POZORUHODNÉ LOGICKÉ SYSTÉMY (III)
DYNAMICKÁ LOGIKA

Jaroslav PEREGRIN*

Uvažme výroky

(1) Možná prší
(2) Neprší

Teorie tvořená těmito dvěma výroky je, měřeno běžnými logickými standardy, zjevně konzistentní. Znázorněno prostředky modální či intenzionální logiky výrok (1) říká, že existuje nějaký možný svět (dosažitelný z toho našeho, pokud pracujeme s kripkovskou relací dosažitelnosti), ve kterém prší; zatímco (2) říká, že tímto světem není přímo ten náš. To zřejmě není obecně v rozporu.
Porovnejme ale to, když někdo konstatuje

(3) Možná prší. Neprší.

s tím, když prohlásí.

(4) Neprší. Možná prší.

Intuitivně je mezi těmito dvěma vyjádřeními rozdíl: máme pocit, že v tom druhém případě si mluvčí jaksi odporuje; že zatímco tvrzením *Neprší* se možnost následného tvrzení *Možná prší* uzavírá, prohlásíme-li nejprve *Možná prší*, neuzavřeme si tím možnost následně prohlásit *Neprší*. Jak se to srovnává se standardní logickou analýzou, z jejíhož hlediska by měly být tyto výroky slučitelné bez ohledu na pořadí, ve kterém za sebou následují?

Intuice, o kterou jde, zřejmě vyplývá z toho, že onomu „možná" v (1) běžně rozumíme poněkud jinak, než jak to explikuje standardní intenzionální logika. Výroku (1) totiž nerozumíme jako konstatování, že pršení není vyloučeno logicky, ale spíše jako konstatování, že není vyloučeno tím, co dosud víme - to jest že nějaký možný svět, ve kterém prší, nejenom prostě existuje či je dosažitelný z toho našeho, ale že patří mezi ty světy, které jsou slučitelné se současným stavem našich vědomostí. Toto „možná" má tedy *epistemický* smysl, který není prostředky intenzionální logiky dost dobře uchopitelný: vyjadřuje totiž v podstatě to, že náš současný stav vědomostí nevylučuje výrok, na který je aplikováno.

Jak tohle vysvětluje rozdíl mezi (3) a (4)? Konstatujeme-li (1) v rámci (3), to jest *po* konstatování (2), konstatujeme ho zřejmě v kontextu jiného stavu vědomostí, než když ho konstatujeme v rámci (4), tedy *před* konstatováním (2). (2) totiž zřejmě nese netriviální informaci, a v důsledku toho jeho konstatování může způsobit rozšíření našich vědomostí.

Abychom tohle mohli analyzovat formálně, musí být naše sémantická teorie nějak schopna zachytit, jak se stav našich vědomostí vyvíjí v průběhu diskurzu. (Všimněme si, že ač se má obvykle za to, že sémantiku je třeba nesměšovat s epistemologií, tady jsme k epistemologickým úvahám vedeni přímo snahou o adekvátní explikaci sémantiky některých výrazů našeho jazyka.) K jednoduché verzi takového modelu ale není těžké dospět od standardního intenzionálního modelu jazyka. 'Stav vědomostí' lze totiž zřejmě zachytit jako určitou množinu propozic; a protože množina propozic je z daného hlediska ztotožnitelná s konjunkcí svých prvků, můžeme stav vědomostí explikovat jako propozici, tedy v rámci intenzionální logiky jako množinu možných světů, konkrétně jako množinu všech těch možných světů, které jsou slučitelné s tím, co dosud víme.

Podle tohoto modelu můžeme konstatování jednoduché propozice, jako je (2), vidět jako záležitost vylučování možných světů. Konstatuji-li (2), rozšiřuji tím daný informační stav tak, že zužuji jej reprezentující množinu možných světů na ty, ve kterých neprší. Takové propozici, jako je (2), pak mohu přiřadit něco, čemu lze říkat *potenciál změny informačního stavu* (*PZIS*)[1] a co lze explikovat jako funkci, přiřazující informačnímu stavu (tedy množině možných světů) informační stav (množinu možných světů). Mezi PZIS výroku a jeho intenzí bude ovšem jednoduchý vztah: PZIS výroku *V* je funkce, která dané množině M možných světů přiřadí průnik této množiny s intenzí *V*, to jest označíme-li intenzi *V* jako $\|V\|^I$ a PZIS *V* jako $\|V\|^P$, bude platit

$$\|V\|^P(M) = M \cap \|V\|^I,$$

to jest

$$\|V\|^P = \lambda m\, (m \cap \|V\|^I).$$

Užití výroku v některém kontextu ovšem může vyústit v jakousi 'informační frustraci' - v případě některých *V* bude $\|V\|^P(M)$ pro některé neprázdné množiny M množinou prázdnou. (Taková množina bude zřejmě existovat pro každý výrok, který neplatí nutně v logickém slova smyslu, to jest pro každý empirický výrok). Užití tohoto výroku tak bude s příslušným informačním stavem neslučitelné - povede ke stavu inkonsistence. (V praxi asi vyvolá nějaký 'backtracking' prověřující, zda byla všechna dosud přijatá tvrzení opodstatněná, ústící v nějaké rozhodnutí v tom smyslu, zda je třeba odmítnout ten poslední výrok, či už nějaký předchozí.)

Tento model nám ovšem otevírá prostor pro ten druh analýzy modalit, který potřebujeme, abychom explikovali intuici, o které jsme mluvili výše. Takto analyzovány, fungují modality jako *testy*: informační stav fakticky nemění, jenom ho buďto 'schvalují' nebo 'neschvalují'. Z formálního hlediska to znamená, že každé množině možných světů přiřadí buďto tuto množinu samotnou ('schválení'), nebo množinu prázdnou ('neschválení'). Taková 'epistemická' možnost tedy bude definována následujícím způsobem:

$$\begin{aligned}\|\Diamond V\|^{P}(M) &= M, \text{ jestliže } \|V\|^{P}(M) \neq \emptyset \text{ (tj. } M \cap \|V\|^{I} \neq \emptyset)\\ &= \emptyset, \text{ jestliže } \|V\|^{P}(M) = \emptyset \text{ (tj. } M \cap \|V\|^{I} = \emptyset)\end{aligned}$$

K tomu, abychom analyzovali (3) a (4) nyní ještě potřebujeme operátor, který zachycuje 'zřetězení' výroků (s obyčejnou konjunkcí zřejmě nevystačíme, protože nemají-li (3) a (4) vyjít jako ekvivalentní, musí být tento operátor nesymetrický). Takový operátor je ale v daném rámci snadné definovat:

$$\|V_1;\ V_2\|^{P}(M) = \|V_2\|^{P}(\|V_1\|^{P}(M))$$

Rozdělme nyní danou množinu M možných světů na množinu světů, ve kterých prší (M′) množinu těch, ve kterých neprší (M′′). Předpokládejme, že M′ i M′′ jsou neprázdné. Pak zřejmě platí

$$\begin{aligned}&\|\Diamond \mathit{Prší};\ \neg \mathit{Prší}\|^{P}(M) = \|\neg \mathit{Prší}\|^{P}(\|\Diamond \mathit{Prší}\|^{P}(M)) = \|\neg \mathit{Prší}\|^{P}(M) = M''\\ &\|\neg \mathit{Prší};\ \Diamond \mathit{Prší}\|^{P}(M) = \|\Diamond \mathit{Prší}\|^{P}(\|\neg \mathit{Prší}\|^{P}(M)) = \|\Diamond \mathit{Prší}\|^{P}(M'') = \emptyset\end{aligned}$$

Zatímco v druhém případě je výsledkem stav 'informační frustrace', v prvním tomu tak není.

Podívejme se nyní na sémantiku výroků z velice abstraktního hlediska. Výroky přirozeného jazyka jsou pravdivé či nepravdivé, mnohé z nich ovšem v závislosti na něčem mimojazykovém; a my proto pracujeme s různými množinami 'indexů', vzhledem ke kterým je pravdivost výroků relativní (nejčastěji se jim říká 'možné světy'). Klasická analýza modalit Saula Kripka navíc naznačila, že můžeme potřebovat i něco jako 'přechody' mezi indexy: výrok je *možný* vzhledem k indexu *i* tehdy, lze-li z tohoto indexu 'přejít' k indexu, ve kterém je tento výrok pravdivý[2]. Výroky jsou přitom charakterizovány tím, vzhledem ke kterým indexům jsou pravdivé - můžeme je tedy vidět jako vyjadřující příslušné množiny indexů (kterým se pak obvykle říká *propozice*).

Srovnejme nyní z tohoto hlediska přirozený jazyk s jazyky programovacími. Ukazuje se, že k jejich analýze můžeme použít obdobný pojmový rámec, i když jiným způsobem. Opět máme 'indexy' (které tentokrát odpovídají stavům počítače) a 'přechody' mezi nimi - jenomže příkaz programovacího jazyka nyní není, na rozdíl od výroku přirozeného jazyka, charakterizován tím, vzhledem ke kterým indexům je pravdivý, ale tím, jaký typ přechodu mezi indexy vyjadřuje. Příkazy a z nich složené programy programovacích jazyků jsou tedy nahlédnutelné jako vyjadřující přechody, a nikoli propozice[3].

I v rámci programovacích jazyků ovšem najdeme výrazy, které je třeba nahlížet jako vyjadřující propozice a nikoli přechody: to jsou výrazy obvykle nazývané 'booleovské' nebo 'logické', které se používají v rámci podmíněných příkazů, cyklů apod.

Z druhé strany, jak jsme právě viděli, výroky přirozeného jazyka může být z určitého hlediska užitečné nahlížet jako vyjadřující nikoli propozice, ale přechody. To naznačuje, že jak pro analýzu přirozeného jazyka, tak pro analýzu jazyků programovacích můžeme potřebovat oba tyto typy sémantických entit - rozdíl je v tom, který z nich je pro daný typ jazyka klíčový.

Logický systém, který vzniká artikulací takovýchto úvah, je tzv. *výroková dynamická logika* (*propositional dynamic logic - PDL*) rozebíraná van Benthemem (1997)[4]. V rámci této logiky máme dvě základní kategorie extralogických konstant, 'výroky' a 'programy'. Každý z nich si s sebou nese svůj typ operátorů: výroky lze negovat, konjugovat ap.; zatímco programy lze zřetězovat, iterovat atd. Sémantika této logiky je založena množině S ('stavů' či 'světů') a interpretační funkci I, přiřazující každému elementárnímu výroku podmnožinu S a každému elementárnímu programu binární relaci na S.

Sémantika výroků PDL je definována očekávaným způsobem. Klasická definice prostřednictvím splňování (které je ovšem nyní relativizováno nikoli jenom k interpretaci konstant, ale i ke 'stavům') vypadá následovně:

I, s $\models V$ jestliže s $\in$ I(V), je-li V atomický
I, s $\models \neg V$ jestliže neplatí I, s $\models V$
I, s $\models V_1 \wedge V_2$ jestliže I, s $\models V_1$ a I, s $\models V_2$
atd.

Pro programy pak platí

I, s, s′ $\models \pi$ jestliže $\langle s,s' \rangle \in I(\pi)$, je-li π atomický
I, s, s′ $\models \pi_1;\pi_2$ jestliže existuje s′′ tak, že I, s, s′′ $\models \pi_1$ a I, s′′, s′ $\models \pi_2$
I, s, s′ $\models \pi^*$ jestliže existují $s_1,\dots,s_n$ tak, že $s = s_1$, $s' = s_n$ a I, s_i, $s_{i+1} \models \pi$ pro $i = 1, \dots, n-1$
atd.

(Samozřejmě, že totéž bychom mohli vyjádřit i jako definice denotátů, množin 'stavů' přiřazovaných výrokům a dvojic stavů programům: $\|V\| = I(V)$, je-li V atomický; $\|\neg V\| = S \setminus \|V\|$; $\|V_1 \wedge V_2\| = \|V_1\| \cap \|V_2\|$; $\|\pi\| = I(\pi)$, je-li π atomický; $\|\pi_1;\pi_2\| = \{\langle s, s' \rangle$: existuje s′′ tak, že $\langle s, s'' \rangle \in \|\pi_1\|$ a $\langle s'', s' \rangle \in \|\pi_2\|\}$; $\|\pi^*\| = \{\langle s, s' \rangle$: existují $s_1, \dots, s_n$ tak, že $s = s_1$, $s' = s_n$ a $\langle s_i, s_{i+1} \rangle \in \|\pi\|$ pro $i=1, \dots, n-1\}$ atd.)

Kromě toho ovšem existují prostředky ‚interakce' mezi výroky a programy: od každého programu π můžeme 'kripkovským způsobem' odvodit příslušnou modalitu, to jest příslušný operátor π-možnosti $\langle\pi\rangle$ (a samozřejmě i duální operátor π-nutnosti $[\pi]$):

I, s $\models \langle\pi\rangle V$ jestliže existuje s′ tak, že I, s, s′ $\models \pi$ a I, s′ $\models V$

Výrok $<\pi>V$ tedy říká: programem π se lze dostat do stavu, ve kterém platí V.

Naopak na základě každého výroku V můžeme vytvořit 'testovací' program $(V)?$, který dělá pouze to, že se posouvá od daného stavu k témuž stavu, je-li V v tomto stavu pravdivý, a v opačném případě končí:

$$I, s, s' \models (V)? \text{ jestliže } s = s' \text{ a } I, s \models V$$

Různé výrokové logiky nyní můžeme vidět jako speciální případy PDL. Tak klasický výrokový počet bude PDL bez programů. Klasická modální logika bude variantou PDL s jediným programem, indukujícím standardní modality (například v případě logiky S5 by to byl program denotující ekvivalenci na S). Multimodální logiky (to jest logiky s více druhy modalit) by pak měly programů více, ale opět jenom jako induktory modalit. Při použití PDL na analýzu programovacího jazyka, jako je třeba PASCAL, by programy odpovídaly příkazům a jejich zřetězením, zatímco výroky by odpovídaly booleovským výrazům. A při analýze dynamických aspektů přirozeného jazyka by potom některým či všem větám odpovídaly nikoli výroky, ale programy[5].

Chceme-li ovšem výroky přirozeného jazyka explikovat jako to, čemu se v rámci DPL říká programy (to jest explikovat jejich významy nikoli jako propozice, množiny stavů, ale jako 'přechody' či PZIS, to jest binární relace mezi stavy), musíme se vypořádat ještě s jedním zásadním problémem, totiž s tím, jak takto definovaná sémantika zakládá pravdivostní podmínky a vyplývání (což je pro logiku to podstatné). Víme, že v případě intenzionální sémantiky jsou pravdivostní podmínky přímo explikovány denotáty (denotátem výroku je množina právě všech těch možných světů, v nichž je tento výrok pravdivý) a vyplývání je pak přímočaře definovatelné jejich prostřednictvím (výrok V vyplývá z výroku V' je-li denotát V' obsažen v denotátu V). Bereme-li však za denotáty výroků binární relace mezi stavy či světy, toto propojení se zdá ztrácet.

Standardní způsob jeho reinstalace tohoto propojení je následující: výrok V je definován jako pravdivý ve stavu s právě tehdy, když existuje stav s' tak, že $<s, s'> \in ||V||$. (Kdybychom se na V dívali jako na program, mohli bychom říci, že pravdivost vzhledem ke stavu s je definována jako schopnost proběhnout s s jako počátečním stavem.) Intuice za touto definicí je následující: výrok, jako je *Prší*, je v daném stavu pravdivý právě tehdy, když je s tímto stavem slučitelný, to jest když není v rozporu s fakty danými tímto stavem; pak ovšem tento výrok vede od tohoto stavu ke stavu jinému, v prototypickém případě informačně bohatšímu.

Jak se nyní od takovéto dynamické výrokové logiky posunout k logice predikátové? Mohli bychom to samozřejmě učinit zcela triviálně. Je ovšem také možné vzít v úvahu fakt, že podstatné 'dynamické' aspekty sémantiky přirozeného jazyka vznikají právě na úrovni přístupné až predikátové logice, a pokusit se o jejich explikaci.

Vraťme se k problematice anglického neurčitého členu, kterou jsme se zabývali v předchozím pokračování tohoto seriálu. Vezměme anglickou verzi věty *Nějaký člověk jde*, tedy

(5) A man walks.

To, co je od Russellových dob přijímáno za její standardní (extenzionální) analýzu, totiž

(5′) $\exists x\,(\mathbf{man}(x) \wedge \mathbf{walk}(x))$,

je, jak jsme viděli, ne zcela adekvátní proto, že (5) normálně nejenom konstatuje existenci jdoucího muže, ale navíc tohoto muže 'uvádí na scénu' (= nějakým způsobem ho činí součástí kontextu, který produkuje), takže k němu pak může odkazovat nějaká další věta, třeba *The man whistles* [*Ten člověk si píská*]. A tohle je něco, co se nezdá být nijak zachytitelné prostředky, které nám poskytuje standardní (ať už extenzionální či intenzionální) logika.

Jednou s cest, jak právě tuhle intuici učinit východiskem dynamické predikátové logiky, je ta, kterou se vydali Groenendijk a Stokhof (1991) se svou *dynamickou predikátovou logikou* (*DPL*), o které jsem již v *Organonu F* psal - (viz [7]). Zatímco v rámci standardní logiky je formule, jako je $\mathbf{man}(x)$, pravdivá relativně k ohodnocení proměnných (konkrétně $\mathbf{man}(x)$ je pravdivá vzhledem k těm a jenom těm ohodnocením, které proměnné x přiřazují muže), v rámci DPL je pravdivost formulí relativizována vzhledem k *dvojicím* ohodnocení proměnných. Prvky takové dvojice se přitom chápou jako ohodnocení 'vstupní' a 'výstupní' - formule je tedy, můžeme říci, chápána jako něco, co je vyhodnocováno s jistým ohodnocením 'na vstupu' a z čeho jiné ohodnocení vychází 'na výstupu'.

Přitom u většiny formulí se 'výstupní' ohodnocení neliší od 'vstupního' - to jest tyto formule jsou pravdivé jenom vzhledem k takovým dvojicím ohodnocení, jejichž obě složky jsou identické. Takže například sémantické pravidlo pro atomické výroky je v podstatě jenom triviální variantou pravidla známého ze standardního predikátového počtu (pro jednoduchost bez funkčních symbolů):

I, v, v′ $\models P(t_1, \ldots, t_n)$ právě tehdy, když v = v′ a $\langle \|t_1\|, \ldots, \|t_n\| \rangle \in$ I(P), kde $\|t\|$ = I(t), je-li t konstanta a $\|t\|$ = v(t), je-li t proměnná.

Existují ovšem i výroky, u kterých tomu tak není, to jest které mohou produkovat 'výstupní' ohodnocení lišící se od ohodnocení 'vstupního'. V případě DPL to jsou především výroky s existenčním kvantifikátorem:

I, v, v′ $\models \exists x V$ právě tehdy, když existuje v′′ tak, že I, v′′,v′ $\models V$ a v′′ se od v liší nanejvýše v hodnotě přiřazované proměnné x.

Jediným dalším typem výroku, u nějž se 'výstupní' ohodnocení nemusí shodovat s ohodnocením 'vstupním', je konjunkce, která je definována analogicky výše probíranému 'zřetězení':

I, v, v'|= $V_1 \wedge V_2$ právě tehdy, když existuje v'' tak, že I, v, v'' |=V_1 a I, v'',v' |= V_2.

(Vidíme ovšem, že konjunkce sama žádné dynamické efekty neprodukuje, jenom je případně promítá ze spojovaných výroků na jejich spojení. Jediným typem operátoru, který dynamický efekt skutečně produkuje, tak v rámci PDL zůstává existenční kvantifikátor.)

Situaci tedy můžeme vidět následujícím způsobem: zatímco formulí **man**(x) ohodnocení beze změny buď prostě 'projde', nebo 'neprojde' (podle toho, přiřazuje-li proměnné x muže, nebo ne), v případě formule $\exists x$ **man**(x) se ohodnocení nejprve změní tak, aby matricí této formule, kterou je opět **man**(x), pokud možno prošlo (to jest změní se hodnota, kterou toto ohdonocení přiřazuje proměnné x tak, aby to byl muž - pokud ovšem nějaký muž v univerzu existuje).

Formule $\exists x$ **man**(x) je tedy, tak jako v klasickém případě, splnitelná (a tudíž, protože je uzavřená, i pravdivá) právě tehdy, když v univerzu existuje alespoň jeden muž; avšak navíc 'nastavuje' hodnotu proměnné x (na muže). To znamená, že formule DPL

(6) ($\exists x$ **man**(x)) $\wedge$ **walk**(x)

je splnitelná za týchž podmínek, za nichž je splnitelná formule (5') standardní logiky - to jest právě tehdy, když v univerzu existuje muž, který jde. To lze ukázat následujícím způsobem. Podle definice je tomu tak, že

I, v, v' |= ($\exists x$ **man**(x)) $\wedge$ **walk**(x) právě tehdy, když existuje v'' tak, že I, v, v'' |= $\exists x$ **man**(x) a I, v'', v' |= **walk**(x).

Podle definice dále platí, že I, v, v'' |= $\exists x$ **man**(x) právě tehdy, když existuje v''' tak, že I, v''', v'' |= **man**(x) a v''' se od v liší nanejvýše v hodnotě přiřazované proměnné x; a I, v'', v' |= **walk**(x) právě tehdy, když v' = v'' a v''(x) $\in$ I(**walk**). Dostáváme tedy

I, v, v' |= ($\exists x$ **man**(x)) $\wedge$ **walk**(x) právě tehdy, když existují v'' a v''' tak, že I, v''', v'' |= **man**(x), v''' se od v liší nanejvýše v hodnotě přiřazované proměnné x, a v' = v'' a v''(x) $\in$ I(**walk**).

Zřejmými úpravami se dále dostáváme k vyjádření

I, v, v' |= ($\exists x$ **man**(x)) $\wedge$ **walk**(x) právě tehdy, když existuje v''' tak, že I, v''', v' |= **man**(x), v''' se od v liší nanejvýše v hodnotě přiřazované proměnné x a v'(x) $\in$ I(**walk**).

A protože podle definice dále platí, že I, v''', v' |= **man**(x) právě tehdy, když v''' = v' a v'''(x) $\in$ I(**man**), dostáváme

I, v, v' |= ($\exists x$ **man**(x)) $\wedge$ **walk**(x) právě tehdy, když existuje v''' tak, že v''' = v', v'''(x) $\in$ I(**man**), v''' se od v liší nanejvýše v hodnotě přiřazované proměnné x a v'(x) $\in$ I(**walk**),

a po dalších úpravách

I, v, v' |= ($\exists x$ **man**(x)) $\wedge$ **walk**(x) právě tehdy, když se v' od v liší nanejvýše v hodnotě přiřazované proměnné x a v'(x) $\in$ I(**walk**) $\cap$ I(**man**).

To tedy znamená, že formule ($\exists x$ **man**(x)) $\wedge$ **walk**(x) je splnitelná právě tehdy, když mají extenze I(**walk**) a I(**man**) neprázdný průnik.

To ukazuje, že v rámci DPL existenční kvantifikátor vlastně váže proměnnou i napravo od toho, co by bylo v rámci standardní logiky jeho dosahem. Tento podivný fakt se poněkud objasní, uvědomíme-li si, že tento kvantifikátor *de facto* spíše než jako kvantifikátor v tradičním slova smyslu funguje jako přiřazovací příkaz programovacího jazyka - přiřadí proměnné hodnotu, kterou si tato podrží až do té doby, než jí je přiřazena nějaká jiná. (Přitom však, jak jsme viděli, i tento dynamický kvantifikátor produkuje pravdivostní podmínky, které charakterizují kvantifikátor standardní!) Proměnné DPL tak ovšem přestávají být proměnnými v tradičním slova smyslu (a proto o nich autoři DPL také hovoří jako o *diskurzních značkách*).

V rámci DPL tedy existenční kvantifikátor funguje jako něco, co pomáhá uvést 'na scénu' individuum, ke kterému je pak možné dále odkazovat; a tak může sloužit jako přiměřenější nástroj analýzy výroků s anglickým neurčitým členem. Z hlediska obecné teorie dynamické logiky je DPL speciálním případem, ve kterém je informační stav *de facto* ztotožněn s ohodnocením proměnných. (Jde ovšem o systém, který zůstává na čistě extenzionální úrovni - bylo by však jistě možné uvažovat i o intenzionálních variantách[6].)

V kontextu DPL se do jisté míry můžeme vypořádat i s určitým členem. V minulém pokračování jsme viděli, že s jeho 'post-russellovskou' analýzou (která za jeho denotát bere funkci přiřazující jednoprvkové extenzi její jediný prvek a každé jiné nic) nevystačíme - tato analýza totiž zjevně vede k závěru, že věta jako *The man whistles* [*Ten muž si hvízdá*] nemůže být (v důsledku toho, že jistě existuje více než jediný muž) pravdivá. Intuice nám však říká, že ta věta docela dobře pravdivá být může - protože fráze *the man* běžně odkazuje nikoli k jedinému muži na světě, ale k *tomu jedinému muži, o němž byla dosud řeč*. V rámci DPL můžeme tuto větu (stejně tak jako větu *On si hvízdá*) analyzovat prostě jako **whistle**(x). Z toho, co jsme řekli výše, totiž vyplývá, že formule, která vznikne, když **whistle**(x) prostě pomocí konjunkce připojíme za analýzu věty A *man walks*, totiž formule

(7) $(\exists x\ \mathbf{man}(x)) \wedge \mathbf{walk}(x) \wedge \mathbf{whistle}(x)$,

bude mít, jakožto formule DPL, přesně ty pravdivostní podmínky, které připisujeme větě *A man walks and the man [he] whistles*, to jest podmínky vyjadřované standardním, nedynamickým výrokem

(7') $\exists x\ (\mathbf{man}(x) \wedge \mathbf{walk}(x) \wedge \mathbf{whistle}(x))$.

Z hlediska analýzy přirozeného jazyka lze ovšem Groenendijkovo a Stokhofovo řešení považovat za poněkud *ad hoc*. (To je patrné i z toho, že právě uvedená analýza funguje jenom díky tomu, že jsme při analýze věty *The man whistles* 'náhodou' zvolili právě diskurzní značku x - je zřejmé, že kdybychom byli zvolili třeba y, výsledek by byl méně uspokojivý.) Mechanismus 'anaforické reference' v přirozeném jazyce totiž funguje na poněkud jiných principech. Nejnázorněji je to vidět na angličtině s jejími členy: *an F* v typickém případě uvádí 'na scénu' nějakého reprezentanta objektů splňujících *F* a *the F* se pak právě na tohoto reprezentanta odvolává. Kdybychom tedy chtěli logiku, která tento mechanismus zachycuje přímo, museli bychom zavést nějaký aparát, který by nám dovoloval ustanovovat a měnit reprezentanty různých pojmů (či v extenzionální variantě extenzí těchto pojmů) a museli bychom tedy předpokládat, že máme nějakou (ne nutně totální) funkci, přiřazující pojmům (či podmnožinám univerza) jejich reprezentanty.

Jednou takovou funkcí je ta, která vyplývá z russellovské analýzy určitého členu (viz předchozí pokračování tohoto seriálu): funkce, která každé jednoprvkové množině přiřadí její jediný prvek a pro žádnou jinou množinu není definována. Jak jsme ovšem viděli, tato analýza není obecně přijatelná. V kontextu dynamické logiky ovšem máme jinou možnost: uchopit výběrovou funkci jako součást kontextu, to jest jako něco, co se v průběhu vyhodnocování mění. Reprezentant pojmu *P*, ke kterému odkazuje výraz **the** *P*, tedy může být dynamicky nastavován třeba užitím výrazu a *P*.

Tyto intuice lze formalizovat například následujícím způsobem: Nazvěme *výběrovou funkcí* parciální funkci na množině všech podmnožin univerza, která každé množině ve svém definičním oboru přiřazuje prvek této množiny. Předpokládejme, že predikáty jsou interpretovány jako v rámci standardní (extenzionální) logiky (tj. jako označující množiny individuí) a definujme interpretaci výrazů tvaru *a P* a **the** *P* tak, aby označovaly množiny dvojic výběrových funkcí:

$\|\mathbf{a}\ P\| = \{\langle c, c'\rangle \mid c(s) = c'(s) \text{ pro každou } s \neq \|P\| \text{ a } c'(\|P\|) \in \|P\|\}$
$\|\mathbf{the}\ P\| = \{\langle c, c\rangle \mid c(\|P\|) \in \|P\|\}$

Definujme dále *referent* výrazů **a** *P* a **the** *P* vzhledem k výběrové funkci c následujícím způsobem:

$|\mathbf{a}\ P|_c = |\mathbf{the}\ P|_c = c(\|P\|)$

Pak můžeme definovat interpretaci výroků předpisem

$$\|P(T)\| = \{\langle c, c'\rangle \mid \langle c, c'\rangle \in \|T\| \text{ a } |T|_{c'} \in \|p\|\}$$
$$\|V_1 \wedge V_2\| = \{\langle c, c'\rangle \mid \text{existuje } c'' \text{ tak, že } \langle c, c''\rangle \in \|V_1\| \text{ a } \langle c'', c'\rangle \in \|V_2\|\}$$

Pak lze například snadno ukázat, že P_1(**a** P) $\wedge$ P_2(**the** P) je pravdivý právě když existuje prvek univerza, který má vlastnosti P, P_1 a P_2 - to znamená, že například výrok **walk (a man)** $\wedge$ **whistle (the man)** je pravdivý právě tehdy, když je v univerzu přítomno individuum, které patří do extenzí všech tří predikátů **man**, **walk** a **whistle** - to jest je to muž, který jde a hvízdá si. (Podrobněji viz Peregrin & von Heusinger, 1997, a Peregrin, 2000).

Nyní se můžeme vrátit k tomu, co jsme řekli v předchozím pokračování o neurčitém členu: souvisí-li jeho funkce s uváděním objektů 'na scénu', pak jeho význam nemůžeme explikovat jinak než v rámci dynamické sémantiky, totiž jako přechod od daného kontextu ke kontextu s nově zavedeným objektem. Podobně je to pak i s určitým členem, jehož častou funkcí je odkazovat k takto 'kontextuálně vysvíceným' objektům.

Přitom je dobré si uvědomit, že takovouto 'kinematiku diskurzu' nelze z hlediska logiky prostě pominout jako věc pragmatiky - zjevně tu totiž jde mimo jiné i o určité *instance vyplývání* (z čistě logického hlediska možná ne příliš zajímavé, nicméně v přirozeném jazyce nepochybně existující): takové instance, jako je ekvivalence výroků "Nějaký člověk jde a hvízdá si" a "Nějaký člověk jde a ten člověk si hvízdá". Z tohoto hlediska je tedy problematické i to, když je přechod od standardní logice k logice dynamické chápán jako *de facto* posun od logiky v pravém slova smyslu (nauky o vyplývání, to jest o tom, jak pravdivost některých výroků zaručuje pravdivost jiných výroků) k epistemologii či kognitivní psychologii (k teorii toho, jak lidé usuzují či chápou)[7].

POZNÁMKY

[*] Práce na tomto textu byla podpořena grantem GA AV ČR číslo 401/99/0619.

[1] V lingvisticky orientovaných teoriích se obvykle hovoří o *pontenciálu změny kontextu*.

[2] Tato potřeba je naprosto zřejmá například v případě modální analýzy časů přirozeného jazyka. Řeknu-li, že bude pršet, pak tím říkám nejenom to, že existuje nějaký časový okamžik, ve kterém prší, ale navíc i to, že jde o okamžik, *který je v určitém vztahu k okamžiku aktuálnímu* (totiž následuje jej na časové ose).

[3] Viz např. Gordon (1979).

[4] Klasickými texty jsou v tomto směru Harel (1984) či Goldblatt (1987).

[5] Výše diskutovanému operátoru 'epistemické možnosti' by tak odpovídal modální operátor aplikovatelný na programy: I, s, s′ |= $\Diamond\pi$ právě tehdy, když s = s′ a existuje s′′ tak, že I, s, s′′ |= π.

[6] Autoři DPL publikovali i výsledky týkající se přenesení myšlenek DPL na Montaguovu intenzionální logiku - viz Groenendijk a Stokhof (1990).

[7] Van Benthem (1997, s. ix) například říká, že dynamická logika zachycuje „logickou strukturu kognitivních akcí, stojících v základě lidského souzení nebo chápání přirozeného jazyka".

LITERATURA

[1] BENTHEM, J. VAN (1997): **Exploring Logical Dynamics**, CSLI, Stanford.
[2] GOLDBLATT, R. (1987): **Logics of Time and Computation**, CSLI, Stanford.
[3] GORDON, M.J.C. (1979): **The Denotational Description of Programming Languages**, Springer, New York.
[4] GROENENDIJK, J. & STOKHOF, M. (1989): Dynamic Montague grammar. **Papers from the Second Symposium on Logic and Language**, ed. L. Kálmán a L. Pólos, Akadémiai Kiadó, Budapest.
[5] GROENENDIJK, J. & STOKHOF, M. (1991): Dynamic Predicate Logic. **Linguistics and Philosophy** 14, 39-101.
[6] HAREL, D. (1984): Dynamic Logic. **Handbook of Philosophical Logic II**, ed. D.M. Gabbay & F. Guenthner, Reidel, Dordrecht, 497-604.
[7] PEREGRIN, J. (1996): Dynamická sémantika. **ORGANON F** 4, 333-348.
[8] PEREGRIN, J. (2000): The Logic of Anaphora. **Logica Yearbook 1999**, to appear.
[9] PEREGRIN, J. & VON HEUSINGER, K. (1997): Dynamic Semantics with Choice Functions. **Context-Dependence in the Analysis of Linguistic Meaning** I, ed. H. Kamp a B.Partee, Universität Stuttgart, Stuttgart, 329-354; vyjde jako kniha v nakladatelství Elsevier.

ERRÁTA

Ospravedlňujeme sa čitateľom i autorovi za nasledujúce chyby, ktoré sa pri technickom spracovaní minulého čísla vkradli do článku J. Peregrina "Hibertův epsilon-kalkul a současné pokusy o jeho využití pro analýzu jazyka" (*Organon F*, VII (2000), č. 2, 210 - 217):

Na s. 210_{12} namiesto výrazu "$xF\,[x]$" má byť výraz "$\varepsilon xF\,[x]$".

Na s. 211_{8} na pravej strane rovnosti, v ktorej sa definuje denotát termu εxF, má byť tento výraz:

$$\Phi(\{i\colon I,\ \Phi,\ V[x \mid i] \models F\})$$

Na konci metaformuly v ľavej časti posledného riadku s. 211 chýba zátvorka ")".