Jakub Szymanik

PROBLEMY Z FORMĄ LOGICZNĄ[1]

0. Wstęp. Sformułowanie zagadnienia

Badanie wyrażeń kwantyfikujących odgrywa istotną rolę we współczesnych teoriach lingwistycznych. Jedną z ważniejszych w tym kontekście kwestii podniósł Jaakko Hintikka w artykule *Quantifiers vs. Quantification Theory.* Hintikka broni tam między innymi następującej tezy:

> (H) Istnieją zdania języka naturalnego, które wymagają użycia istotnie nieliniowych prefiksów kwantyfikatorowych[2] dla adekwatnego wyrażenia ich formy logicznej [Hintikka 1973:350].

Obrona tego typu hipotezy polega na wskazaniu przykładów i uzasadnieniu, że ich adekwatna forma logiczna nie jest wyrażalna w logice elementarnej. Hintikka podaje kilka przykładów zdań języka angielskiego, które w jego mniemaniu nie posiadają formy logicznej równoważnej żadnej formule logiki elementarnej. Za najprostszy przykład pod względem składniowym Hintikka uznaje zdanie:

> (1) Pewien krewniak każdego wieśniaka i pewien krewniak każdego mieszczucha nienawidzą się nawzajem [Hintikka 1973:344][3].

Hipoteza Hintikki wywołała lawinę komentarzy (zob. m.in.: Gabbay, Moravcsik 1974, Guenthner & Hoepelman 1976, Stenius 1976, Hintikka 1976, Mostowski, Wojtyniak 2004).W dyskusji tej ważne miejsce zajmują dwa artykuły, w których próbuje się podsumować i uporządkować wyniki dociekań (zob. Barwise 1979, Mostowski 1994).

Niniejszy artykuł poświęcony jest formie logicznej zdania (1), które będę nazywać zdaniem Hintikki. Pomimo, że przedstawione rozważania prowadzą do wniosku, iż nic nie przesądza o nieliniowym charakterze zdania (1), to jednak nie próbuję podważać samej tezy (H). Chociaż uznaję, że (1) jest przykładem nieprzekonującym, to jednak uważam, że w samej

---

[1] Artykuł ten bardzo wiele zawdzięcza uwagom prof. Barbary Stanosz i prof. Marcina Mostowskiego.
[2] Prefiksy nieliniowe (rozgałęzione) zostały wprowadzone przez Henkina (zob. Henkin 1961).
[3] Zakłada się tutaj, że zbiory mieszczuchów i wieśniaków są rozłączne oraz że każdy jest swoim własnym krewniakiem.

dyskusji podano przykłady lepsze. W szczególności godny uwagi jest przykład sformułowany przez Barwise'a:

(2) Większość krewniaków każdego wieśniaka i większość krewniaków każdego mieszczucha nienawidzi się nawzajem [Barwise 1979:60].

Innymi słowy, przedmiotem krytyki będzie tylko następująca teza:

(H') Do adekwatnego wyrażenia formy logicznej zdania (1) niezbędne jest użycie istotnie nieliniowych prefiksów kwantyfikatorowych.

Poniżej rozważę argumenty, które zostały sformułowane na poparcie (H') i wyjaśnię, dlaczego wydają mi się one niewystarczające.

1. Argumenty Hintikki

Rozumowanie Hintikki przebiegało w następujący sposób. Zwrot „pewien krewniak każdego wieśniaka..." powinien mieć następującą formę logiczną: $\forall x\exists y[\mathrm{W}(x)\Rightarrow(\mathrm{K}(x, y)\wedge...)]$. Podobnie wyrażenie „pewien krewniak każdego mieszczucha...": $\forall z\exists w[\mathrm{M}(z)\Rightarrow(\mathrm{K}(z, w)\wedge...)]$. Jeżeli teraz połączymy te dwa schematy w następujący sposób:

(3) $\forall x\exists y\forall z\exists w\ [(\mathrm{W}(x)\wedge\mathrm{M}(z))\Rightarrow(\mathrm{K}(x, y)\wedge\mathrm{K}(z, w)\wedge\mathrm{N}(y, w))]$

to wybór krewniaka wieśniaka y będzie zależał tylko od wieśniaka x, podczas gdy wybór krewniaka mieszczucha w byłby zależny zarówno od wieśniaka x jak i mieszczucha z, co obrazuje wyraźnie przekład tego zdania na logikę II rzędu, gdzie f i g są funkcjami Skolema:

(4) $\exists f\exists g\ \forall x\ \forall z\ [(\mathrm{W}(x)\wedge\mathrm{M}(z))\Rightarrow(\mathrm{K}(x, f(x))\wedge\mathrm{K}(z, g(x, z))\wedge\mathrm{N}(f(x), g(x, z)))]$

Takie odczytanie zdania (1) nie może być jednak odczytaniem właściwym, gdyż sugeruje ono, iż (1) nie jest prawdziwe w tych samych sytuacjach, co zdanie względem niego równoważne:

(5) Pewien krewniak każdego mieszczucha i pewien krewniak każdego wieśniaka nienawidzą się nawzajem.

Postępując, bowiem analogicznie jak w przypadku zdania (1) przyporządkowalibyśmy zdaniu (5) następującą formę logiczną:

(6) $\forall z \exists w \forall x \exists y\ [(\mathrm{W}(x) \wedge \mathrm{M}(z)) \Rightarrow (\mathrm{K}(x, y) \wedge \mathrm{K}(z, w) \wedge \mathrm{N}(y, w))]$,

której odpowiada:

(7) $\exists g \exists f\ \forall z\ \forall x\ [(\mathrm{W}(x) \wedge \mathrm{M}(z)) \Rightarrow (\mathrm{K}(x, \mathrm{f}(z, x)) \wedge \mathrm{K}(z, g(z)) \wedge \mathrm{N}(f(z, x), g(z)))]$.

Teraz wybór krewniaka mieszczucha *w*, będzie zależał tylko od mieszczucha *z*, a wybór krewniaka wieśniaka *y* zarówno od mieszczucha *z* jak i wieśniaka *x*. Hintikka twierdzi, iż liniowe odczytanie zdań (1) i (5) jest niezgodne z tym, iż zdania te mają identyczne warunki prawdziwości. Tymczasem (3) nie jest równoważne (6). Hintikka konkluduje, iż wobec tego (3) nie jest adekwatną formą logiczną zdania (1). I do tego miejsca zgodzimy się z fińskim filozofem.

Jednakże Hintikka idzie dalej i twierdzi, iż w takim razie potrzebny jest zapis, w którym ani prefiks „$\forall x \exists y$” nie poprzedza „$\forall z \exists w$”, ani na odwrót, i proponuje przyporządkowanie zdaniu (1) formy logicznej:

(8) $\begin{matrix} \forall x \exists y \\ \forall z \exists w \end{matrix}$ [4] $[(\mathrm{W}(x) \wedge \mathrm{M}(z)) \Rightarrow (\mathrm{K}(x, y) \wedge \mathrm{K}(z, w) \wedge \mathrm{N}(y, w))]$,

która po skolemizacji przybiera postać:

(9) $\exists f\ \exists g\ \forall x\ \forall z\ [(\mathrm{W}(x) \wedge \mathrm{M}(z)) \Rightarrow (\mathrm{K}(x, \mathrm{f}(x)) \wedge \mathrm{K}(z, \mathrm{g}(z)) \wedge \mathrm{N}(\mathrm{f}(x), \mathrm{g}(z)))]$

Innymi słowy, wybór krewniaka wieśniaka *y* zależy tylko od wieśniaka *x*, a wybór krewniaka mieszczucha *w* zależy tylko od mieszczucha *z*. Forma logiczna (8) spełnia warunek równoważności dla zdań (1) i (5) [Hintikka 1973: 345]. Formuła (8) nie jest równoważna żadnej formule logiki elementarnej [zob. Barwise 1979:71] i dlatego powiemy, że jest istotnie nieliniowa. Formułę (8) nazwiemy m o c n y m o d c z y t a n i e m zdania (1).

Czy rozumowanie Hintikki wystarcza jako argument za (H')?

Zdecydowanie nie. Hintikka przekonuje nas tylko, co do tego, że formą logiczną zdania (1) z pewnością nie jest formuła (3), ponieważ (1) i (5) powinny mieć te same warunki prawdziwości. Nie rozważa on natomiast żadnej konkurencji dla formuły (8), a przecież istnieją formuły logiki elementarnej, które mogłyby służyć jako forma logiczna zdania (1) i (5) zarazem. Taką formułą jest:

[4] W powyższym zapisie każda zmienna egzystencjalna zależy od wszystkich zmiennych ogólnych występujących na lewo od niej w tym samym wierszu i tylko od nich.

(10) $\forall x \forall z \exists y \exists w\ [(\mathrm{W}(x) \wedge \mathrm{M}(z)) \Rightarrow (\mathrm{K}(x, y) \wedge \mathrm{K}(z, w) \wedge \mathrm{N}(y, w))]$,

Formuła (10) to tzw. słabe odczytanie zdań (1) i (5).

Pojawia się pytanie, dlaczego Hintikka nie zwrócił uwagi na tę możliwość. Barwise sugeruje, iż powodem jest „gwałcenie" przez (10) struktury gramatycznej (1) przez nienaturalne (*ad hoc)* postawienie obok siebie dwóch fraz „pewien każdego" [Barwise 1979:53]. Zarzut ten jest nieuzasadniony, bo przecież formę logiczną, którą traktujemy jako głęboką strukturę zdania, niemal zawsze cechuje tak rozumiana „nienaturalność" syntaktyczna. Rozważmy chociażby następujące zdania wraz z ich formami logicznymi:

(12) Każdy człowiek jest śmiertelny.

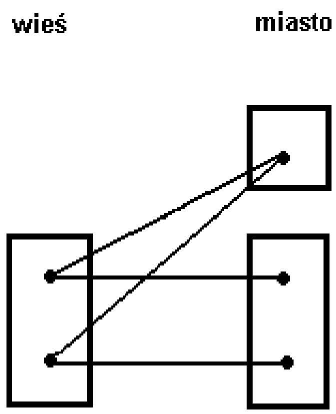
(13) $\forall x\ [\mathrm{C}(x) \Rightarrow \mathrm{Ś}(x)]$

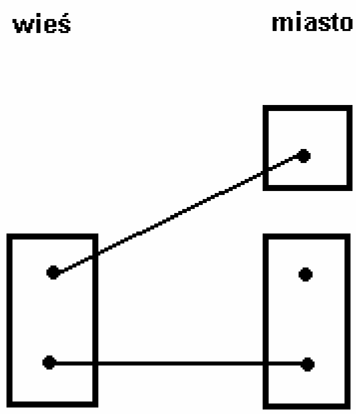
(14) Wszystkie książki pewnego filozofa są bezwartościowe.

(15) $\exists x \forall y\ [\mathrm{F}(x) \wedge \mathrm{K}(y) \wedge \mathrm{A}(x, y) \Rightarrow \mathrm{B}(y$

Przypisane powyżej formy logiczne nie wydają się kontrowersyjne, lecz wszystkie one gwałcą w jakiś sposób składnię zdań. W zdaniu (12) nie występuje funktor „jeżeli, to", a w (13) występuje „$\Rightarrow$". W zdaniu (14) kwantyfikator ogólny występuje przed szczegółowym, lecz w (15) jest na odwrót.

Pokazuje, to jak jałowe jest pojęcie „naturalności" formy logicznej zdania. Narzucającym się kryterium adekwatności formy logicznej jest zgodność pod względem warunków prawdziwości, tzn. powiemy, że forma logiczna danego zdania jakiegoś języka jest adekwatna, gdy jest prawdziwa tylko w tych modelach, w których prawdziwe jest to zdanie. Nasz problem przybiera więc postać następującego pytania: czy warunki prawdziwości zdania (1) oddaje formuła (8), czy (10)? Formuły te nie są równoważne, (8) implikuje (10), lecz wynikanie odwrotne nie zachodzi. Zależność tę można zobrazować na ilustracjach, na których z lewej strony znajduje się wieś, z prawej miasto, kropki w jednym prostokącie symbolizują krewniaków, natomiast linie oznaczają relację nienawidzenia się.



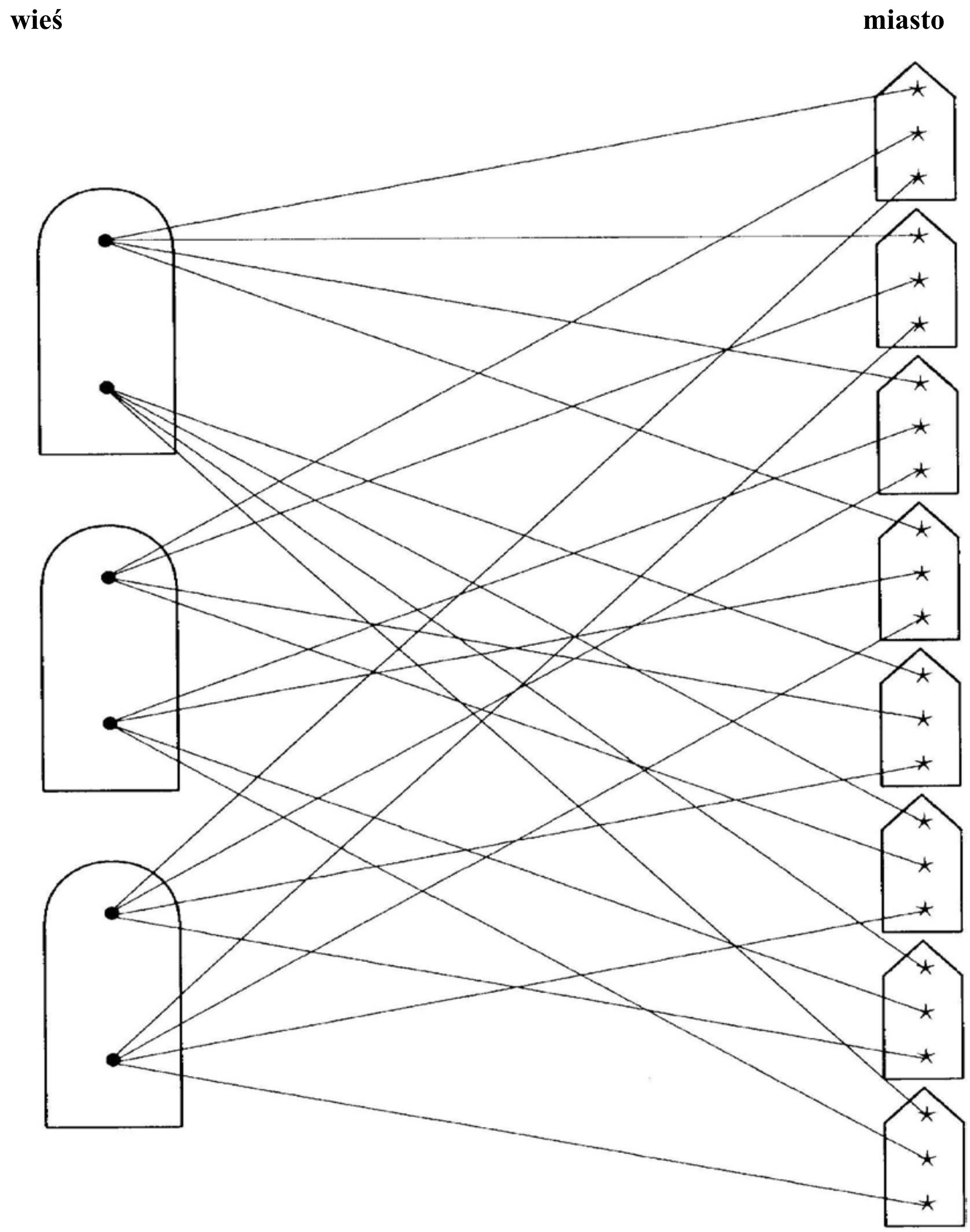


RYS. 1 Model dla odczytania mocnego. RYS. 2 Model dla odczytania słabego

2. Test Barwise'a

Barwise w artykule *On Branching Quantifiers in English* przedstawia dwa argumenty za przyporządkowaniem zdaniu (1) liniowej formy logicznej[5]. Jeden z argumentów opiera się na empirycznym teście uznawania zdania (1) na przedstawionym rysunku. Barwise analizuje ilustrację, na której stosunki pomiędzy mieszczuchami a wieśniakami są zatrważające. Każdy mieszczuch nienawidzi się nawzajem z każdym wieśniakiem, poza jednym, z którym na rysunku 3. jest połączony linią. Ogółem, na rysunku 3. ze 144. (6×24) par mieszczuch - wieśniak, 120 par nienawidzi się nawzajem, a tylko 24 nie nienawidzą się. Pytanie, które zadawano badanym brzmiało: Czy na rysunku 3. pewien krewniak każdego wieśniaka i pewien krewniak każdego mieszczucha nienawidzą się nawzajem? Innymi słowy, czy na rysunku 3. pewna kropka w każdej chacie i pewna gwiazdka w każdym domu nie są połączone linią? Czytelnik zapewne sam rozstrzygnie tę kwestię.

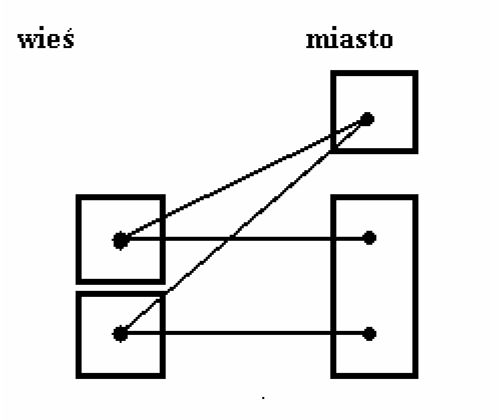
[5] Czyli formy logicznej z liniowym prefiksem kwantyfikatorowym.



RYS. 3 Diagram Barwise'a.

Jeżeli czytelnik, zdecydował, że (1) jest prawdziwe na przedstawionej ilustracji, to tym samym odrzucił mocne odczytanie. Odczytanie rozgałęzione stwierdza, iż możemy wybrać z każdej chaty wieśniaka (kropkę) i dobrać mu krewniaka, a następnie zapomnieć o wieśniakach i niezależnie wybrać mieszczucha (gwiazdkę) z każdego domu i dobrać mu krewniaka, a w efekcie ci wybrani krewniacy (trzy kropki i osiem gwiazdek) będą się nienawidzili (nie będą połączeni linią). To jest oczywiście niemożliwe, o czym czytelnik zechce się sam przekonać. Barwise stwierdza: „Zgodnie z moim doświadczeniem, istnieje prawie uniwersalna skłonność, aby przyznawać, iż na rysunku 3. pewna kropka w każdej chacie oraz pewna gwiazdka w każdym domu nie są połączone linią” [Barwise 1979:51]. Eksperymenty Barwise'a[6] wskazują więc na to, że użytkownicy języka uznają słabe odczytanie za referencyjnie prawdziwe.

Pierwszą wątpliwością, która nasuwa się, co do eksperymentu jest pytanie, czy graficzna zawiłość rysunku nie miała wpływu na wynik. Kwestię tę podniósł Mostowski, a następnie zaproponował modyfikację diagramu Barwise'a. Na rysunku 4. linie oznaczają relacje nienawidzenia.



RYS. 4 Uproszczony diagram Barwise'a.

Mostowski stwierdza także, iż to dość znaczne uproszczenie nie ma raczej wpływu na odpowiedzi badanych [Mostowski 1994:223]. Sugeruje, iż komplikacja odczuwalna podczas rozważania rysunków 3. oraz 4. może być spowodowana wysoką złożonością algorytmiczną problemu [Mostowski 1994:229][7].

Należy podkreślić, że zarówno badania Barwise'a jak i Mostowskiego miały charakter tylko i wyłącznie pilotażowy. Nigdy nie przeprowadzono eksperymentów tego typu na szeroka skalę i nie poddano wyników analizie statystycznej. Jednakże próby te wydają się obiecujące. Pojawia się jednak zasadnicze pytanie, jak tego typu badania powinny być prowadzone, abyśmy byli skłonni zaakceptować wynik. Jak powinna wyglądać metoda prowadzenia badań empirycznych, uwzględniających kwestie złożoności obliczeniowej problemów[8], nad interpretacją pewnych zdań przez użytkowników języka? Czy badania takie mogą być konkluzywne? Czy dane statystyczne na temat tego jak ludzie rozumieją pewne

---

[6] Eksperyment Barwise'a polega na ustaleniu, czy użytkownicy języka uznają zdanie Hintikki za prawdziwe w sytuacji przedstawionej na rysunku 3.

[7] Wychodząc od spostrzeżenia, iż naturalną dziedziną interpretacji zdania Hintikki jest uniwersum skończone Mostowski i Wojtyniak dowodzą, że problem prawdziwości mocnego odczytania zdania Hintikki w modelach skończonych jest problemem NP-zupełnym [Mostowski & Wojtyniak 2002: 6]

[8] Ogólne wprowadzenie do teorii złożoności obliczeniowej zawiera np. książka Papadimitriou 1994. Dyskusję związku kwantyfikatorów rozgałęzionych z problemami złożoności obliczeniowej znajdzie czytelnik w pracy Blass & Gurevich 1986.

zdania są ważne z punktu widzenia badań nad formą logiczną? Pytania te domagają się osobnego opracowania, w którym wiele miejsca powinno się poświęcić pojęciu „formy logicznej” oraz kryteriom jej adekwatności.

3. Związki inferencyjne

Mostowski zauważa [Mostowski 1994: 219], iż ze zdania (1) skłonni jesteśmy wywnioskować:

(16) Każdy wieśniak ma jakiegoś krewniaka.

Spostrzeżenie to jest argumentem za wprowadzeniem poprawki do rozważanych form logicznych. Faktycznie, z (8) i (10) nie wynika:

$$(17) \quad \forall x\, [\mathrm{W}(x) \Rightarrow \exists y\, \mathrm{K}(x, y)]$$

podczas, gdy wynika już ono z poprawionych formuł [Mostowski 1994: 219-222]. Wersja mocna przybiera postać:

$$(18) \quad \begin{array}{l} (\forall x{:}\ \mathrm{W}(x))(\exists y{:}\ \mathrm{K}(x, y)) \\ (\forall z{:}\ \mathrm{M}(z))(\exists w{:}\ \mathrm{K}(z, w)) \end{array} [\mathrm{N}(y, w)]$$

Analogiczna poprawka dla wersji słabej daje w efekcie formułę:

$$\begin{array}{ll} (19) & \forall x\, (\mathrm{W}(x) \Rightarrow \exists y\, \mathrm{K}(x, y)) \wedge \forall z\, (\mathrm{M}(z) \Rightarrow \exists w\, \mathrm{K}(z, w)) \wedge \\ & \quad \wedge \forall x \forall z \exists y \exists w\, ((\mathrm{W}(x) \wedge \mathrm{M}(z)) \Rightarrow (\mathrm{K}(x, y) \wedge \mathrm{K}(z, w) \wedge \mathrm{N}(y, w))) \end{array}$$

Zamiast wzmacniania form logicznych (8) i (10) odpowiednio do (18) i (19) można obstawać przy tym, że formą logiczną (1) jest (10) lub (8), a skłonność do inferowania (16) z (1) tłumaczyć względami pragmatycznymi. Tym mianowicie, że zwykliśmy wyprowadzać ze zdań wnioski entymematycznie, na gruncie całej naszej wiedzy – w tym wypadku na gruncie wiedzy o niepustości predykatów „wieśniak” i „mieszczuch”.

Wynikanie (16) z (1) nie jest natomiast argumentem, ani za słabym, ani za mocnym odczytaniem zdania Hintikki, ponieważ w jego świetle obie formy (rozgałęziona i liniowa) zachowują się tak samo. Przed poprawką wynikanie nie zachodzi, co sugeruje, że ani (8), ani

(10) nie są adekwatną formą logiczną (1). Natomiast zarówno (8) jak i (10) łatwo poprawić, aby temu wynikaniu sprawiły zadość, odpowiednio na (18) oraz (19).

Mostowski, odwołując się do własności inferencyjnych (1), podważa słabe odczytanie w jeszcze inny sposób. Ze zdania (1) oraz zdania:

(20) Jan jest wieśniakiem.

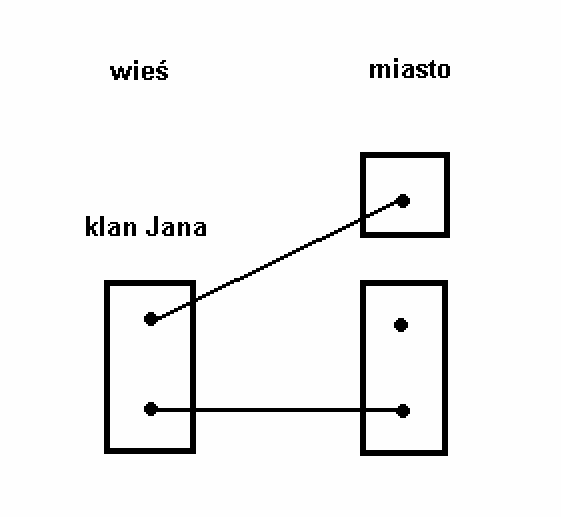
kompetentny użytkownik języka wyciągnie wniosek:

(21) Pewien krewniak Jana i pewien krewniak każdego mieszczucha nienawidzą się wzajemnie.

Jeżeli przyjmiemy słabe odczytanie (1), to (21) uznamy za prawdziwe na zaprezentowanym poniżej rysunku 5. Zdaniu (21) przypisuje Mostowski implicite następującą formę logiczną:

(22) $\exists x\ [K(\text{Jan}, x) \wedge \forall y(M(y) \Rightarrow \exists z(K(y, z) \wedge N(x, z))]$

Formuła (22) jest fałszywa w modelu na rysunku 5., w którym prawdziwa jest formuła (19), lecz fałszywa (18). Innymi słowy, (22) wynika z mocnego odczytania (1), lecz nie wynika z odczytania słabego. Argument ten wskazuje więc, iż chcąc zachować naturalne własności inferencyjne (1) powinniśmy raczej przyjąć jego mocne (18) niż słabe (19) odczytanie.



RYS 5. Czy na rysunku przedstawiono sytuację opisaną zdaniem (22)?

Argument ten nie rozstrzyga jednak sprawy, gdyż wydaje się iż (21) można przypisać inną formę logiczną niż (22). (22) stwierdza istnienie takiego krewniaka Jana, że nienawidzi on jakiegoś krewnego każdego mieszczucha, podczas - gdy moim zdaniem - (21) niczego takiego nie przesądza. Zdanie (21) mówi tylko tyle, że każdy mieszczuch ma krewniaka, który nienawidzi się z jakimś krewniakiem Jana (każdy mieszczuch może nienawidzić się z innym krewniakiem Jana). Dlatego (21) należy raczej przypisać odczytanie:

$$(24) \quad \forall y\, [\mathrm{M}(y) \Rightarrow \exists x\, (\mathrm{K}(\mathrm{Jan}, x) \wedge \exists z\, (\mathrm{K}(y, z) \wedge \mathrm{N}(x, z)))]$$

które jest prawdziwe w przedstawionym modelu i wynika ze słabego odczytania zdania Hintikki.

4. Negacyjna normalność Barwise'a

Jon Barwise proponuje również inny test, który ma pozwalać na ustalenie, czy dane zdanie języka naturalnego ma istotnie nieliniową formę logiczną. Pomysł opiera się na spostrzeżeniu, iż dla istotnie nieliniowego prefiksu kwantyfikatorowego nie można zbudować dualnego prefiksu przez reorganizację zależności w ramach tego prefiksu i dualizację kwantyfikatorów elementarnych[9] [zob. Krynicki & Mostowski 1995].

Rozważmy zdanie (25) oraz jego negację, którą można sformułować w dwojaki sposób bądź przez poprzedzenie zdania operatorem „nieprawda, że" - zdanie (26), bądź przez zamianę zaimka „każdy" na zaimek „niektórzy" i reorganizację struktury tej części zdania, która znajduje się w zasięgu owych zaimków, jak w przypadku zdania (28). Przyjmijmy, za Barwise'm, konwencję nakazującą określać zaprzeczenia typu (28) zaprzeczeniami normalnymi, a zaprzeczenia typu (27), w których odwołujemy się do pojęć funkcyjnych, zaprzeczeniami nienormalnymi. Jeżeli zdanie posiada zaprzeczenie normalne, to powiemy, że jest zdaniem negacyjnie normalnym, jeżeli go nie posiada, to uznamy je za negacyjnie nienormalne. Oczywiście w naszym przykładzie zdanie (25) jest zdaniem negacyjnie normalnym.

(25) Każdy ma samochód.
(26) Nieprawda, że każdy ma samochód.
(27) Nie każdy ma przypisany do siebie samochód.
(28) Niektórzy nie mają samochodu.

---

[9] Mówimy, że prefiks kwantyfikatorowy Q jest dualny do Q', jeśli dla dowolnej formuły φ równoważne są formuły $\neg Q \neg \varphi$ oraz $Q'\varphi$. Na przykład prefiks $\forall x \exists y \forall z$ jest dualny do prefiksu $\exists x \forall y \exists z$.

Barwise sugeruje, że istnieje analogia między językiem naturalnym oraz językiem logiki elementarnej z prefiksami rozgałęzionymi, polegająca na tym, że zdania języka naturalnego mające istotnie nieliniową formę logiczną nie mogą zostać zanegowane w sposób normalny, czyli bez odwoływania się do abstrakcyjnych obiektów: „funkcji", „wyborów", itp. Zdaniem Barwise'a – pozwala to sformułować rozsądne kryteria testu na to, czy dane zdanie języka naturalnego jest istotnie nieliniowe [Barwise 1979:56-57].

Test ten Barwise stosuje do zdania (1). Formułuje dwa zaprzeczenia (30) i (31), zdania (1), które nie zaczynają się od słów „nieprawda, że". Zdanie (30) nie odwołuje się do obiektów abstrakcyjnych i dlatego Barwise uznaje je za zaprzeczenie normalne, natomiast zdanie (31) jest sformułowane za pomocą słów „wybierać" oraz „przypisywać" i dlatego - zdaniem Barwise'a - jest zaprzeczeniem nienormalnym. Następnie Barwise pyta biegłych użytkowników języka, które ze zdań, raczej (30), czy (31) jest równoważne zdaniu (29).

(29) Nieprawda, że pewien krewniak każdego wieśniaka i pewien krewniak każdego mieszczucha nienawidzą się wzajemnie.

(30) Istnieje wieśniak i mieszczuch, którzy nie mają nienawidzących się wzajemnie krewniaków.

(31) Jakkolwiek wybrałoby się krewniaków każdego mieszczucha oraz każdego wieśniaka, zawsze pewien wieśniak i pewien mieszczuch będą mieli przypisanych sobie krewnych, którzy nie nienawidzą się nawzajem.

A co o tym myśli biegły użytkownik języka polskiego?

Jeżeli preferujesz czytelniku raczej zdanie (30), to i tym razem potwierdzasz spostrzeżenia Barwise'a, który pisze: „Ponownie, moje doświadczenie wskazuje na to, iż istnieje powszechna preferencja dla zdania (30)." [Barwise 1979:59]. Zdanie (30) odpowiada negacji słabego odczytania zdania Hintikki. Innymi słowy, kolejny argument „empiryczny" zaproponowany przez Barwise'a przeczy sugestii Hintikki, co do formy logicznej zdania (1).

Rozróżnienie Barwise'a na zdania negacyjnie normalne i nienormalne jest mówiąc delikatnie dość nieprecyzyjne. W przeciwieństwie do języków formalnych w języku naturalnym trudno mówić w jednoznaczny sposób o reorganizacji w obrębie zaimka kwantyfikującego, czy o odwoływaniu się do pojęcia funkcji i pojęć mu podobnych. Złym kryterium jest też zagadkowość (trudność) negacji [Barwise1979:60], bo na przykład sformułowanie poprawnej logicznie negacji zdania:

(29) Rozwiązałem wszystkie zadania i zdążyłem obejrzeć film.

jest też dla wielu użytkowników języka zadaniem raczej trudnym. Negacja takiego zdania wydaje się im zagadkowa, a przecież nikt rozsądny nie będzie obstawał, iż zdanie to ma formę logiczną nie wyrażalną w logice elementarnej.

5. Zdania z kwantyfikatorem „większość”

Jak zauważa Barwise: „Artykuł o kwantyfikacji rozgałęzionej jest tym lepszy, im bardziej przekonujące są przykłady, które zawiera” [Barwise 1979:58]. Wyżej starałem się pokazać, że moim zdaniem zdanie Hintikki nie jest przekonującym przykładem na rzecz tezy, iż język naturalny dla swej analizy logicznej potrzebuje narzędzia uwzględniającego kwantyfikatory rozgałęzione. Twierdziłem zarazem, że w literaturze zaproponowano przykłady lepsze, w których poza kwantyfikatorami „∀” oraz „∃” występują też zaimki kwantyfikujące takie jak: „większość”. Kwantyfikator „większość x takich, że $\varphi(x)$ spełnia $\psi(x)$”, oznaczamy $\mathbf{W}x(\varphi(x), \psi(x))$. Logikę elementarną z dodatkowym kwantyfikatorem **W** oznaczamy przez L(**W**). Warunki prawdziwości dla tego kwantyfikatora są następujące:

$$M \models \mathbf{W}x(\varphi, \psi)\ [\bar{u}]\ ,\ \text{gdy card}\ ((\varphi\wedge\psi)^{M,\ \bar{u},\ x}) > \text{card}\ ((\varphi\wedge\neg\psi)^{M,\ \bar{u},\ x}),\ \text{gdzie:}$$
$$\zeta^{M,\ \bar{u},\ x} = \{b \in |M| : M \models \zeta\ [\bar{u}(x/b)]\}.$$

Owe rozgałęzione zdania z kwantyfikatorem „większość”, to m.in.:

(2) Większość krewniaków każdego wieśniaka i większość krewniaków każdego mieszczucha nienawidzi się nawzajem.

(32) Większość mieszczuchów i większość wieśniaków nienawidzi się wzajemnie.

(33) Większość filozofów i większość lingwistów zgadza się ze sobą na temat kwantyfikacji rozgałęzionej.

(34) Większość piłkarzy Legii i większość piłkarzy Poloni wymieniło się ze sobą koszulkami.

(35) Większość telefonów komórkowych oraz większość ładowarek nie pasuje do siebie.

Przykład (2) oraz (33) pochodzą z pracy Barwise’a [Barwise 1979:60], zdanie (32) to uproszczona wersja zdania (2) zaczerpnięta z artykułu Mostowskiego [Mostowski

1994:224]; pozostałe przykłady pochodzą ode mnie i mają przekonać czytelnika, iż rozważania te odnoszą się do faktycznych sytuacji komunikacyjnych, a nie tylko do sztucznych, na potrzeby logiki wymyślonych, kontekstów językowych.

Pozostańmy w kręgu stosunków wieś – miasto i zajmijmy się zdaniem (32), które oczywiście jest równoważne zdaniu:

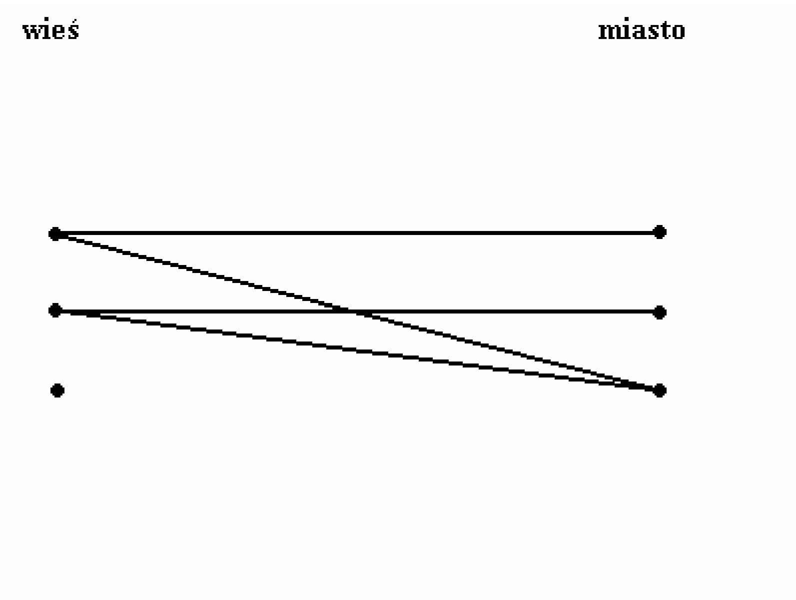
(36) Większość wieśniaków i większość mieszczuchów nienawidzi się nawzajem.

Rozważmy dwie formuły liniowe będące kandydatami na formę logiczną zdań (32) oraz (36):

(37) $\mathbf{W}x(\mathrm{W}(x), \mathbf{W}y(\mathrm{M}(y), \mathrm{N}(x, y)))$

(38) $\mathbf{W}y(\mathrm{M}(y), \mathbf{W}x(\mathrm{W}(x), \mathrm{N}(x, y)))$

(37) nie jest równoważne (38), aby to wykazać wystarczy skonstruować model (zob. rysunek 6.), w którym prawdziwe jest zdanie (37), lecz (38) jest fałszywe [Mostowski 1994: 225].



RYS. 6. Model dla zdania (37) nie jest modelem dla zdania (38).

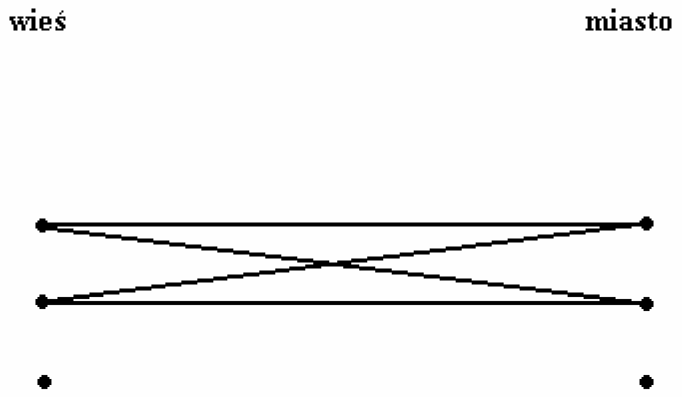
W tym przypadku nie dysponujemy więc żadnym odpowiednikiem słabego odczytania i dlatego naturalnym kandydatem na formę logiczną (32) jest formuła:

(39) $$\begin{matrix} \mathbf{W}x\ \mathrm{W}(x) \\ \mathbf{W}y\ \mathrm{M}(y) \end{matrix}\ \mathrm{N}(x, y),$$

która jest istotnie nieliniową formułą L(**W**) (zob. np. Mostowski 1994: 225). Semantykę dla (39) wyrazimy następująco:

(40) $$\exists A\exists B(\mathbf{W}x(\mathrm{W}(x),\mathrm{A}(x))\wedge\mathbf{W}y(\mathrm{M}(y),\mathrm{B}(y))\wedge\forall x\forall y(\mathrm{A}(x)\wedge\mathrm{B}(y))\Rightarrow\mathrm{H}(x, y)))$$

Tym razem za nieliniowym odczytaniem przemawiają również „argumenty” *á la* Barwise. Czy czytelnik potrafi w naturalny sposób skonstruować negację zdania (32) bez odwoływania się do „przyporządkowań” lub „funkcji”? Czy uznaje za adekwatny model dla (32) raczej rysunek 6, czy rysunek 7? Szkoda, że metody zaproponowane przez Barwise’a nie doczekały się uściśleń i w związku z tym nie można się nimi posługiwać, w sposób rozstrzygający, do testowania liniowości zdań języka naturalnego. Stworzenie tego typu precyzyjnych testów pomogłoby nam rozwiązać między innymi spór o formę logiczną zdania Hintikki.



RYS. 7. Model dla rozgałęzionego odczytania zdania (32).

Ogólnie wydaje mi się, że zdania typu (32) – (35) są przekonującymi przykładami na rzecz mocniejszej tezy Hintikki, że logika języka naturalnego jest silniejsza niż logika elementarna.

6. Podsumowanie

Celem niniejszego artykułu było zwrócenie uwagi, iż argumenty wysuwane za (H') nie są rozstrzygające. Natomiast za odczytaniem słabym na pewno przemawia jego prostota. Co więcej, może udałoby się je ugruntować jakimiś badaniami empirycznymi, które poszłyby za wskazówkami Barwise'a.

W dyskusji poświęconej problemowi formy logicznej zdania Hintikki użyto wielu ciekawych schematów uzasadnień, które same w sobie zasługują na uwagę. Przede wszystkim, Barwise zaproponował metody empirycznego badania tego typu problemów. Metody, które po odpowiednim usystematyzowaniu mogą przynieść wiele ciekawych wyników. Szczególnie interesujące wydaje się badanie rozumienia przez ludzi pewnych zdań przy użyciu schematycznych diagramów. Po drugie, w sporze o odczytanie zdania (1) wyraźnie rysuje się rola związków inferencyjnych w badaniach nad formą logiczną zdań oraz ich powiązanie z aspektami języka badanymi przez pragmatykę. Wreszcie w dyskusji tej dostrzeżono problem złożoności obliczeniowej konstrukcji semantycznych języka naturalnego.

7. Bibliografia

BARWISE K. J.

[1979] *On Branching Quantifiers in English,* JPL 8, str. 47-80.

BLASS A. & GUREVICH Y.

[1986] *Henkin Quantifiers and Complete Problems*, APAL 32, str. 1-16.

GABBAY D. M. & MORAVCSIK J. M. E.

[1974] *Branching Quantifiers, English and Montague Grammar*, Theoretical Linguistics 1, str. 140-157.

GUENTHNER F. & HOEPELMAN J. P.

[1976] *A Note on the Representation of "Branching Quantifiers"*, Theoretical Linguistics 3, str. 285-289.

HENKIN L.

[1961] *Some Remarks on Infinitely Long Formulae,* Infinistic Method, Pergramon Press i PWN, str. 167-183.

HINTIKKA J.

[1973] *Quantifiers vs. Quantification Theory*, "Dialectica" 27, str. 329-358 (również "Linguistic Inquiry 5 (1974) str. 153-177).

[1976] Partially Ordered Quantifiers vs. Partially Ordered Ideas, "Dialectica" 30, str. 89-99.

KEENAN E.

[1996] *The Semantics of Determiners*, w: *The* Handbook of Contemporary Semantic Theory, pod red. S. Lappin, Oxford: Blackwell

KRYNICKI M. & MOSTOWSKI M.

[1995a] (red. wraz z B. Szczerba) *Quantifiers: Logics, Models and Computation*, Vol. 1, Kluwer Academic Publishers.

[1995] Henkin Quantifiers, w: Krynicki M. & Mostowski M. 1995a, ss. 193-262.

MAJSAK D.

[2001] *Złożoność obliczeniowa a semantyczne mechanizmy poznawcze, analiza na przykładzie tezy Hintikki*, Praca magisterska, Instytut Filozofii UW.

MOSTOWSKI M.

[1994] *Kwantyfikatory rozgałęzione a problem formy logicznej*, w: „Nauka i język", red. M. Omyła, BMS 32, str. 201-241, Warszawa.

MOSTOWSKI M. & MAJSAK D.

[2002] *Computational Complexity of Semantics of Some Natural Language Constructions*, w druku.

NOWACZYK A.

[1999] *Gramatyka i Prawda*, BMS 44, Warszawa.

PAPADIMITRIOU C. H.

[1994] *Złożoność obliczeniowa*, tłum. P. Kanarek, K. Loryś, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2002.

STENIUS E.

[1976] *Comments on Jaakko Hintikka's Paper „ Quantifiers vs. Quantification Theory"*, "Dialectica" 30, str. 67-88.