KVANTIFIKÁCIA V PRIRODZENOM JAZYKU (II)

Marián ZOUHAR[1]

V prvej kapitole tohto seriálu (pozri [6]) sme zaviedli všeobecný syntaktický rámec, ktorý je v pozadí jedného z moderných smerov zaoberajúcich sa sémantickým skúmaním prirodzeného jazyka. V poslednej časti [6] sme tento syntaktický rámec prekročili smerom k sémantike a stanovili sme niekoľko syntaktických a sémantických pravidiel pre jednoduchý fragment prirodzeného jazyka. Zostala pritom otvorená otázka, ako do tohto rámca zapadajú zložené výrazy kategórie NP, ktoré pozostávajú z výrazov kategórií DET a N. V tejto časti doplníme potrebný aparát, a získame tak prostriedky na analýzu bohatších jazykov, než bol jazyk *J* z [6]. Ku konkrétnej analýze sa dostaneme v závere tohto pokračovania.

1. Kvantifikátorové výrazy, kvantifikátory a prirodzený jazyk

V niekoľkých nasledujúcich pokračovaniach budeme hovoriť o analýze kvantifikátorových výrazov z prirodzeného jazyka, ktoré pozostávajú z nejakého determinátora a podstatného mena. V tomto pokračovaní si bližšie všimneme všeobecnú ideu kvantifikácie v prirodzenom jazyku a v nasledujúcich dvoch rozoberieme najvýznamnejšie vlastnosti kvantifikátorov, ktoré sa dajú vyjadriť výrazmi prirodzeného jazyka.

1.1 Kvantifikácia v jazyku logiky verzus kvantifikácia v prirodzenom jazyku

Jazyk predikátovej logiky prvého rádu (PL1) obsahuje dva všeobecne známe kvantifikátory – všeobecný kvantifikátor, ktorý sa zvyčajne vyjadruje znakom „$\forall$“, a existenčný kvantifikátor, ktorý vyjadrujeme pomocou znaku „$\exists$“. Z hľadiska syntaxe ide o výrazy, ktoré viažu premenné vo výrokových formách, a tvoria tak výroky, teda výrazy, ktoré môžu nadobúdať pravdivostné hodnoty. Ak napríklad „Fx“ je výrokovou formou v jazyku PL1, pričom x je premenná, ktorá v „Fx“ má aspoň jeden voľný výskyt, a zároveň „Fx“ neobsahuje žiadnu inú voľnú premennú, tak výrazy „$(\forall x)(Fx)$“ a „$(\exists x)(Fx)$“ sú výrokmi v jazyku PL1.

Zo sémantického hľadiska ide o formuly, ktoré niečo tvrdia o celom univerze jazyka PL1, teda ich verifikáciu treba v podstate uskutočniť preskúmaním všetkých prvkov univerza. Ľahko sa o tom možno presvedčiť. Výrok „$(\forall x)(Fx)$“ tvrdí, že každý prvok z univerza má vlastnosť *byť F*, teda na to, aby sme zistili, či tento výrok je pravdivý, musíme otestovať každý prvok z univerza a skúmať, či má danú vlastnosť; o nepravdivosti tohto výroku sa však presvedčíme už tým,

[1] Táto štúdia vznikla v rámci grantového projektu VEGA č. 2/6136/26 *Referencia, kvantifikácia, predikácia*.

ORGANON F **13** (2006), No. 2, 232 – 251

že nájdeme jeden prvok z univerza, ktorý danú vlastnosť nemá. V prípade výroku „$(\exists x)(Fx)$" je to naopak: tvrdí, že niektorý prvok z univerza má vlastnosť *byť F*, takže ak nájdeme takýto prvok, výrok bude pravdivý; ak taký prvok nenájdeme ani po otestovaní celého univerza, výrok bude nepravdivý. Na základe týchto podmienok je zrejmé, že jeden z kvantifikátorov môžeme definovať pomocou druhého kvantifikátora takto:

(1) $(\forall x)(Fx) =_{\mathrm{df}} \sim(\exists x)\sim(Fx)$,

resp.

(2) $(\exists x)(Fx) =_{\mathrm{df}} \sim(\forall x)\sim(Fx)$.

Táto vzájomná definovateľnosť ukazuje, že systém PL1 môžeme vybudovať, len čo máme daný jeden z kvantifikátorov. Explanačná sila tohto chápania kvantifikátorov je teda značná.

Aký je však vzťah týchto kvantifikátorov z jazyka logiky k prirodzenému jazyku? Dokážeme všetky kvantifikované výroky z prirodzeného jazyka rovnako úspešne formulovať pomocou týchto kvantifikátorov? Tu musíme odpovedať záporne, čo ukazuje, že prirodzený jazyk, napríklad slovenčina alebo angličtina, sa nedá bezo zvyšku previesť na jazyk PL1. A platí to napriek tomu, že mnohé kvantifikátory z prirodzeného jazyka sa dajú vyjadriť pomocou kvantifikátorov predikátovej logiky. Uvedieme niektoré základné odlišnosti.

Vezmime si jednoduché slovenské vety:

(3) Každý filozof spieva.
(4) Niektorý filozof tancuje.

Keď sa dopustím určitého zjednodušenia, môžeme tieto dve vety chápať tak, že tvrdia určité pomery medzi extenziami predikátov „filozof" a „spievať" na jednej strane a extenziami predikátov „filozof" a „tancovať" na druhej strane. Nech **F** je extenziou predikátu „filozof", **S** extenziou predikátu „spievať" a **T** extenziou predikátu tancovať. Ide o množiny, takže tieto pomery dokážeme vyjadriť množinovou terminológiou. Výrok (3) tvrdí, že množina **F** je podmnožinou množiny **S**, a výrok (4) zase tvrdí, že množiny **F** a **T** majú neprázdny prienik. Podstatné je však to, že každý, kto týmto vetám rozumie, usúdi, že tieto vety niečo tvrdia o určitých množinách, ktoré sú podmnožinami univerza daného jazyka, pričom o prvkoch, ktoré sa nachádzajú mimo týchto množín, nebudú tvrdiť nič. Logik však bude mať na to iný názor. Pre neho tieto výroky budú niečo tvrdiť o *celom* univerze, ako to môžeme vidieť z nasledujúcich formálnologických prepisov (3) a (4):

(3*a*) $(\forall x)(Fx \rightarrow Sx)$;
(4*a*) $(\exists x)(Fx \wedge Tx)$,

kde „Fx", „Sx" a „Tx" sú výrokové formy (v tomto poradí) „x je filozof", „x spieva" a „x tancuje". Zápis (3*a*) hovorí, že o každom prvku univerza platí, že ak je filozofom, tak spieva, a zápis (4*a*) zase tvrdí, že existuje taký prvok univerza, ktorý je filozofom a zároveň tancuje. Ako sme videli, na verifikáciu (resp. falzifikáciu) týchto dvoch tvrdení musíme preskúmať všetky prvky univerza. Narazili sme teda na očividnú odlišnosť medzi chápaním kvantifikácie v prirodzenom jazyku a jej chápaním v jazyku formálnej logiky: Používateľ prirodzeného jazyka povie, že napríklad veta (3) je predsa o všetkých objektoch na svete, ktoré majú určitú vlastnosť (vlastnosť *byť filozof*), nie o všetkých objektoch vôbec, ako si to bude myslieť logik. Začíname teda tušiť, že logikove kvantifikátory „∀" a „∃" presne nezodpovedajú výrazom „každý" (alebo „všetci"/„všetky"), resp. „niektorý" (alebo „nejaký"), ktoré máme v prirodzenom jazyku.

Toto tušenie sa môže ešte viac posilniť, keď si uvedomíme, že v zápisoch (3*a*) a (4*a*) sa nevyskytujú len spomínané logické kvantifikátory, ale aj výrokové spojky, ktoré zase absentujú vo vetách (3) a (4). Vo formálnologických zápisoch potrebujeme zavádzať výrokové spojky takto, aby sme jednoducho videli, aké sú logické väzby medzi jednotlivými výrokovými formami. Vyžaduje to gramatika jazyka PL1. V jazyku PL1 sú logické spojky *jedinými* prostriedkami, ktorými sa dajú spájať výroky, resp. výrokové formy. V prirodzenom jazyku vo vetách (3) a (4) nespájame výrokové formy, ale podstatné mená a slovesá, a to vhodným ohýbaním týchto slov. Dá sa povedať, že neexistujú žiadne gramatické pravidlá, ktoré by aj na úrovni LF (pozri [6]) odhalili, že vety (3) a (4) naozaj obsahujú výrokové spojky, ktoré nie sú prítomné na úrovni SS.

Navzdory týmto odlišnostiam sa môžeme pýtať, či formálnologický aparát je dostatočne bohatý na to, aby sme pomocou neho dokázali vyjadriť všetky kvantifikátory z prirodzeného jazyka. Teraz nám nejde o to, či prepis vety z prirodzeného jazyka do jazyka výrokovej logiky zachováva vnútornú štruktúru vety z prirodzeného jazyka (videli sme, že nezachováva), ale skôr o to, či aparát jazyka PL1 je dostatočne bohatý na to, aby sme všetky kvantifikované vety z prirodzeného jazyka dokázali prepísať do jazyka PL1.

Je zrejmé, že v prípade viet obsahujúcich výrazy „každý", „všetci", „niektorý" takúto možnosť máme a že tento postup sa dá ľahko rozšíriť aj na vety obsahujúce výrazy ako „žiadny", „ani jeden", „nie všetci", „aspoň jeden" atď., keďže tieto výrazy sa dajú vyjadriť pomocou jedného či druhého kvantifikátora a prípadne negácie. Veta

(5) Aspoň jeden filozof tancuje

je z hľadiska predikátovej logiky ekvivalentná vete (4); veta

(6) Nie všetci filozofi tancujú

hovorí, že niektorí filozofi netancujú; a vety

(7) Ani jeden filozof netancuje
(8) Žiadny filozof netancuje

zase tvrdia, že nie je pravda, že niektorý filozof tancuje.

Ak jazyk PL1 doplníme o znak identity „=", naše možnosti sa ešte zväčšia. Dokážeme tak zapísať v jazyku PL1 aj vety ako

(9) Práve jeden filozof tancuje.

(10) Dvaja filozofi tancujú.
(11) Práve dvaja filozofi tancujú.
(12) Najviac dvaja filozofi tancujú

atď. Nevýhodou predikátovologického zápisu je však jeho komplikovanosť. Napríklad veta (10) by sa v jazyku PL1 s identitou dala vyjadriť takto:

(10*a*) $(\exists x)(\exists y)(Fx \wedge Fy \wedge x \neq y \wedge Tx \wedge Ty)$.

Veta (11) by bola ešte komplikovanejšia:

(11*a*) $(\exists x)(\exists y)(Fx \wedge Fy \wedge x \neq y \wedge Tx \wedge Ty \wedge \sim(\exists z)(Fz \wedge z \neq x \neq y \wedge Tz))$.

Najvhodnejší formálnologický zápis vety (12) nájdeme vtedy, keď si uvedomíme, že sa v nej tvrdí, že tancujú dvaja filozofi *alebo* tancuje jeden filozof, *alebo* netancuje žiadny filozof; čitateľ sa môže ľahko presvedčiť, že adekvátny zápis vo formálnom jazyku je naozaj značne komplikovaný. A takto by sme mohli pokračovať donekonečna. Pravda, čím väčšia číslovka, tým komplikovanejší bude predikátovologický zápis danej vety.

V prirodzenom jazyku sú však aj také kvantifikátorové výrazy, ktoré sa nedajú celkom dobre vyjadriť v jazyku predikátovej logiky, lebo neexistuje žiadny spôsob, ako ich previesť na existenčný alebo všeobecný kvantifikátor. Typickými príkladmi, ktoré jazyk PL1 nedokáže vyjadriť, sú:

(13) Väčšina filozofov spieva.
(14) Zopár filozofov spieva.
(15) Veľa filozofov spieva.

Je zrejmé, že napríklad výraz „zopár" nie je existenčným kvantifikátorom, lebo výraz „zopár" vyjadruje relatívne malý počet z určitého počtu, kým existenčný kvantifikátor sa dá použiť aj v prípadoch, keď ide o relatívne veľký počet z určitého počtu. Narážam tu na myšlienku, že ak máme napríklad univerzum obsahujúce 1000 filozofov (ostatné objekty nás nebudú zaujímať), pričom 900 z nich spieva, vetu (14) by sme najpravdepodobnejšie považovali za nepravdivú, kým veta „Niektorí filozofi spievajú" (výraz „niektorí" tu reprezentuje existenčný kvantifikátor) by bola pravdivá. Takisto ani „väčšina" alebo „veľa" sa nedajú vyjadriť pomocou existenčného kvantifikátora, lebo v prípade, že by spievajúcich filozofov bolo 20, tak by vety (13) a (15) boli nepravdivé, no veta „Niektorí filozofi spievajú" by bola naďalej pravdivá.

A možno naraziť aj na horšie prípady. Podobne nemožno formálnologicky zapísať napríklad vetu (16):

(16) Všetci filozofi okrem niektorých spievajú.

To najlepšie, čo by nám jazyk PL1 mohol ponúknuť, je (16*a*), t. j. (16*b*):

(16*a*) $(\forall x)(Fx \rightarrow Sx) \wedge (\exists x)(Fx \wedge \sim Sx)$,
(16*b*) Všetci filozofi spievajú a niektorí filozofi nespievajú

Ľahko si však všimneme, že (16*a*) je kontradikcia, teda veta, ktorá nie je pravdivá za žiadnych okolností, no vieme si ľahko predstaviť okolnosti, za ktorých je veta

(16) pravdivá. (16) a (16*b*) teda nemôžu byť ekvivalentné a (16) sa nedá formálne vyjadriť ako (16*a*).

Existujú teda najmenej tri dôvody, prečo sa kvantifikácia v prirodzenom jazyku nedá adekvátne vyjadriť pomocou kvantifikácie v jazyku PL1. Po prvé, kvantifikované výroky formulované v jazyku PL sa týkajú celého univerza. Po druhé, kvantifikované výroky v jazyku PL obsahujú mnohé výrazy, ktoré sa nevyskytujú v ich náprotivkoch formulovaných v prirodzenom jazyku, v dôsledku čoho sú formálnologické zápisy omnoho komplikovanejšie ako výroky z prirodzeného jazyka. Po tretie, veľká skupina kvantifikátorových výrazov z prirodzeného jazyka sa nedá definovať pomocou štandardných predikátovologických kvantifikátorov.

1.2 Typológia

Prv, než budeme pokračovať úvahami o kvantifikácii v prirodzenom jazyku, treba zaviesť niektoré dohody a spresniť používanie niektorých termínov. Doteraz som sa vyjadroval pomerne nedbanlivo, keď som kvantifikátory väčšinou stotožňoval s určitými *výrazmi*. Filozofická prax je však trochu odlišná. Pod kvantifikátormi sa zvyčajne rozumejú určité sémantické *objekty*, nie výrazy. Odteraz budeme rozlišovať *kvantifikátory* od *kvantifikátorových výrazov* a budeme predpokladať, že kvantifikátory sú objekty, na ktoré sa vzťahujú kvantifikátorové výrazy, t. j. kvantifikátory budú sémantickým obsahom kvantifikátorových výrazov. Toto rozlíšenie je dôležité z viacerých dôvodov. Keby sme ho nezaviedli, museli by sme napríklad akceptovať neprijateľný dôsledok, že Angličan, ktorý študuje kvantifikáciu v angličtine, hovorí o inom kvantifikátore ako Slovák, ktorý študuje kvantifikáciu v slovenčine, pretože v jednom jazyku máme výraz „all“ a v druhom „všetci“. V skutočnosti sa však tieto dva rôzne kvantifikátorové výrazy vzťahujú na *ten istý* kvantifikátor. Analogický dôvod možno formulovať aj vzhľadom na ten istý jazyk: V jednom jazyku máme viacero kvantifikátorových výrazov, ktoré sú sémanticky nerozlíšiteľné, teda vyjadrujú ten istý kvantifikátor; napríklad „aspoň jeden“ a „najmenej jeden“, resp. „niekoľko“ a „zopár“. Iný dôvod zase spočíva v tom, že bez tohto rozlíšenia by vznikol mylný dojem, akoby nám pri štúdiu kvantifikácie išlo primárne o *výrazy* jazyka a že ak nás zaujímajú napríklad vlastnosti kvantifikátorov, ide nám o vlastnosti výrazov. Sémantické štúdium kvantifikácie sa však primárne týka sémantických objektov. Výrazy sú iba prostriedky, pomocou ktorých o týchto sémantických objektoch hovoríme. Vlastnosti výrazov sa významne líšia od vlastností mimojazykových objektov (výrazy sú napríklad dvojslabičné, ale objekty také nie sú, atď.).[2]

Pri porovnaní s kvantifikáciou v jazyku predikátovej logiky sme videli, že v prirodzenom jazyku sa výrazy ako „každý“, „aspoň jeden“, „žiadny“ atď. spá-

[2] Ak sa čitateľ stretne s nedbanlivo použitými výrazmi ako napríklad „kvantifikátor z prirodzeného jazyka“, mal by pod ním rozumieť „kvantifikátor, ktorý možno vyjadriť kvantifikátorovým výrazom z prirodzeného jazyka“.

jajú s vhodným podstatným menom. Ako vieme zo state [6], tieto výrazy sú výrazmi kategórie DET a spájajú sa s výrazmi kategórie N, aby utvorili výrazy kategórie NP (pozri bod (E) zo [6]). Takisto sme však videli, že výrazy kategórie NP môžu vznikať viacerými spôsobmi. Aby sme teda oddelili výrazy kategórie NP, o ktoré nám pôjde, od ostatných výrazov, zavedieme nasledujúcu kategóriu DP (*determiner phrase*) a pravidlo (E) nahradíme dvojicou pravidiel (E_1) a (E_2):

(E_1) DP → DET + N.
(E_2) NP → DP.

Ako uvidíme na príkladoch, schéma (E_1) zachytáva iba najjednoduchší druh DP. Výrazy kategórie DET sa totiž môžu spájať aj so zložitejšími frázami. Netreba však bližšie analyzovať vnútornú stavbu komplikovanejších DP; princíp by mal byť jasný.

Príkladmi výrazov, ktoré patria do kategórie DP, sú:

všetci ľudia; niektoré ženy; niekoľko veselých študentov; žiadna mačka; aspoň traja zlodeji; sedem až desať kníh; najviac sedem, ale nie menej ako päť zamilovaných párov; väčšina poctivých politikov; takmer všetci muži, ale iba zopár žien…

Všetko sú to výrazy, ktoré tvoria vety, keď sa spoja s vhodnými VP. Podobnosť a odlišnosť medzi klasickými logickými kvantifikátorovými výrazmi a uvedenými kvantifikátorovými výrazmi by mali byť zrejmé: Oba druhy výrazov sa spájajú s vhodnými výrazmi, aby utvorili výroky, no vnútorná stavba uvedených kvantifikátorových výrazov je zložená, kým výrazy pre logické kvantifikátory sú jednoduché.

V prirodzenom jazyku narážame na dva základné druhy kvantifikátorových výrazov, teda výrazov vyjadrujúcich kvantifikátory. Ide o výrazy, ktoré majú odlišnú syntaktickú stavbu, ale – ako ešte uvidíme – aj sémanticky sa správajú odlišne. Tu možno vidieť ďalší rozdiel oproti kvantifikácii v jazyku predikátovej logiky, kde všetky kvantifikátorové výrazy sú jedného druhu. Výrazmi, ktoré v prirodzenom jazyku vyjadrujú kvantifikátory, sú:

(*a*) výrazy kategórie DP, teda výrazy ako „každé φ“, „práve štyri φ“, „nekonečne veľa φ“;
(*b*) výrazy kategórie DET, teda výrazy ako „každý“, „práve štyri“, „nekonečne veľa“.[3]

Aby sme odlíšili jednotlivé druhy kvantifikátorov, zaveďme nasledujúcu terminológiu. Kvantifikátory, ktoré sú označené výrazmi kategórie DP, budeme nazývať **kvantifikátory typu ⟨1⟩**. Ľahko pochopíme, prečo práve takýto názov.

[3] Túto myšlienku odmietajú autori state [1], pre ktorých je kvantifikátorom iba to, čo označujú výrazy kategórie DP. V prácach [2], [3], [4] a [5], ale aj v mnohých ďalších sa za kvantifikátory považujú aj objekty označené výrazmi kategórie DET.

Výrazy DP totiž tvoria vety, ak sa spoja s jednomiestnymi predikátmi, takže výraz ⟨1⟩ naznačuje, aký počet výrazov treba na to, aby sme dostali výrok.

Všimnime si teraz nasledujúce príklady:

(17) Niekoľko zvierat v našej zoo uhynulo.
(18) Najmenej dvaja, ale najviac piati žiaci budú opakovať ročník.
(19) Všetci žiaci okrem jedného alebo dvoch boli na exkurzii.
(20) Najmenej traja chlapci, ale nie viac ako štyri dievčatá nepoznajú gramatiku.
(21) Takmer 90 percent mužov nad 40 rokov, no iba polovica mužov do 35 rokov pije alkohol alebo fajčí.
(22) Nie viac ako polovica dievčat a najviac dve tretiny chlapcov v tejto triede pôjde študovať na nejakú vysokú školu.
(23) Takmer všetky smreky, ale nanajvýš polovica borovíc a iba niekoľko jedlí zhorelo pri požiari.
(24) Polovica prvákov, viac ako tretina druhákov, zopár tretiakov, ale iba jeden či dvaja štvrtáci z našej školy ešte neboli v zahraničí.

Vety (17) – (19) obsahujú nasledujúce výrazy označujúce kvantifikátory typu ⟨1⟩:

niekoľko zvierat v našej zoo; najmenej dvaja, ale najviac piati žiaci; všetci žiaci okrem jedného alebo dvoch.

Ak z týchto výrazov odstránime výrazy kategórie N, dostaneme:

niekoľko…; najmenej dvaja, ale najviac piati…; všetci… okrem jedného alebo dvoch.

Ide o výrazy kategórie DET, ktoré tvoria výrazy kategórie DP, ak sa doplnia jedným výrazom kategórie N. Kvantifikátory, na ktoré sa vzťahujú takéto výrazy kategórie DET, budeme z pochopiteľných dôvodov nazývať **kvantifikátory typu ⟨⟨1⟩, 1⟩**. Prvý znak „1“ v tomto zápise naznačuje, s akým počtom výrazov kategórie N treba spojiť daný výraz kategórie DET, aby vnikol výraz kategórie DP, a druhý znak „1“ zase naznačuje, s akým počtom výrazov kategórie VP bude výraz DP vytvárať výraz kategórie S. Ďalej, vo vetách (20) – (22) máme nasledujúce výrazy označujúce kvantifikátory typu ⟨1⟩:

najmenej traja chlapci, ale nie viac ako štyri dievčatá; takmer 90 percent mužov nad 40 rokov, no iba polovica mužov do 35 rokov; nie viac ako polovica dievčat a najviac dve tretiny chlapcov v tejto triede.

V každom výraze sa vyskytujú dva výrazy typu N. Ak ich odstránime, dostaneme:

najmenej traja…, ale nie viac ako štyri…; takmer 90 percent…, no iba polovica…; nie viac ako polovica… a najviac dve tretiny….

Ide o výrazy kategórie DET, ktoré tvoria výrazy kategórie DP, ak sa doplnia dvoma výrazmi kategórie N. Kvantifikátory, na ktoré sa vzťahujú takéto výrazy kategórie DET, budeme nazývať **kvantifikátory typu ⟨⟨2⟩, 1⟩**. Vo vete (23) máme nasledujúci výraz označujúci kvantifikátor typu ⟨1⟩:

takmer všetky smreky, ale nanajvýš polovica borovíc a iba niekoľko jedlí.

Vyskytujú sa tu tri výrazy typu N. Ak ich odstránime, dostaneme:

takmer všetky…, ale nanajvýš polovica… a iba niekoľko….

Ide o výraz kategórie DET, ktorý tvorí výraz kategórie DP, ak sa doplní troma výrazmi kategórie N. Kvantifikátory, na ktoré sa vzťahujú takéto výrazy kategórie DET, budeme nazývať **kvantifikátory typu ⟨⟨3⟩, 1⟩**. A napokon vo vete (24) máme nasledujúci výraz označujúci kvantifikátor typu ⟨1⟩:

polovica prvákov, viac ako tretina druhákov, zopár tretiakov, ale iba jeden či dvaja štvrtáci z našej školy.

Vyskytujú sa tu štyri výrazy typu N. Ak ich odstránime, dostaneme:

polovica…, viac ako tretina…, zopár…, ale iba jeden či dvaja….

Ide o výraz kategórie DET, ktorý tvorí výraz kategórie DP, ak sa doplní štyrmi výrazmi kategórie N. Kvantifikátory, na ktoré sa vzťahujú takéto výrazy kategórie DET, budeme nazývať **kvantifikátory typu ⟨⟨4⟩, 1⟩**.

Takto by sme mohli pokračovať donekonečna. Princíp generovania kvantifikátorov typu ⟨⟨n⟩, 1⟩ ($n \geq 1$), by mal byť zrejmý.[4] Možno povedať, že v prirodzenom jazyku existuje neobmedzene veľa výrazov, ktoré vyjadrujú kvantifikátory typu ⟨⟨n⟩, 1⟩. Na naše účely však postačí, ak sa budeme zaoberať najjednoduchšími kvantifikátormi vyjadrenými výrazmi typu DET, teda kvantifikátormi typu ⟨⟨1⟩, 1⟩. Vo zvyšku tohto pokračovania budeme hovoriť výlučne o kvantifikátoroch typu ⟨1⟩; ku kvantifikátorom typu ⟨⟨1⟩, 1⟩ sa dostaneme nabudúce.

Ľahko možno vidieť, že mnohé zložitejšie kvantifikátory sú výsledkom aplikácie boolovských operácií na jednoduchšie kvantifikátory.[5] Napríklad veta (18) je ekvivalentná vete

(25) Najmenej dvaja žiaci budú opakovať ročník, ale najviac piati žiaci budú opakovať ročník.

Výraz „ale“ tu vystupuje ako výrokovologická spojka konjunkcia, kým v pôvodnej vete (18) to nebolo zrejmé, keďže nespájal výroky, ale nevýrokové výrazy. Podobne napríklad vety (23) a (24) sa dajú parafrázovať nasledujúcim spôsobom:

(26) Takmer všetky smreky zhoreli pri požiari, ale nanajvýš polovica borovíc zhorela pri požiari a iba niekoľko jedlí zhorelo pri požiari.

(27) Polovica prvákov z našej školy ešte nebola v zahraničí, viac ako tretina druhákov z našej školy ešte nebola v zahraničí, zopár tretiakov

4 Nie všetci autori hovoria o kvantifikátoroch typu ⟨⟨n⟩, 1⟩; niekedy sa napríklad kvantifikátory typu ⟨⟨2⟩, 1⟩ nazývajú kvantifikátormi typu ⟨⟨1, 1⟩, 1⟩ (podobne to platí pre ostatné kvantifikátory typu ⟨⟨n⟩, 1⟩, kde $n \geq 2$).

5 Pod boolovskými operáciami mám na mysli prienik, zjednotenie a doplnok množín, resp. konjunkciu, disjunkciu a negáciu výrokov.

z našej školy ešte nebolo v zahraničí, ale iba jeden či dvaja štvrtáci z našej školy ešte neboli v zahraničí.

Dá sa preto povedať, že napríklad vo vete (27) sa nevyskytuje výraz označujúci kvantifikátor typu ⟨⟨4⟩, 1⟩, ale skôr sú tu výrazy pre štyri kvantifikátory typu ⟨⟨1⟩, 1⟩.

Nie vždy je však takáto redukcia možná. Vezmime si napríklad vety

(28) Viac chlapcov ako dievčat fajčilo marihuanu.
(29) Presne toľko študentov ako učiteľov sa zúčastnilo na demonštrácii.

Keby sme ich preformulovali podľa naznačeného postupu, nedostali by sme správne utvorené slovenské vety. Preto môžeme povedať, že výrazy ako „viac… ako…“ a „presne toľko… ako…“ *musia* označovať kvantifikátory typu ⟨⟨2⟩, 1⟩.[6]

Dajú sa nájsť aj také príklady, v ktorých naznačená redukcia nie je možná, lebo sa v nich výrazy ako „a“, „ale“, „alebo“ atď., vyskytujúce sa vo výrazoch kategórie NP, nedajú redukovať na výrazy označujúce boolovské operácie (t. j. na konjunkciu, resp. disjunkciu). Napríklad:

(30) Traja muži a dve ženy tlačia auto do kopca.

Veta

(31) Traja muži tlačia auto do kopca a dve ženy tlačia auto do kopca

totiž mení význam pôvodnej vety, lebo vetu (31) možno najlepšie chápať tak, že pre skupinu troch mužov a pre inú skupinu dvoch žien platí, že jedna tlačí auto do kopca a že druhá tlačí (možno iné) auto (možno v inom čase) do (možno iného) kopca. Vetu (30) však možno najlepšie chápať tak, že skupina troch mužov *a* dvoch žien tlačí *spolu* a *naraz* nejaké (to isté) auto do kopca. Determinátor „traja… a dve…“ z (30) teda musí vyjadrovať kvantifikátor typu ⟨⟨2⟩, 1⟩.[7]

Napokon si všimnime príklady nasledujúceho druhu:

(32) Všetci študenti prišli skoro a odišli neskoro.
(33) Veľa študentov prišlo skoro a odišlo neskoro.

---

[6] Presnejšie by bolo povedať, že takéto výrazy musia označovať najmenej kvantifikátory typu ⟨⟨2⟩, 1⟩. Ak si totiž zoberieme napríklad výraz „viac študentov a študentiek ako učiteľov alebo učiteliek“, ide o výraz označujúci kvantifikátor typu ⟨⟨4⟩, 1⟩. V tomto prípade by však spomenutá redukcia bola možná, hoci by bola nepomerne komplikovanejšia. Ponechávam na čitateľa, aby sa o ňu pokúsil.

[7] Aby nevznikol mylný dojem, dodávam, že výraz „traja… a dve…“ (a jeho variácie) sa môže vyskytovať aj v takých kontextoch, v ktorých redukcia naznačená v hlavnom texte je možná a daná veta sa dá preformulovať použitím boolovských operácií. Príkladom takej vety je (i), keďže sa dá preformulovať na ekvivalentnú vetu (ii):

(i) Každý moslim má tri manželky a dve milenky.
(ii) Každý moslim má tri manželky a každý moslim má dve milenky.

Táto skutočnosť znamená, že výraz „traja… a dve…“ je viacznačný a vyjadruje najmenej dva kvantifikátory.

(34) Presne toľko študentov prišlo na večierok skoro, koľko ich odišlo neskoro.

Výrazy „všetci (… a…)“, „veľa (… a…)“ a „presne toľko (…, koľko…)“ sa tu spájajú práve s jedným výrazom kategórie N, aby vznikli výrazy kategórie DP. Je však zaujímavé, že slovesná časť viet (32) – (34) obsahuje dva výrazy kategórie VP. V tomto prípade teda máme kvantifikátory typu ⟨⟨1⟩, 2⟩. Čitateľ si isto všimne, že v prípade vety (32) možno využiť redukciu, no v prípade viet (33) a (34) sa to nedá. Vetu (32) môžeme parafrázovať takto:

(35) Všetci študenti prišli skoro a všetci študenti odišli neskoro.

Namiesto kvantifikátora typu ⟨⟨1⟩, 2⟩ tu máme dva kvantifikátory typu ⟨⟨1⟩, 1⟩.

1.3 Kvantifikátory typu ⟨1⟩

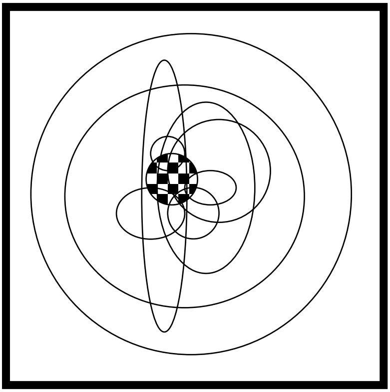
Teraz si môžeme položiť otázku, aký druh objektov sú kvantifikátory typu ⟨1⟩, t. j. čo je sémantickým obsahom výrazov kategórie DP z prirodzeného jazyka.[8] Najlepšie bude, ak začneme analýzou jednoduchého príkladu. Vezmime si vetu (4) („Niektorý filozof tancuje“). Zaujíma nás tu množina **F**, t. j. množina filozofov, a množina **T**, t. j. množina tancujúcich bytostí (v záujme jednoduchosti vynechávam odkaz na univerzum **U**, ktorého podmnožinami sú množiny **F** a **T**). Je jasné, že táto veta bude pravdivá, ak aspoň niektoré prvky z množiny **F** patria aj do množiny **T**. Ako to však vyjadriť v kontexte sémantiky, ktorá sa riadi princípom kompozicionality? Táto veta evidentne nehovorí o konkrétnych prvkoch z **F**. Veta (4) by bola pravdivá, keby aspoň jeden, aj keď bližšie neurčený, prvok z **F** patril aj do **T**. Výraz „niektorý filozof“ teda nevyčleňuje žiadnu konkrétnu podmnožinu množiny **F**. Na druhej strane je zrejmé, že určenie pravdivostnej hodnoty (4) závisí iba od množiny, do ktorej patrí niektorý filozof. Nazvime túto množinu **X**; **X** je teda množina, ktorá obsahuje aspoň jedného filozofa. Prirodzene, s tým je zlučiteľné aj to, že **X** obsahuje aj iné prvky, ktoré nie sú filozofmi. Takisto sme však povedali, že tu nemôžeme hovoriť o žiadnej konkrétnej množine obsahujúcej aspoň jedného filozofa. Aby sme teda boli presní, mali by sme zohľadniť *ľubovoľnú* takúto množinu, čo v podstate znamená, že by sme mali zobrať do úvahy *všetky* množiny, ktoré obsahujú aspoň jedného filozofa. Namiesto **X** by sme teda mali hovoriť o množine všetkých takých množín, ktoré obsahujú aspoň jedného filozofa. Ak $\mathbf{X}_1, \ldots, \mathbf{X}_n$ sú všetky takéto množiny, tak $\{\mathbf{X}_1, \ldots, \mathbf{X}_n\}$ je tou množinou množín, ktorú hľadáme.

Celú túto situáciu môžeme znázorniť v obrázku 1:[9]

---

[8] Skúmanie zovšeobecnených kvantifikátorov v prirodzenom jazyku iniciovala štúdia [1]. Práca [5] je výborným prehľadom výsledkov, ktoré sa dosiahli na poli štúdia kvantifikácie v prirodzenom jazyku v sedemdesiatych a prvej polovice osemdesiatych rokov; obdobie od polovice osemdesiatych do polovice deväťdesiatych rokov zase prehľadne mapuje štúdia [3].

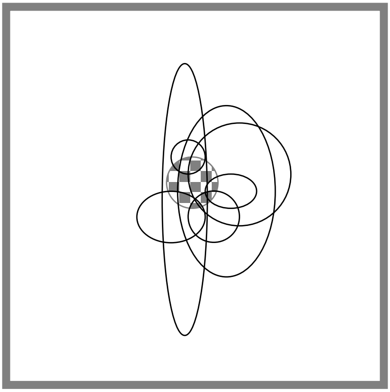
[9] Myšlienku použiť nasledujúce grafické znázornenie som prevzal z práce [2], 503.



Obrázok 1

Nech všetky kružnice, elipsy a štvorec predstavujú naše množiny $\mathbf{X}_1,\ldots,\mathbf{X}_n$. Nech kruh so šachovnicovou výplňou predstavuje množinu všetkých filozofov; ide teda o množinu **F** a platí $\mathbf{X}_1 = \mathbf{F}$. Nech štvorec, v ktorom sa nachádzajú všetky kružnice a elipsy, predstavuje univerzum **U**, t. j. množinu všetkých indivíduí, a platí: $\mathbf{X}_n = \mathbf{U}$. Ďalej, nech $\mathbf{X}_{n-1}$ je najväčšia kružnica a $\mathbf{X}_{n-2}$ druhá najväčšia kružnica (budem o nich hovoriť neskôr). Pre všetky množiny $\mathbf{X}_1,\ldots,\mathbf{X}_n$ platí, že s množinou **F** majú neprázdny prienik (a niektoré z nich dokonca množinu **F** obsahujú ako svoju podmnožinu). Pre množiny $\mathbf{X}_1,\ldots,\mathbf{X}_n$ teda platí, že obsahujú aspoň jedného filozofa (predpokladáme, že množina **F** je neprázdna!). Všimnite si, že na uvedenom obrázku sa nenachádza taká kružnica, ktorá by mala s množinou **F** prázdny prienik. To znamená, že pre sémantický obsah výrazu „niektorý filozof" sú podmnožiny univerza, ktoré neobsahujú žiadneho filozofa, irelevantné. Keďže všetky kružnice na obrázku sú našimi množinami $\mathbf{X}_1,\ldots,\mathbf{X}_n$, sémantický obsah DP „niektorý filozof" možno interpretovať ako množinu množín $\mathbf{X}_1,\ldots,\mathbf{X}_n$, t. j. ako $\{\mathbf{X}_1,\ldots,\mathbf{X}_n\}$. Zdôrazňujem, že aj množiny **F** a **U** sú prvkami $\{\mathbf{X}_1,\ldots,\mathbf{X}_n\}$.

Čitateľ môže zapochybovať, či sme sa príliš neodchýlili od bežného chápania výrazu „niektorý (filozof)". Možno namietnuť, že uvedený obrázok predstavuje situáciu, ktorej lepšie zodpovedá výraz „niektorí alebo všetci filozofi"; veď keď bežne používame termín „niektoré φ", mienime tým „niektoré, ale nie všetky φ". Iste, bežné intuície môžu dať za pravdu tejto námietke. Domnievam sa však, že termín „niektorý" je v bežnom jazyku viacznačný a možno ho chápať najmenej v dvoch zmysloch. Prvý zmysel reprezentuje obrázok 1 a druhý zmysel možno znázorniť pomocou obrázku 2. Do sémantického obsahu výrazu „niektorý filozof" v tomto zmysle nebudú patriť množiny reprezentované kružnicami $\mathbf{X}_{n-1}$ a $\mathbf{X}_{n-2}$, ktoré som z obrázku odstránil, ale ani štvorec predstavujúci univerzum a kruh so šachovnicovým vzorom, ktoré sú nakreslené šedou farbou. V tomto prípade bude hľadaným objektom množina, ktorú dostaneme, keď z množiny $\{\mathbf{X}_1,\ldots, \mathbf{X}_n\}$ odoberieme množiny $\mathbf{X}_1$, $\mathbf{X}_n$, $\mathbf{X}_{n-1}$, $\mathbf{X}_{n-2}$: $\{\mathbf{X}_1,\ldots, \mathbf{X}_n\} - \{\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_n, \mathbf{X}_{n-1}, \mathbf{X}_{n-2}\}$.



Obrázok 2

Bude preto vhodné, ak explicitne rozlíšime tieto dva významy slova „niektorý“:

⟦niektorý$_1$ filozof⟧ = $\{\mathbf{X}_1,\ldots, \mathbf{X}_n\}$;[10]
⟦niektorý$_2$ filozof⟧ = $\{\mathbf{X}_2,\ldots, \mathbf{X}_{n-3}\}$.

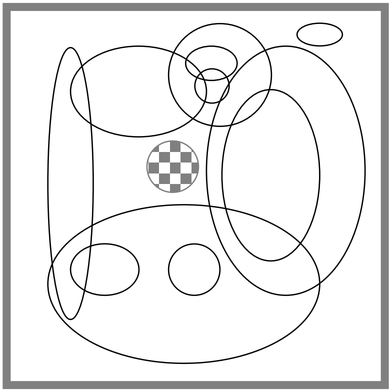
Táto skutočnosť nie je vôbec prekvapivá a ilustruje známy jav, že jeden kvantifikátorový výraz z prirodzeného jazyka môže reprezentovať viacero (dokonca neobmedzene, prípadne nekonečne veľa) rôznych kvantifikátorov.

Pozrime sa ešte na to, ako by vyzerala grafická reprezentácia kvantifikátora ⟦žiadny filozof⟧, t. j. kvantifikátora vyjadreného výrazom „žiadny filozof“ (obrázok 3). Kruh so šachovnicovým vzorom opäť predstavuje množinu **F**, množinu všetkých filozofov; štvorec predstavuje univerzum **U**. Nech $\mathbf{F} = \mathbf{Y}_1$, $\mathbf{U} = \mathbf{Y}_m$ a všetky ostatné kružnice a elipsy, ktoré sú na obrázku, sú $\mathbf{Y}_2,\ldots, \mathbf{Y}_{m-1}$. Ak budeme predpokladať, že $\mathbf{Y}_2,\ldots, \mathbf{Y}_{m-1}$ predstavujú všetky podmnožiny **U**, ktorých prienik s množinou **F** je prázdny, tak platí:

⟦žiadny filozof⟧ = $\{\mathbf{X}_2,\ldots, \mathbf{X}_{m-1}\}$.

Samozrejme, do kvantifikátora ⟦žiadny filozof⟧ nemôžu patriť množiny **F** a **U**, čo je opäť naznačené šedou farbou. Ľahko možno vidieť, že neexistuje množina $\mathbf{Y}_i$ (kde $2 \leq i \leq m-1$), pre ktoré by platilo, že $\mathbf{Y}_i = \mathbf{X}_j$, pre ľubovoľnú množinu $\mathbf{X}_j$ (kde $1 \leq j \leq n$), keďže platí, že $\mathbf{X}_j \cap \mathbf{F} \neq \emptyset$ a $\mathbf{Y}_i \cap \mathbf{F} = \emptyset$.

[10] Ako si čitateľ určite pamätá z prvej časti [6], znak ⟦ ⟧ označuje interpretačnú funkciu, ktorá výrazom priraďuje sémantický obsah. Ak teda A je výraz, ⟦A⟧ predstavuje sémantický obsah výrazu A. Interpretačná funkcia spolu s univerzom (**U**) určuje model. Pre jednoduchosť nebudem v hlavnom texte spomínať relevantný model. Napravím to však v kapitole 1.4.



Obrázok 3

Tieto úvahy môžeme zovšeobecniť do nasledujúcej formuly týkajúcej sa kvantifikátorového výrazu „niektoré φ". Ak **φ** je množina všetkých objektov, ktoré patria do extenzie výrazu „φ", t. j. majú vlastnosť *byť φ*, a **U** je univerzum, tak platí:

$[\![\text{niektoré}_1\ \varphi]\!] = \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\colon \mathbf{X} \cap \boldsymbol{\varphi} \neq \varnothing\}$.[11]

To znamená, že sémantickým obsahom výrazu „niektoré φ" je množina všetkých takých množín **X**, ktoré majú neprázdny prienik s množinou **φ**; takéto množiny **X** teda obsahujú aspoň jeden prvok, ktorý patrí aj do **φ**. V prípade druhého významu výrazu „niektoré φ" dostaneme:

$[\![\text{niektoré}_2\ \varphi]\!] = \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\colon \mathbf{X} \cap \boldsymbol{\varphi} \neq \varnothing\ \&\ \boldsymbol{\varphi} \not\subseteq \mathbf{X}\}$,

t. j. ide o množinu všetkých takých množín **X**, pre ktoré platí, že ich prienik s množinou **φ** je neprázdny a zároveň **φ** nie je ich podmnožinou; to znamená, že tieto množiny **X** obsahujú aspoň jeden prvok množiny **φ**, ale zároveň sa medzi nimi nenachádza taká množina, ktorá by obsahovala všetky prvky z **φ**.

V podobnom duchu možno formulovať ďalšie príklady ($|\mathbf{Y}|$ je kardinalita množiny **Y**, t. j. počet prvkov **Y**):

$[\![\text{žiadne}\ \varphi]\!] = \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\colon \mathbf{X} \cap \boldsymbol{\varphi} = \varnothing\}$;
$[\![\text{každé}\ \varphi]\!] = \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\colon \boldsymbol{\varphi} \subseteq \mathbf{X}\}$;
$[\![\text{najmenej dve}\ \varphi]\!] = \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\colon |\mathbf{X} \cap \boldsymbol{\varphi}| \geq 2\}$;[12]

[11] Podobné zápisy budeme používať pomerne často. Zápis $\{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\colon \mathbf{X} \cap \boldsymbol{\varphi} \neq \varnothing\}$ čítame takto: Pre všetky množiny **X**, ktoré sú podmnožinami množiny **U** (univerza), platí, že prienik množiny **X** s množinou **φ** nie je prázdnou množinou, t. j. je neprázdny.

[12] Zápis $\{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\colon |\mathbf{X} \cap \boldsymbol{\varphi}| \geq 2\}$ treba čítať takto: Pre všetky množiny **X**, ktoré sú podmnožinami množiny **U** (univerza) platí, že počet prvkov v prieniku množiny **X** s množinou **φ** je väčší alebo rovný číslu 2. Podobne to platí aj pri iných zápisoch obsahujúcich zmienku o kardinalite množín.

$[\![$práve dve $\varphi]\!] = \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\colon |\mathbf{X} \cap \boldsymbol{\varphi}| = 2\}$;
$[\![$najviac dve $\varphi]\!] = \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\colon |\mathbf{X} \cap \boldsymbol{\varphi}| \leq 2\}$.

V prípade výrazu „dve φ“ zase máme na výber z dvoch možných významov: v jednom prípade „dve φ“ znamená najmenej dve φ, v druhom prípade práve dve φ, takže:

$[\![\text{dve}_1\ \varphi]\!] = [\![$najmenej dve $\varphi]\!]$;
$[\![\text{dve}_2\ \varphi]\!] = [\![$práve dve $\varphi]\!]$.

Ten istý druh viacznačnosti sa vyskytuje u ktorejkoľvek číslovky.

Na ilustráciu si uveďme, ako by vyzerali príslušné kvantifikátory v prípade zložitejších kvantifikátorových výrazov. Nasledujúce formuly budú obsahovať zovšeobecnené verzie príkladov:

sedem až desať pív; sedem až desať pohárov piva alebo vína; dvaja muži a tri ženy; dvaja až traja muži, ale najviac dve ženy; viac ako polovica policajtov; najmenej polovica policajtov; všetci piati podozriví; každý z piatich podozrivých; niektoré Petrove milenky; všetky Petrove milenky.

Máme teda:

$[\![$sedem až desať $\varphi]\!] = \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\colon 7 \leq |\mathbf{X} \cap \boldsymbol{\varphi}| \leq 10\}$;
$[\![$sedem až desať φ alebo $\psi]\!] = \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\colon 7 \leq |\mathbf{X} \cap (\boldsymbol{\varphi} \cup \boldsymbol{\psi})| \leq 10\}$;
$[\![$dve φ a tri $\psi]\!] = \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\colon |\mathbf{X} \cap \boldsymbol{\varphi}| = 2\ \&\ |\mathbf{X} \cap \boldsymbol{\psi}| = 3\}$;
$[\![$dve až tri φ, ale najviac dve $\psi]\!] = \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\colon 2 \leq |\mathbf{X} \cap \boldsymbol{\varphi}| \leq 3\ \&\ |\mathbf{X} \cap \boldsymbol{\psi}| \leq 2\}$;
$[\![$viac ako polovica $\varphi]\!] = \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\colon |\boldsymbol{\varphi} \cap \mathbf{X}| > \frac{1}{2}\, |\boldsymbol{\varphi}|\}$;
$[\![$najmenej polovica $\varphi]\!] = \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\colon |\boldsymbol{\varphi} \cap \mathbf{X}| \geq \frac{1}{2}\, |\boldsymbol{\varphi}|\}$;
$[\![$všetci piati $\varphi]\!] = \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\colon \boldsymbol{\varphi} \subseteq \mathbf{X}\ \&\ |\boldsymbol{\varphi}| = 5\}$;
$[\![$každé z piatich $\varphi]\!] = \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\colon \boldsymbol{\varphi}^* \subseteq \boldsymbol{\varphi} \cap \mathbf{X}$ a $|\boldsymbol{\varphi}^*| = 5\}$;[13]

[13] Niekto by možno chcel jednoducho stanoviť:

$[\![$každé z piatich $\varphi]\!] = [\![$všetci piati $\varphi]\!]$.

Podľa mňa to však nie je celkom v zhode s intuíciami, pretože výraz „všetci piati φ“ naznačuje, že počet všetkých vecí, ktoré majú vlastnosť *byť φ*, je päť, no v prípade výrazu „každé z piatich φ“ je táto možnosť otvorená a tento výraz možno správne aplikovať aj vtedy, keď počet všetkých vecí, ktoré majú vlastnosť *byť φ*, je viac ako päť. Adekvátnejším ekvivalentom výrazu „všetci piati φ“ je skôr „každé zo všetkých piatich φ“. Je tu však aj ďalší, subtílnejší rozdiel medzi výrazmi „každý“ a „všetci“, ktorý nie je zohľadnený v hlavnom texte. Ide o to, že pri použití výrazu „všetky φ“ máme na mysli všetky predmety s danou vlastnosťou *spoločne*, kým pri výraze „každé φ“ ide o všetky takéto predmety *jednotlivo*. Na ilustráciu tejto intuície si vezmime príklady (ich autorom je P. Cmorej):

(i) Všetci Slováci vypijú denne 310384 litrov alkoholu.
(ii) Každý Slovák vypije denne 310384 litrov alkoholu.

Veta (i) nie je pre nás až taká nelichotivá, pretože znamená, že celková denná spotreba alkoholu pre všetkých Slovákov spolu je 310384 litrov. Veta (ii) však naznačuje, že každý jeden Slovák dokáže takéto obdivuhodné množstvo spotrebovať denne sám. Pravda, sú

⟦niektoré Petrove φ⟧ = {**X** ⊆ **U**: **X** ∩ **N** ≠ ∅, pre každé také x, že x ∈ **N** *vtt* ⟨x, Peter⟩ ∈ **φ**};
⟦všetky Petrove φ⟧ = {**X** ⊆ **U**: **N** ⊆ **X**, pre každé také x, že x ∈ **N** *vtt* ⟨x, Peter⟩ ∈ **φ**}.

Princíp by mal byť jasný, no posledné tri príklady asi treba doplniť stručným komentárom. Ako sme dostali kvantifikátor ⟦každé z piatich φ⟧? Ako som naznačil už v príslušnej poznámke pod čiarou, treba si uvedomiť, že pri tomto kvantifikátore sa nepredpokladá, že počet *všetkých* objektov, ktoré majú vlastnosť *byť φ*, sa rovná piatim. Týchto objektov môže byť viac (nie menej!). Nás však zaujíma päť objektov s touto vlastnosťou; navyše, ide nám o každý z týchto piatich objektov. Najjednoduchšie je teda vybrať päťprvkovú podmnožinu z množiny **φ**, teda množiny všetkých objektov s vlastnosťou *byť φ*, ktorú sme označili ako **φ***. Fakt, že ide o päťprvkovú množinu, je zaznamenaný vo formule |**φ***| = 5. Kvantifikátor ⟦každé z piatich φ⟧ treba chápať ako množinu všetkých takých množín **X**, pre ktoré platí podmienka **φ*** ⊆ **φ** ∩ **X**, teda spomínaná päťprvková množina **φ*** je podmnožinou množiny **φ** (čo znamená, že všetky prvky **φ*** majú vlastnosť *byť φ*) a zároveň je podmnožinou množiny **X**.

Prejdime teraz ku kvantifikátoru ⟦niektoré Petrove φ⟧. Vezmime si príklad „niektoré Petrove milenky“. Výraz „milenka“ tu reprezentuje binárny predikát „… je milenkou ---“; to znamená, že jeho sémantickým obsahom bude binárna relácia, množina usporiadaných dvojíc. V našom prípade ide o Petrove milenky, takže ide o všetky také x, pre ktoré platí „x je milenkou Petra“. Množina všetkých x je v tomto prípade definičným oborom príslušnej relácie, teda množinou všetkých prvkov, ktoré sú na prvom mieste v usporiadaných dvojiciach patriacich do danej relácie. Keď to zovšeobecníme, máme reláciu **φ** (všimnite si, že v ostatných príkladoch **φ** vystupuje ako množina indivíduí, nie ako množina usporiadaných dvojíc indivíduí), kde druhým členom každej usporiadanej dvojice z relácie **φ** je Peter; množina **N** je množinou všetkých indivíduí, ktoré sú s Petrom v relácii **φ**, t. j. ide o definičný obor relácie **φ**. V tomto prípade je mno-

---

aj kontexty, v ktorých sa výrazy „všetky φ“ a „každé φ“ dajú chápať ekvivalentne; napríklad:

(iii) Všetci Slováci sú alkoholici.

(iv) Každý Slovák je alkoholik.

Tieto detaily nás však nemusia príliš zaujímať.

V každom prípade to však naznačuje, že najvyhovujúcejšia definícia kvantifikátora vyjadreného výrazom „každé z piatich φ“ (resp. jedného z možných kvantifikátorov vyjadrených týmto výrazom) by mohla znieť:

⟦každé z piatich φ⟧ = {**X** ⊆ **U**: x_1 ∈ **φ** ∩ **X** a x_2 ∈ **φ** ∩ **X** a x_3 ∈ **φ** ∩ **X** a x_4 ∈ **φ** ∩ **X** a x_5 ∈ **φ** ∩ **X**, pričom $x_1 \neq x_2 \neq x_3 \neq x_4 \neq x_5$}.

Čitateľ môže ľahko zistiť, že táto formulácia je ekvivalentná formulácii v hlavnom texte. Stačí postulovať, že **φ*** = {x_1, x_2, x_3, x_4, x_5}. Množinový aparát nám teda neposkytuje dostatočne jemné prostriedky na sémantické odlíšenie výrazov „každé φ“ a „všetky φ“.

žina **N** množinou Petrových mileniek. Ak chceme zistiť, čo je sémantickým obsahom kvantifikátorového výrazu „niektoré Petrove milenky“, tak nás zaujíma množina všetkých tých množín, ktorých prienik s množinou Petrových mileniek je neprázdny. Keď to zovšeobecníme, sémantickým obsahom kvantifikátorového výrazu „niektoré Petrove φ“ je množina všetkých tých množín, ktorých prienik s množinou **N** je neprázdny. V prípade výrazu „všetky Petrove φ“ nás zase zaujíma množina všetkých tých množín, ktorých podmnožinou je množina **N**.

1.4 Sémantika jazyka J^+

V stati [6] v časti 0.5 sme pracovali s jednoduchým jazykom *J*, na ktorom sme si ukázali, ako funguje extenzionálna sémantika pre jednoduché typy viet. Nebudem opakovať všetko to, čo sa o tom už povedalo v predchádzajúcej časti, ale iba zhrniem najzákladnejšie informácie.

Sémantiku jazyka *J* sme relativizovali vzhľadom na určitý model $\mathcal{M}$, ktorý bol vymedzený univerzom **U**, teda množinou všetkých prvkov, a interpretačnou funkciou $[\![\ ]\!]$, ktorá priraďuje výrazom jazyka *J* vhodné sémantické objekty. Máme teda: $\mathcal{M} = \langle \mathbf{U}, [\![\ ]\!] \rangle$. Keďže ide o extenzionálnu sémantiku, sémantickými obsahmi výrazov sú extenzie: indivíduové výrazy majú ako svoj sémantický obsah indivíduá, t. j. prvky z univerza; jednoargumentové predikáty sa vzťahujú na množiny indivíduí, teda podmnožiny univerza; *n*-argumentové predikáty (pre $n \geq 2$) sa vzťahujú na *n*-árne relácie, t. j. množiny usporiadaných *n*-tíc prvkov z univerza; a napokon výroky sa vzťahujú na pravdivostné hodnoty. Slovník aj gramatika jazyka *J* boli veľmi jednoduché. V slovníku sme mali iba indivíduové výrazy, *n*-argumentové predikáty, logické spojky a stopy; gramatika zase určovala pravidlá, ako tvoriť výroky, ktoré obsahujú na mieste subjektu iba indivíduové výrazy. Takéto výroky nazývajme *singulárne výroky*. Výrokové spojky nám zase dovoľovali spájať jednoduché singulárne výroky do zložitejších singulárnych výrokov.

Jazyk *J* však má vážne obmedzenie v tom, že sa v ňom dajú formulovať *iba* singulárne výroky. To znamená, že žiadny príklad, o ktorom sme uvažovali v tomto pokračovaní, sa nedá vyjadriť v jazyku *J*. Vety, ktoré obsahujú kvantifikátorové výrazy, resp. výrazy kategórie DP, budeme nazývať *všeobecné výroky*. Teraz nás bude zaujímať, aký sémantický obsah majú všeobecné výroky. Na tento účel zostrojíme jazyk J^+, ktorý je rozšírením jazyka *J*. Pre jazyk J^+ stanovíme nasledujúci slovník a gramatiku:

Slovník jazyka J^+:

- $S1^+$. indivíduové výrazy: $a_1, a_2, \ldots$;
- $S2^+$. *m*-, *n*-argumentové predikáty: P^m, R^n (pre $m, n \geq 1$);
- $S3^+$. logické spojky: $\sim$ (jednoargumentová), $\rightarrow$ (dvojargumentová);
- $S4^+$. determinátory: $\delta_1, \delta_2, \ldots$;
- $S5^+$. stopy: $e_1, e_2, \ldots$;
- $S6^+$. pomocné symboly (zátvorky): (,).

Gramatika jazyka J^+:

Pre $n \geq 1$, $1 \leq i \leq n$ a $1 \leq j \leq n$ platí:

G1$^+$. Indivíduové výrazy, n-argumentové predikáty, determinátory a stopy sú termami jazyka J^+.

G2$^+$. Ak a_i je indivíduový výraz a P^1 je jednoargumentový predikát, tak $P^1(a_i)$ je formulou jazyka J^+. Ak $a_1,\ldots, a_n$ sú indivíduové výrazy a P^n je n-argumentový predikát, tak $P^n(a_1,\ldots, a_n)$ je formulou jazyka J^+.

G3$^+$. Ak $P^1(a_i)$ a $P^n(a_1,\ldots, a_i,\ldots , a_n)$ sú formuly jazyka J^+ a e_i je stopa, tak $(a_i)P^1(e_i)$ a $(a_i)P^n(a_1,\ldots, e_i,\ldots, a_n)$ sú formulami jazyka J^+.

G4$^+$. Ak P^1 a R^1 sú jednoargumentové predikáty a δ_j je determinátor, tak $R^1(\delta_j P^1)$ je formulou jazyka J^+. Ak $a_1,\ldots, a_n$ sú indivíduové výrazy, P^1 je jednoargumentový predikát, R^n je n-argumentový predikát a δ_j je determinátor, tak $R^n(a_1,\ldots, \delta_j P^1,\ldots, a_n)$ je formulou jazyka J^+.

G5$^+$. Ak $R^1(\delta_j P^1)$ a $R^n(a_1,\ldots, \delta_j P^1,\ldots, a_n)$ sú formuly jazyka J^+ a e_j je stopa, tak $(\delta_j P^1)R^1(e_j)$ a $(\delta_j P^1)R^n(a_1,\ldots, e_j,\ldots, a_n)$ sú formulami jazyka J^+.

G6$^+$. Ak p a q sú formuly jazyka J^+, tak $\sim p$ a $(p \rightarrow q)$ sú formulami jazyka J^+.

G7$^+$. Všetky termy a formuly jazyka J^+ sa dajú utvoriť pomocou konečného počtu krokov G1$^+$ – G6$^+$.

Je zrejmé, že do nášho jazyka J^+ sme zaradili len také determinátory, ktoré vyjadrujú kvantifikátory typu $\langle\langle 1\rangle, 1\rangle$; neobsahuje kvantifikátory typu $\langle\langle n\rangle, 1\rangle$, kde $n \geq 2$. Jazyk J^+ by sa dal ľahko rozšíriť aj o takéto determinátory, no je to zbytočné, keďže by sa naše úvahy iba komplikovali, hoci princíp sa nemení a to, čo možno aplikovať na determinátory vyjadrujúce kvantifikátory typu $\langle\langle 1\rangle, 1\rangle$, možno *mutatis mutandis* aplikovať na determinátory, ktoré vyjadrujú kvantifikátory typu $\langle\langle n\rangle, 1\rangle$, kde $n \geq 2$.

Budeme pracovať s modelom $\mathcal{M}^+ = \langle \mathbf{U}, [\![\ ]\!]^+\rangle$, ktorý sa od modelu $\mathcal{M} = \langle \mathbf{U}, [\![\ ]\!]\rangle$ líši len v tom, že na rozdiel od interpretačnej funkcie $[\![\ ]\!]$ priraďuje interpretačná funkcia $[\![\ ]\!]^+$ sémantický obsah aj všeobecným výrokom. Nebudem tu preto opakovať, ako vyzerajú pravdivostné podmienky singulárnych výrokov; čitateľ ich nájde v kapitole 0.5 v [6].

Zamerajme sa však na pravdivostné podmienky všeobecných výrokov. Výroky sú zložené výrazy, takže ich sémantický obsah je určený sémantickým obsahom ich podvýrazov. To je jasné posolstvo princípu kompozicionality. Bude teda platiť:

$$[\![R^1(\delta_j P^1)]\!]^+ = ([\![\delta_j]\!]^+([\![P^1]\!]^+))([\![R^1]\!]^+);$$
$$[\![R^n(\delta_1 P_1{}^1,\ldots, \delta_n P_n{}^1)]\!]^+ = (([\![\delta_1]\!]^+([\![P_1{}^1]\!]^+)),\ldots, ([\![\delta_n]\!]^+([\![P_n{}^1]\!]^+)))([\![R^n]\!]^+).$$

Vezmime si prvý zápis. Tvrdí sa tu, že interpretačná funkcia $[\![\ ]\!]^+$ priraďuje výrazu $R^1(\delta_j P^1)$ ako jeho sémantický obsah taký objekt, ktorý dostaneme, keď (*i*) na sémantický obsah výrazu P^1 aplikujeme sémantický obsah výrazu δ_j a (*ii*) objekt, ktorý takto dostaneme, potom aplikujeme na sémantický obsah výrazu R^1. Keďže sme sa v tomto pokračovaní ešte nezaoberali povahou kvantifikátorov typu $\langle\langle 1\rangle, 1\rangle$, nedokážeme presne povedať, čo je sémantickým obsahom výrazu δ_j. Musíme preto naše úvahy patrične zjednodušiť. Vieme však, čo má byť sémantickým obsahom výrazu $\delta_j P^1$ – je ním určitá množina množín. Predpokladajme, že sme už uskutočnili krok (*i*) a že sme kompozične dostali sémantický obsah výrazu $\delta_j P^1$. Ako teraz realizovať bod (*ii*)? Sémantickým obsahom výrazu R^1 je určitá množina indivíduí a sémantickým obsahom výrazu $\delta_j P^1$ je zase množina množín indivíduí. Môžeme sa teda pýtať, či daná množina indivíduí je prvkom danej množiny množín indivíduí. Ak je, výrok $R^1(\delta_j P^1)$ bude pravdivý, ak nie je, výrok $R^1(\delta_j P^1)$ bude nepravdivý.

V zhode s týmto postupom sa pozrime na vety obsahujúce konkrétne slovenské determinátory:

(36) Niektoré φ je ψ.
(37) Žiadne φ nie je ψ.
(38) Najmenej dve, ale najviac štyri φ sú ψ.
(39) Viac ako štvrtina φ sú ψ.
(40) Všetkých päť φ je ψ.

Ak **φ** je množina všetkých indivíduí, ktoré majú vlastnosť *byť φ*, a **ψ** je množina všetkých indivíduí, ktoré majú vlastnosť *byť ψ*, pravdivostné podmienky pre (36) môžeme vyjadriť nasledujúcim spôsobom:

$$[\![(36)]\!]^+ \begin{cases} = \mathbf{1}\ \mathit{vtt}\ [\![\psi]\!]^+ \in [\![\text{niektoré } \varphi]\!]^+ \text{ (t. j. } \boldsymbol{\psi} \in \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\text{: } \mathbf{X} \cap \boldsymbol{\varphi} \neq \varnothing\}); \\ = \mathbf{0}\ \mathit{vtt}\ [\![\psi]\!]^+ \notin [\![\text{niektoré } \varphi]\!]^+ \text{ (t. j. } \boldsymbol{\psi} \notin \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\text{: } \mathbf{X} \cap \boldsymbol{\varphi} \neq \varnothing\}). \end{cases}$$

To znamená, že veta (36) bude pravdivá v prípade, že množina označená výrazom ψ bude jednou z tých množín, ktorých prienik s množinou **φ** je neprázdny; v opačnom prípade bude veta (36) nepravdivá. Pravdivostné podmienky pre (37) sú:

$$[\![(37)]\!]^+ \begin{cases} = \mathbf{1}\ \mathit{vtt}\ [\![\psi]\!]^+ \in [\![\text{žiadne } \varphi]\!]^+ \text{ (t. j. } \boldsymbol{\psi} \in \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\text{: } \mathbf{X} \cap \boldsymbol{\varphi} = \varnothing\}); \\ = \mathbf{0}\ \mathit{vtt}\ [\![\psi]\!]^+ \notin [\![\text{žiadne } \varphi]\!]^+ \text{ (t. j. } \boldsymbol{\psi} \notin \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\text{: } \mathbf{X} \cap \boldsymbol{\varphi} = \varnothing\}). \end{cases}$$

V prípade viet (38) – (40) uvádzam iba podmienky ich pravdivosti; podmienky nepravdivosti sa ľahko doplnia:

$$[\![(38)]\!]^+ = \mathbf{1}\ \mathit{vtt}\ [\![\psi]\!]^+ \in [\![\text{najmenej dve, ale najviac štyri } \varphi]\!]^+ \text{ (t. j. } \boldsymbol{\psi} \in \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\text{: } 2 \leq |\mathbf{X} \cap \boldsymbol{\varphi}| \leq 4\});$$

$$[\![(39)]\!]^+ = \mathbf{1}\ \mathit{vtt}\ [\![\psi]\!]^+ \in [\![\text{viac ako štvrtina } \varphi]\!]^+ \text{ (t. j. } \boldsymbol{\psi} \in \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\text{: } |\mathbf{X} \cap \boldsymbol{\varphi}| > \tfrac{1}{4}\,|\boldsymbol{\varphi}|\});$$

$$[\![(40)]\!]^+ = \mathbf{1}\ \mathit{vtt}\ [\![\psi]\!]^+ \in [\![\text{všetkých päť } \varphi]\!]^+ \text{ (t. j. } \boldsymbol{\psi} \in \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\text{: } \boldsymbol{\varphi} \subseteq \mathbf{X}\ \&\ |\boldsymbol{\varphi}| = 5\}).$$

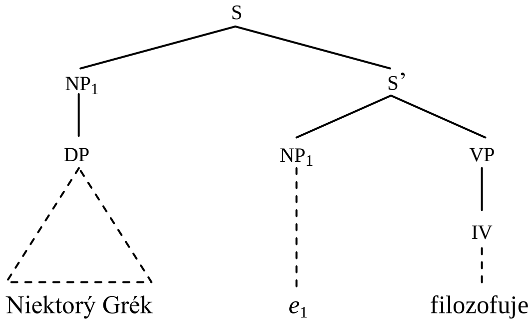
Princíp by mal byť jasný.

Na záver sa pokúsme vytvoriť interpretovanú logickú formu (ILF) (pozri [6]) pre všeobecný výrok. Zoberme si veľmi jednoduchý všeobecný výrok, napríklad:

(41) Niektorý Grék filozofuje.

Stromový diagram pre (41) vyzerá takto:

(41*a*)



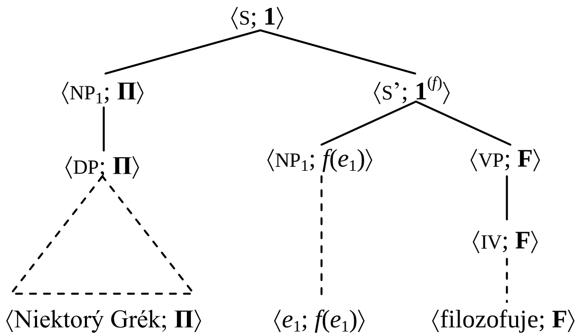
(41*a*) zachytáva LF vety (41). Diagram (41*a*) však obsahuje určité zjednodušenie. Ako čitateľ vie, výraz kategórie DP sa dá ďalej rozložiť na výrazy kategórií DET a N; v našom prípade to znamená, že výraz „niektorý Grék“ sa dá ďalej rozložiť na „niektorý“ a „Grék“. Keďže sme si však ešte nepovedali, aký je sémantický obsah výrazov kategórie DET, t. j. čo sú kvantifikátory typu $\langle\langle 1\rangle, 1\rangle$, nedokážeme túto jemnejšiu analýzu v našej sémantike dostatočne využiť. Preto berieme výraz „niektorý Grék“ ako ďalej neanalyzovaný. Uzol DP teda budeme brať tak, že sa ďalej nevetví, t. j. nedominuje nad žiadnymi ďalšími uzlami, hoci pri podrobnejšej analýze zistíme, že existujú určité uzly, nad ktorými dominuje. Ďalším uzlom, ktorý sa ďalej nevetví, je IV. Keďže tieto uzly nedominujú nad žiadnymi inými uzlami, sú tým, čomu je priradený sémantický obsah na základe napríklad nejakej konvencie. Ich sémantický obsah nie je odvodený kompozične zo sémantického obsahu nejakých iných uzlov. Aby sme z LF (41*a*) dostali ILF, musíme stanoviť sémantický obsah koncových uzlov:

$[\![\text{filozofovať}]\!]^{+} = \{x\text{: } x \text{ filozofuje}\} = \mathbf{F};$

$[\![\text{niektorý Grék}]\!]^{+} = \{\mathbf{X} \subseteq \mathbf{U}\text{: } \mathbf{X} \cap \boldsymbol{\psi} \neq \varnothing\} = \mathbf{\Pi},$[14]

kde $\boldsymbol{\psi}$ je množina všetkých Grékov. ILF bude pre (41) vyzerať takto:

(41*b*)



[14] Použil som grécke, a nie latinské písmeno, aby som naznačil, že množina množín je objektom iného typu ako množina indivíduí.

Písmeno *f* predstavuje funkciu, valuáciu, ktorá priraďuje hodnoty stopám, pričom platí:

$f(e_1) = [\![\mathrm{NP}_1]\!]^{+}$.

Zápis „$\langle \mathrm{S}'; \mathbf{1}^{(f)} \rangle$“ znamená, že uzol S′ je pravdivý vzhľadom na valuáciu *f*.[15]

(*pokračovanie*)

Filozofický ústav SAV
Klemensova 19
813 64 Bratislava

LITERATÚRA

[1] BARWISE, J. – COOPER, R. (1981): Generalized Quantifiers and Natural Language. *Linguistics and Philosophy* 4, 159 – 219.

[2] CHIERCHIA, G. – MCCONNELL-GINET, S. (2000): *Meaning and Grammar. An Introduction to Semantics*. 2. vydanie. MIT Press, Cambridge (Mass.) – London (England).

[3] KEENAN, E. – WESTERSTÅHL, D. (1997): Generalized Quantifiers in Linguistics and Logic. In: van Benthem, J. – ter Meulen, A. (eds.) (1997): *Handbook of Logic and Language*. MIT Press, Cambridge (Mass.), 837 – 893.

[4] WESTERSTÅHL, D. (1985): Logical Constants in Quantifier Languages. *Linguistics and Philosophy* 8, 387 – 413.

[5] WESTERSTÅHL, D. (1989): Quantifiers in Formal and Natural Languages. In: Gabbay, D. – Guenthner, F. (eds.) (1989): *Handbook of Philosophical Logic, Vol. 4, Topics in the Philosophy of Language*. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1 – 131.

[6] ZOUHAR, M. (2006): Kvantifikácia v prirodzenom jazyku (I). *Organon F* 13, č. 1, 101 – 122.

OPRAVA

V predchádzajúcej časti ([6]) sa nachádzajú nasledujúce chyby, na ktoré ma upozornil Juraj Podroužek:

- *Strana 107, riadok 5 zhora*: Tvrdí sa tu, že v strome (15a) je sedem vetiev, hoci v skutočnosti ich je päť.
- *Strana 108, riadok 15 zdola*: Tvrdí sa tu, že relácia predchádzania je trichotomická, hoci v skutočnosti túto vlastnosť nemá.
- *Strana 114, riadok 15 zdola*: V definícii pojmu *c-riadenia* je podmienka, aby existoval uzol C, ktorý dominuje nad uzlami A a B, hoci je potrebná silnejšia požiadavka existencie takého uzla C, ktorý *bezprostredne* dominuje nad uzlami A a B.

Čitateľom sa za tieto nedostatky ospravedlňujem a J. Podroužkovi za jeho postrehy ďakujem.

M. Z.

[15] Ďakujem Pavlovi Cmorejovi za podnetné pripomienky k predchádzajúcej verzii tejto state.