI Publications, 1996.

[Does94] van der Does Jaap. *Applied Quantifier Logic*. Praca doktorska, Institute for Logic Language and Computation, University of Amsterdam, Amsterdam, 1994.

[Does96] van der Does Jaap. *Lectures on Quantifiers*. Nie publikowane materiały wykładowe przygotowane na ESLLI'96.

[Dougla97] Douglas-Kozłowska Christian. *The Articles in Polish-English Translation*. PWN, Warszawa, 1997.

[DoWaPe81] Dowty D.R., Wall, R.E., Peters S. *Introduction to Montague Semantics*, Dordrecht: D. Reidel, 1981.

[Dowty79] Dowty David R. *Word Meaning and Montague Grammar*. D. Reidel Pub. Com., Boston, 1979.

[EijKam97] van Eijck Jan, Kamp Hans. *Representing Discourse in Context*. w van Benthem J., ter Meulen A., editors, Handbook of Logic and Language, Elsevier, 1997.

[EncJęz93] *Encyklopedia językoznawstwa ogólnego*. pod red. Kazimierza Polańskiego, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław, 1993.

[Fernan97] Fernando Tim. *Logical Aspects of The Semantics-pragmatics Interface in Discourse*. Nie publikowane materiały wykładowe przygotowane na ESLLI'97.

[Fodor82] Fodor Janet D. *The Mental Representation of Quantifiers.* w Processes, Beliefs, and Questions. ed. Peters S. i Saarinen E., D. Reidel Pub. Com., 1982.

[FodSag82] Fodor J.D., Sag I.A. *Referential and Quantificational Indefinites*. Linguistics and Philosophy, vol. 5, strony 355-398, 1982.

[Fracas94] Cooper Robin i inni. *FraCaS – A Framework for Computational Semantics*. Niepublikowany raport LRE 62-051, FraCaS Consortium, University of Edinburgh, Edinburgh, 1994.

[GaKlPS85] Gazdar Gerald, Klein Ewan, Pullum Geoffrey K., Sag Ivan. *Generalized Phrase Structure Grammar*. Oxford, Blackwell, 1985.

[Geach62] Geach P.T. *Reference and Generality: An Examination of Some Medieval and Modern Theories*. Cornell University Press, Ithaca, 1962 (trzecia poprawiona edycja 1980).

[Gil82] Gil D. *Quantifier Scope, Linguistic Variation, and Natural Language Semantics*. Linguistic and Philosophy, vol. 5, str. 421-472, 1982.

[Granni73] Grannis, O.C. *The Indefinite Article in English*. Linguistiche Berichte no. 24, strony 29-34, 1973.

[Grice75] Grice H. P. *Logic and Conversation*. W *Syntax and Semantics* vol. 3 str. 41-58, Acad. Press, New York, 1975.

[GroSto91] Groenendijk Jeroen, Stokhof Martin. *Dynamic Predicate Logic*. Linguistics and Philosophy 14, str. 39-100, 1991.

[Grzegor72] Grzegorczykowa Renata. *Wykładniki kwantyfikacji w polskim zdaniu.* Z Polskich Studiów Slawistycznych, seria 4, Warszawa, 1972.

[Grzegor95] Grzegorczykowa Renata. *Wprowadzenie do semantyki językoznawczej*. PWN, Warszawa, 1995.

[Grzegor96] Grzegorczykowa Renata. *Wykłady z polskiej składni.* PWN, Warszawa, 1996.

[Hausser00] Hausser Roland. *The Four Basic Ontologies of Semantic Interpretation.* w ed. H. Jaakkola, H. Kangassalo, Proceedings of The 10th European-Japanese Conference on Information Modelling and Knowledge Bases (Saariselkä, 2000), Pori School of Technology and Economics, 2000.

[Hawkins78] Hawkins J. A. *Definiteness and Indefiniteness; A Study in Reference and Grammatically Prediction.* Croom Helm Linguistic Series, Croom Helm/Humanities Press, London, 1978.

[Heim82] Heim Irene R. *The Semantics of Definite and Indefinite Noun Phrases*. Praca doktorska, University of Massachusetts, 1982.

[Hempel97] Hempel Emilia. *Wybrane aspekty ujęcia kwantyfikatorów w teorii HPSG.* praca magisterska Wyd. Filozofii i Socjologii UMCS, Lublin, 1997.

[Hess89] Hess Michael. *Reference and Quantification in Discourse*. Nie publikowana dysertacja (*Habilitationsschrift*), University of Zurich, 1989.

[Hobbs86] Hobbs J. *Resolving Pronoun References*. W ed. B. Grosz, K. Sparck Jones, B.L. Webber, Readings in Natural Language Processing, (str. 193-205), Los Altos, Morgan Kaufman Pub., 1986.

[HobShi87] Hobbs Jerry, Shieber Stuart M. *An Algorithm for Generating Quantifier Scopings*. Computational Linguistics, Nr. 13, str. 47-63, 1987.

[Ioup77] Ioup G. *Specificity and the Interpretation of Quantifiers*. Linguistics and Philosophy, vol. 1, no. 2, strony 233-245, 1977.

[Janssen97] Janssen Theo M.V. *Compositionality.* W van Benthem J., ter Meulen A., editors, Handbook of Logic and Language, Elsevier, 1997.

[Kalisz93] Kalisz Roman. *Pragmatyka językowa.* Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, 1993.

[Kamp81] Kamp H. *A Theory of Truth and Semantic Representation.* W J. Groenendijk et al. ed., *Formal Methods in the Study of Language*. Mathematisch Centrum, Amsterdam, 1981.

[Kamp93] Kamp Hans, Reyle Uwe. *From Discourse To Logic.* Kluwer, 1993.

[Karolak90] Karolak Stanisław. *Kwantyfikacja a determinacja w językach naturalnych*. PWN, Warszawa, 1990.

[Karttu74] Karttunen L. *Presuppositions and Linguistic Context.* W Theoretical Linguistics 1, str. 181-194, 1974.

[KiLaWu95] Kifer Michael, Lausen Georg, Wu James. *Logical Foundations of Object-Oriented and Frame-Based Languages.* w Journal of the Association for Computing Machinery. Vol. 42, No. 4, VII 1995, str.741-843.

[Kiss91] Kiss Katalin É. *Logical Structure in Syntactic Structure: The Case of Hungarian*. w ed. J. Huang i R. May, Logical Structure and Linguistic Structure: A Cross-Linguistic Perspective (str. 111-147), Dordrecht, Kluwer, 1991.

[KeenSt81] Keenan Edward L., Stavi Jonathan. *A Semantic Characterization of Natural Language Determiners.* w UCLA Working Papers in Semantics, ed. Mordechay S., 1981.

[Kosesk82] Koseska-Toszewa V. *Semantyczne aspekty kategorii określoności / nieokreśloności*. Wyd. PAN, Warszawa, 1982.

[Kosesk92] Koseska-Toszewa V. *The Semantic Category of Definiteness/Indefiniteness in Bulgarian and Polish.* Slawistyczny Ośrodek Wydawniczy, Warszawa, 1992.

[Kripke80] Kripke Saul. *Naming and Necessity*. Basil Blackwell, Oxford, 1980.

[Krzesz73] Krzeszowski T.P. *The Relevance of Reference in Contrastive Generative Grammar*. W ed. Corder P. i Roulet E. Theoretical Models in Applied Linguistics, str.21-30, Brussels: AIMAV, Paris: Didier, 1973.

[LarSeg95] Larson Richard, Segal Gabriel. *Knowledge of Meaning.* MIT Press, Cambridge, 1995.

[Lewis79] Lewis D. *Scorekeeping in a Language Game*. W Journal of Philosophical Logic 8, str. 339-359, 1979.

[Lindst66] Lindström Per. *First-order Predicate Logic with Generalized Quantifiers.* W *Theoria* 32, str. 186-195, 1966.

[Link83] Link Goderhard. *The Logical Analysis of Plurals and Mass Terms: A Lattice-Theoretical Approach*. W ed. R. Bäuerle, Ch. Schwarze, A. von Stechow. Meaning, Use and Interpretation of Language. str. 303-323, Berlin/New York, de Gruyter, 1983.

[Lyons83] Lyons John. *Semantyka*. PWN, Warszawa, 1983.

[Łabuze99] Łabuzek Marek. *Modelowanie znaczenia domyślnego w tekstach w języku polskim*. Praca magisterska Wydziałowy Zakład Informatyki, Wydział Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1999.

[ŁabPia01] Łabuzek Marek, Piasecki Maciej. *Linguistically Annotated Data Sets for the Polish-English Machine Translation System*. Przyjęte do druku w 4th European Conference on Formal Description of Slavic Languages (FDSL-4) Potsdam'01, 2001.

[MaiSha85] Maida Anthony S., Shapiro Stuart C. *Intensional Concepts in Propositional Semantic Networks*. W ed. Branchman Ronald J. i Levesque Hector J., *Readings in Knowledge Representation*. Morgan Kaufmann Publishers, Los Altos, 1985.

[Marcin99] Marciniak Małgorzata. *Towards a Binding Theory for Polish*. W *Slavic in Head-driven Phrase Structure Grammar*, R. D. Borsley i A. Przepiorkowski ed., str. 125-147, CSLI Publications, Stanford, 1999.

[Marcin01] Marciniak Małgorzata. *Algorytmy implementacyjne syntaktycznych reguł koreferencji zaimków dla języka polskiego sformułowanych w HPSG*. Praca doktorska, Instytut Podstaw Informatyki PAN, 2001.

[MarPie96] Martinek Jacek, Pietrzak Paweł. *Architektura metawarstwowa systemów i jej tworzenie w Prologu*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 1996.

[Matysi02] Matysiak Ireneusz. *Wykrywanie koreferencji językowych na potrzeby systemu dialogowego.* Praca magisterska, Wydziałowy Zakład Informatyki, Wydział Informatyki i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej, 2002.

[May77] May Robert. *The Grammar of Quantification*. Praca doktorska, MIT, 1977.

[McDowe80] McDowell John. *Meaning, Communication and Knowledge*. W *Philosophical Subjects: Essays Presented to P. F. Strawson*, ed. Z. Van Straaten, str. 117-139, Oxford University Press, Oxford 1980.

[Mieczk95] Mieczkowska Halina. *Studia nad liczebnikiem*. Universitas, Kraków, 1995.

[Miśkow02] Miśkowicz Andrzej. *Automatyczna analiza wypowiedzi na potrzeby komunikacji z wirtualnym robotem*. Praca magisterska, Wydziałowy Zakład Informatyki, Wydział Informatyki i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej, 2002.

[Montag70a] Montague Richard. *English as a Formal Language.* W Linguaggi nella Societá e nella Tecnica, ed. Visentini B. et al., Edizioni di Comunitá, Mediolan, 1970.

[Montag70b] Montague Richard. *Universal Grammar.* W *Formal Philosophy*, str. 222-246, Yale University Press, New Haven, 1970.

[Montag73] Montague Richard. *The Proper Treatment of Quantification in Ordinary English*. W *Approaches to Natural Language: Proceedings of the 1970 Stanford Workshop on Grammar and Semantics.* ed. J. Hintikka, J. Moravcsik i P. Suppes, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1973.

[Mostow57] Mostowski Andrzej. *On Generalization of Quantifiers.* Fundamenta Mathematicae 44:12-36, 1957.

[Muskens96] Muskens R. *Combining Montague Semantics and Discourse Representation.* Linguistics and Philosophy 19, str. 143-186, 1996

[Mykow01] Mykowiecka Agnieszka. *Który vs. kto – Polish Noun-modifying Relative Clauses*. W ed. Zybatow G, Junghanns U., Mehlhorn G., Szucsich L., Current Issues in Formal Slavic Linguistics, str. 127-136, Peter Lang, 2001.

[Nebel90] Nebel Bernhard. *Reasoning and Revision in Hybrid Representation Systems*. Springer-Verlag, seria LNAI 422, 1995.

[NoSłPP99] *Nowy słownik poprawnej polszczyzny*. Pod redakcją A. Markowskiego, PWN, Warszawa, 1999.

[Paduče92] Padučeva E.V. *Wypowiedź i jej odniesienie do rzeczywistości.* PWN, Warszawa, 1992.

[Park95] Park Jong C. *Quantifier Scope and Constituency.* W Proceedings of the Annual Meeting for the Association for Computational Linguistics (ACL), str. 205-212, Cambridge, 1995.

[Park96a] Park Jong C. *A Lexical Theory of Quantification in Ambiguous Query Interpretation.* Praca doktorska, IRCS Report 96--27, University of Pennsylvania, 1996.

[Park96b] Park Jong C. *Quantifier Scope, Lexical Semantics, and Surface Structure Constituency.* IRCS Report 96--28, University of Pennsylvania, 1996.

[PerShi87] Perreira Fernando C.N., Shieber Stuart M. *Prolog and Natural Language Analysis*. CSLI Lecture Notes Nr. 10, 1987.

[PerWar80] Perreira Fernando C.N., Warren D. *Definite Clause Grammars for Language Analysis*. W Artificial Intelligence 13, str. 231-278, 1980.

[Piasec93] Piasecki Maciej. *Modelowanie zdań twierdzących języka polskiego za pomocą formuł rachunku intensjonalnego*. Praca magisterska, Wydział Elektroniki, Politechnika Wrocławska, 1993.

[Piasec98] Piasecki Maciej. *Some Aspects of Semantic Representation for Polish Determiners.* W Speech and Language Technology. Vol. 2, ed. Jassem W., Basztura Cz. i Jassem K., Polskie Towarzystwo Fonetyczne, 1998.

[Piasec99] Piasecki Maciej. *Koncepcja obiektowego modelu znaczenia polskiej frazy nominalnej.* Postscriptum Nr 27-29, Kwartalnik Szkoły Języka i Kultury Polskiej, Uniwersytet Śląski w Katowicach, 1999.

[Piasec00a] Piasecki Maciej. *The Multidimensional Approach to Quantification and Reference in the Noun Phrase.* W Thessaloniker interkulturelle Analysen. Akten des 33. Linguistichen Kolloquiums, red. Dorfmuller-Karpusa K., Vretta-Panidou E., Thessaloniki, [24.-26. September] 1998, Peter Lang 2000.

[Piasec01a] Piasecki Maciej. *A Dynamic Approach to Quantification and Reference in Polish Noun Phrase*. W ed. Zybatow G, Junghanns U., Mehlhorn G., Szucsich L., Current Issues in Formal Slavic Linguistics, str. 436-446, Peter Lang, 2001.

[Piasec01b] Piasecki Maciej. *Semantic and Syntactic Aspects of Reference and Quantification in Polish Noun Phrase.* Przyjęte do druku w 4th European Conference on Formal Description of Slavic Languages (FDSL-4) Potsdam'01, 2001.

[Piasec02a] Piasecki Maciej. *Kompozycyjne podejście do modelowania znaczenia tekstu*. W Materiałach V Konferencji Naukowej „Sztuczna Inteligencja SzI-17'2002", red. M. A. Kłopotek, J. Tchórzewski, Wyd. Akademii Podlaskiej, Siedlce, 2002.

[Piasec02b] Piasecki Maciej. *Dynamic Representation of Nominal Anaphora without Syntactic Indexing*. Przyjęte do druku w materiałach konferencji: International Workshop for Computational Semantics 5, Tilburg'2003, 2002.

[Pietra02] Pietrasz Marek. *Aktualizacja bazy wiedzy w oparciu o percepcję w ramach wirtualnego robota*. Praca magisterska, Wydziałowy Zakład Informatyki, Wydział Informatyki i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej, 2002.

[Polań84] *Słownik syntaktyczno-generatywny czasowników polskich*. Pod red. Polański K., PAN Instytut Języka Polskiego i Zakład Narodowy im. Ossolińskich, 1984.

[PolSag94] Pollard Carl, Sag Ivan A. *Head-Driven Phrase Structure Grammar.* The University of Chicago Press, Chicago & London, 1994.

[Przepió99] Przepiórkowski Adam *Case Assignment and the Complement/Adjunct Dichotomy A Non-Configurational Constraint-Based Approach.* Praca doktorska, Universitä Tübingen, 1999.

[PrzKMM02] Przepiórkowski Adam, Kupść Anna, Marciniak Małgorzata, Mykowiecka Agnieszka. *Formalny opis języka polskiego: Teoria i implementacja.* Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2002.

[RumJac02] Rumbaugh James, Jacobson Ivar. *UML przewodnik użytkownika*. WNT, Warszawa, 2002.

[Rusak02] Rusak Anna. *Integration of Discourse Representation Structures with Knowledge Base of Virtual Agent*. Praca magisterska, Wydziałowy Zakład Informatyki, Wydział Informatyki i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej, 2002.

[Russell05] Russell B. *On Denoting*. W Mind, vol. 14, str. 479-493, 1905.

[RussNor95] Russel Stuart J. Norvig Peter. *Artificial Intelligence A Modern Approach.* Prentice-Hall International, 1995.

[Sandt89] Sandt Rob van der. *Anaphora and Accommodation*. W ed. R. Bartsch, J. van Benthem i P van Emde-Boas, *Semantics and Contextual Expression*. Foris, Dordrecht, 1989.

[Searle69] Searle J. R. *Speech acts: An essay in the philosophy of language*. Cambridge Univ. Press, London, 1969.

[SalŚwi98] Saloni Zygmunt, Świdziński Marek. *Składnia współczesnego języka polskiego.* PWN, Warszawa 1998.

[Straws71] Strawson Peter F. *Meaning and Truth*. W *Logico-Linguistic Papers* str. 170-189, ed. P. F. Strawson, Menthuen, London 1971.

[Straws80] Strawson Peter F. *Reply to McDowell.* Jeden z paragrafów *P. F. Strawson Replies* w *Essays Presented to P. F. Strawson*, str. 282-287, ed. Z. van Straaten, Oxford University Press, Oxford, 1980.

[SyWoTa99] *Syntactic Wordclass Tagging*. ed. Hans van Halteren, Kluwer, Dordrecht, 1999.

[Szpako83] Szpakowicz Stanisław. Formalny opis składniowy zdań polskich. Wyd. UW, Warszawa, 1983.

[Szwede76] Szwedek A.J. *Word Order, Sentence Stress and Reference in English and Polish*. Linguistic Research Inc., Edmonton, 1976

[Świdzi92] Świdziński Marek. *Gramatyka formalna języka polskiego.* Wyd. UW, Warszawa, 1992.

[Tarski44] Tarski Alfred. *The Semantic Concept of Truth*. W Philosophy and Phenomenological Research 4: 341-375, 1944.

[Tokarz93] Tokarz Marek. *Elementy pragmatyki logicznej.* PWN, Warszawa, 1993.

[Topoli84] Topolińska Zuzanna. *Składnia grupy imiennej*. W: Gramatyka współczesnego języka polskiego, t. 1, Składnia, Warszawa, 1984.

[Vetula87] Vetulani Zygmunt. *On Bellert's Proposal Concerning Quantificational Universals.* Studia Logica XLVI, 4, Ossolineum, Wrocław, 1987.

[Vetula95] Vetulani Zygmunt. *Język polski jako interfejs w komunikacji człowiek-komputer: system Polint.* materiały konferencyjne Poznańska Szkoła Matematyczna, Wyd. UAM, Poznań, 1995.

[Vetula02] Vetulani Zygmunt. *Free Order DCG (FROG) in application to formal description of semi-free word order languages*. W Materiałach V Konferencji Naukowej „Sztuczna Inteligencja SzI-17'2002", red. M. A. Kłopotek, J. Tchórzewski, Wyd. Akademii Podlaskiej, Siedlce, 2002. str. 59 - 72.

[Vetula02b] Vetulani Zygmunt. *Komputerowe modelowanie kompetencji językowej*. Praca w przygotowaniu, UAM Poznań, stan XI 2002.

[Vermeu93] Vermeulen C.F.M. *Merging without Mystery or: Variables in Dynamic Semantics.* Journal of Philosophical Logic. Nr. 24, str. 405-450, 1995.

[Wielem02] Wielemaker Jan. *SWI-Prolog 5.1.3 Reference Manual*. Dokumentacja elektroniczna: http://www.swi-prolog.org, stan grudzień 2002.

[Wilks86] Wilks Yorick. *An Intelligent Analyzer and Understander of English.* w ed. B. Grosz, K. Sparck Jones, B.L. Webber, Readings in Natural Language Processing, (str. 193-205), Los Altos, Morgan Kaufman Pub., 1986.

[Winog86] Winograd T. A *Procedural Model of Language Understanding*. W ed. B. Grosz, K. Sparck Jones, B.L. Webber, Readings in Natural Language Processing, (str. 193-205), Los Altos, Morgan Kaufman Pub., 1986.

[Woods86] Woods W.A. *Semantics and Quantification in Natural Language Question Answering*. w ed. B. Grosz, K. Sparck Jones, B.L. Webber, Readings in Natural Language Processing, (str. 193-205), Los Altos, Morgan Kaufman Pub., 1986.

[Węgrzy95] Węgrzynek Katarzyna. *Składnia przymiotnika polskiego w ujęciu generatywno-transformacyjnym.* PAN Instytut Języka Polskiego, Kraków, 1995.

[Zawado89] Zawadowski Marek. *Formalization of the Feature System in Terms of Pre-orders*. Dodatek do Bellert I. *Feature System for Quantification Structures in Natural Language.* Foris Publications, Dordrecht, 1989.

[Zuber98] Zuber Richard. *Constrained Functions and Semantic Information*. W de Rijke M., Ginzburg J., and Moss L., editors, Logic, Language and Information, vol. III, CSLI Publications, Stanford University, 1998.