

Funkce - Procedura - Konstrukce

Pavel Materna

Akademie věd České republiky, Praha

Abstract: The purpose of this paper can be described as follows. The contemporary philosophical logic cannot work without using some terms well-known from mathematics and (mathematical) logic. Among such terms that play an important role in logical and philosophical analyses of *language, meaning* and the like we can find *function, procedure* and *construction*. One problem is that various authors use these terms in various ways, another problem consists in the well-known fact that many philosophers do not have any idea of what those and similar terms could mean. The present paper tries to explain why an exact explication of the three mentioned terms can contribute to understanding and even solving many problems with semantics of natural language, which a philosopher should be (and frequently is) interested in.

Keywords: function, procedure, construction, extensionality, hyperintensionality.

1 Základní problém *logické* analýzy přirozeného jazyka (LAPJ): co nejjemnější analýza

1.1 Frege

Staříký problém, k jehož řešení mohla přistoupit teprve logika, kterou nazýváme ‚moderní‘, spočívá v tázání, jak je možné, že výraz nějakého jazyka, resp. jeho ‚materiální složka‘¹, může *označovat* (*denotovat*) objekt (v nejširším smyslu), přičemž tento *denotát* nemá nejmenší podobnost s tímto výrazem.

¹ Pavel Cmorej v (2005) mluví o ‚materiálních semivýrazech‘.

Pravda je, že Aristotelova teorie definic (hlavně v *Topics I*, *Metaphysics VII*), má k řešení tohoto problému blízko díky svému nenominalistickému charakteru, podobně jako Bolzanova teorie pojmů ve *Wissenschaftslehre I*, ale za moderní počátek řešení tohoto problému je obvykle pokládána teorie, kterou formuloval G. Frege (zejména práce 1891; 1892, in Gabriel 1971). Jádrem této teorie z hlediska LAPJ je začlenění ‚zprostředkujícího článku‘ mezi výraz a jeho denotát; článku, který Frege pojmenoval (ale nedefinoval) jako *Sinn* (*sense*), ale který budeme nazývat *význam* (anglický termín *meaning*), aniž bychom se vyhýbali alternativnímu názvu *smysl*.

To, co Frege nazval *Bedeutung* a co bylo v mezinárodní literatuře nazváno buď *reference* (Geach – Black 1952) nebo *denotation* (např. Church 1956), nebylo rovněž definováno – Frege pouze exemplifikoval běžné představy, podle kterých např. *Večernice* označuje (denotuje) fyzický objekt Venuše. Vztah mezi *Sinn* a *Bedeutung* nemohl být proto přesně stanoven. Už teď můžeme prohlásit (a později doložit):

Fregovy intuice (zejména v 1892) se staly mezníkem a inspirací ve vývoji moderní LAPJ, avšak problémy, které na bázi této inspirace vznikly, mají jeden společný rys: neurčitost („nedefinovanost“) základních pojmů.*

Není ovšem zcela přesné mluvit o (ne)definovanosti. Jde samozřejmě nikoli o definice v pravém slova smyslu, nýbrž o *explikace* v Carnapově smyslu (Carnap 1947; 1950). Problém spočívá v nalezení *optimální explikace* pojmů jako *smysl* (*význam*) a *denotát*, optimální v tom smyslu, aby umožnila vybudovat konzistentní a maximálně expresivní teorii, v jejímž rámci by bylo možné provádět *logickou analýzu* (přirozeného) jazyka.

Frege ovšem ve svém díle ukázal, že pojem *funkce* se může stát východiskem takové analýzy. Pavel Tichý, který pochopil důležitost tvůrčí revize Fregova východiska a věnoval této revizi svou monografii (1988), napsal v této souvislosti:

It is to Frege that we owe the insight that the mathematical notion of function is a universal medium of explication not just in mathematics but in general. (Tichý 1988, 194)

Ve srovnání se způsobem, jak byly funkce chápány v matematice, Frege provádí generalizaci: nechápe funkce jako (zprava jednoznačné) přiřazování čísel číslům či číselným sekvencím; nejen čísla, nýbrž jakékoli objekty mohou být argumenty funkcí (viz 1891). Tuto generalizaci zavádí Frege ve spojitosti s definicí *pojmu*, který u Frega je vlastně charakteristickou funkcí třídy objektů. Zjednodušeně shrnuto: Funk-

ce zvaná *pojem* (*Begriff*) je přiřazení pravdivostních hodnot objektům. V tabulkové formě: levý sloupec obsahuje například všechny možné objekty a sloupec hodnot pravdivostní hodnoty. Tak pojem psa by byl takovou tabulkou, kde objektu, který je pes, je přiřazena hodnota **P(ravda)**, a objektu, který není pes, je přiřazena hodnota **N(epravda)**.

K této teorii bylo napsáno mnoho statí i monografií, zde se však v dalším výkladu (nejen k Fregovi) soustředíme na aspekt usilování o jemnost analýzy. Když posuzujeme Fregův návrh z tohoto hlediska, zjistíme, že toto posouzení je spojeno s komplikací doprovázející Fregův pojem funkce. Když Frege vysvětluje svůj pojem pojmu na příkladech stavby jednoduché subjekt-predikátové věty a ukazuje, že predikátová část odpovídá pojmu, vychází z toho, že tato část odpovídá funkci (v daném případě jde o funkci, jejíž hodnota je pravdivostní hodnota) a že tedy ta funkce je „nenasycená“: ke smysluplnému celku schází doplnění objektu, který je označen subjektivou částí věty. Tak ve větě „Caesar dobyl Gallii“ „Caesar“ označuje objekt (Caesara) prostřednictvím svého smyslu a právě tak „–dobył Gallii“ má smysl, který je „nenasycenou“ částí smyslu celé věty (je to *funkce*), a má také denotát, a tím je právě *pojem*. A tak se dostáváme do ne zcela jasné situace, na kterou upozornil matematik Benno Kerry (polemice s ním věnuje Frege právě svůj článek (1892) „Über Begriff und Gegenstand“): Na jedné straně je smyslem nenasyčené části věty funkce, tedy nenasyčená, doplnění vyžadující entita, na druhé straně denotátem této části věty je pojem, a pojem je funkce, zatímco zde je jakožto denotát odsouzen do role objektu. Frege se snaží v (1892) objasnit tento rozpor, ale objasnění ztrácí přesvědčivost v jednom bodě: Když totiž Frege chce řešit problém, na který upozornil Kerry, tj. že pojem sám se může stát předmětem, o němž něco vypovídáme, a tedy nemůže být „nenasycený“, odpovídá, že v takové situaci se pojem musí „přeměnit v objekt“ („být reprezentován objektem“), takže na jedné straně máme pojem jakožto nenasyčenou funkci (Frege mluví také o ‚predikativní povaze pojmu‘) a na druhé straně pojem jako denotát, ztrácející svou predikativnost. Máme tedy dvě pojetí funkce? Vlastně ano: Pojem jako denotát je nikoli funkce (‚nenasycená‘), nýbrž ‚Wertverlauf‘, což odpovídá modernímu pojmu *grafu funkce*, kdežto pojem projevující svou predikativnost je na úrovni *smyslu* a je to nikoli graf funkce (který nemůže být nenasyčený), nýbrž funkce sama. Jenže jak chápat tuto funkci?

Tato otázka je klíčová. Jak upozorňuje (nejen) Tichý (např. v 1988, 3-4), funkce byla dříve chápána jako určitá *metoda výpočtu* a teprve později (např. Cauchy) jako pouhé *množinové přiřazení*, a Fregův problém

spočívá mj. v určité oscilaci mezi těmito dvěma pojetími (viz právě Tichý 1988). Problém je navíc v tom, že pokud by Fregovo pojetí funkce bylo jednoznačně to moderní (množinové přiřazení), pak je nejasné, kde by se vzala nenasycenost a v čem by spočíval základní rozdíl mezi funkcí a grafem funkce, na němž Frege tak důrazně trvá. Na druhé straně, pokud by Fregova nenasycená funkce odpovídala metodě výpočtu, pak se o ní nic podstatného u Frege nedočteme. Frege sám je si vědom některých problémů: srovnej v (1971, 27), tj. *Ausführungen über Sinn und Bedeutung*, 1892-1895:

Die Wörter „ungesättigt“ und „prädikativ“ scheinen besser auf den Sinn als auf die Bedeutung zu passen; aber es muss dem doch auch etwas bei der Bedeutung entsprechen; und ich weiss keine besseren Wörter.

1.2 Structured meaning

Fregovo funkcionální pojetí analýzy jazyka je zajímavé pro historiky logiky, kteří mohou dlouho nalézat zajímavé detaily, nesrovnalosti a geniální intuice ve Fregově díle (o tom svědčí bohatá bibliografie fregovské literatury). Zajímavost tohoto pojetí však přesahuje zajímavost historickou: Ukazuje se, že pro kteréhokoli významného autora děl z LAPJ bylo nemožné Fregovo funkcionální pojetí obejít. Ustálilo se přitom mínění, že právě Frege byl autorem *extenzionalistického* pojetí funkce (což úplně explicitně doloženo není), tj. kdokoli navazoval na Fregovo pojetí funkce, předpokládal, že jde o moderní, tj. extenzionalistické pojetí splňujícím *princip extenzionality pro funkce*.² Označíme-li x libovolnou sekvenci vzájemně různých proměnných, můžeme tento princip zapsat takto (f, g jsou proměnné funkce):

$$F \quad \forall fg (\forall x (f(x) = g(x)) \rightarrow f = g)$$

Pro vývoj LAPJ po Fregovi je charakteristické, že plodné otázky, které postupně vznikaly v různých podobách a s různými návrhy odpovědí, byly vesměs ve znamení určitých zpochybňování principu F, pokud měl být důsledně uplatněn na funkcionální pojetí sémantiky výrazů přirozeného jazyka.

² Zde ovšem dochází k neodstranitelnému sporu s předchozí úvahou o rozlišení funkce a Wertverlauf, tj. grafu funkce: Princip F platí vlastně pro graf funkce.

Prvním zpochybňovatelem byl sám Frege, když se zamyslel nad platností F v souvislosti s „nepřímými“ kontexty³ (1892). Jak známo, Frege zde zachraňoval F za tu cenu, že zvolil radikálně kontextualistické řešení, podle něhož v těchto kontextech je třeba chápat denotát jako smysl (,reference shift‘, posun denotátu). Neuspokojivost tohoto řešení je zřejmá: Nebylo by možné určit denotát výrazu, kdyby nebyl udán kontext, a iterace postojových výrazů („...X myslí, že Y pochybuje, že Z ví, že...“) vede k absurdním důsledkům.

Za významný posun v tomto ohledu lze pokládat Carnapovu práci (1947), v níž Carnap sice definoval ,metodu extenzí a intenzí‘, kde intenze byly funkce z ,popisů stavů‘ a hrály roli fregovských smyslů, ale zároveň upozornil na to, že v postojových kontextech tato metoda selhává, takže Carnap hledá způsob, jak překonat omezenost metody extenzí a intenzí. (Toto selhání charakterizuje Carnap obecně takto:

Although [the sentences] ‘D’ and ‘D’ have the same intension, namely, the L-true or necessary proposition, and hence the same extension, namely, the truth-value truth, their interchange transforms the [belief-reporting sentence ‘John believes that D’] into the [belief-reporting sentence ‘John believes that D’], which does not have the same extension, let alone the same intension, as the first. (Carnap 1947, 53–54).

Carnapův pokus spočíval v definici *intenzionálního izomorfismu*, který měl vedle identity intenzí respektovat strukturální podobnost, ale jeho pokus se dočkal kritiky, kterou formuloval v (1954) Alonzo Church. Plodnost této kritiky se prokázala tím, že Church ji dovedl k pozitivním návrhům definitivně shrnutým v (1993), kde žádoucí *jemnější* vztah mezi formulemi, jež jsou zde ve hře, definuje jako λ -konvertibilitu. (K tomu se vrátíme později.) Carnapův pokus r. 1947 vedl tedy konec konců k tomu, co dnes nazýváme *hyperintenzionalitou*.

(Zatímco selhání metody extenzí a intenzí vedlo W. van Orman Quinea k rezignaci na sémantiku a k orientaci na pragmatiku, vývoj reprezentovaný Churchem a řadou dále uvedených myslitelů ukázal, že možnosti sémantiky nejsou vyčerpány a že překonání intenzionality je možné v rámci sémantiky.)

³ Je lépe mluvit o ,postojových‘ než o ,oblique‘ kontextech: Postojové (attitudinal) kontexty jsou definovatelné nezávisle na pravidlech existenční generalizace, kdežto ,extenzionální‘, resp. naopak ,oblique‘ kontext lze patrně definovat pouze kruhem, tj. zdánlivě; viz Duží – Jespersen – Materna (2010, 111).

Churchovo řešení vede implicitně k tomu, co explicitně formuloval a již r. 1968 zčásti realizoval Pavel Tichý. Ve své stati (1968) *Smysl a procedura* Tichý konstatoval, že vztah mezi větou a procedurou je sémantické povahy, protože věty zaznamenávají výsledky provedení určitých procedur. K rozvedení této ideje zvolil Tichý definici Turingova stroje a způsob, jak lze základní sémantické pojmy reprezentovat Turingovými stroji.⁴ Podrobněji, a tedy přesněji publikuje Tichý podobnou koncepci r. 1969 v *Studia Logica*. Obě studie jsou pozoruhodné tím, že ukazují možnost definovat pojmy jako *synonymie* a *analytičnost* na základě procedurální teorie smyslu. To je odpověď na Quineovu kritiku Carnapova pokusu: Jak Quine, tak i Tichý ukazuje, že definovat smysl na základě takových sémantických pojmů jako analytičnost či synonymie je nemožné. Quine z toho usuzuje, že definovat sémantiku je marné počínání, zatímco Tichý ukazuje, proč je nutné, aby pořadí definic se obrátilo a naopak sémantické pojmy byly definovány na základě definice smyslu. (Tato cesta je Quineovi uzavřena, protože Quine neuznával pojem smyslu, který mu připadal „temný“.)

U Tichého se tedy poprvé objevuje explicitní odkaz na *procedury*. Všimněme si, že jsou definovány (zde Turingovými či O-stroji) tak, že se od *funkcí* liší podstatně. Nechť (abstraktní) procedury jsou definovány jakkoli, princip odlišující je od funkcí je následující (p, q jsou proměnné procedur, předpokládáme, že procedury mají obecně n vstupů, $n > 0$, a jsou zde zapisovány analogicky jako funkce v **F** :

$$\mathbf{P} \quad \exists pq (\forall x (p(x) = q(x)) \wedge p \neq q)$$

To znamená, že procedury se chovají tak, jak pozoroval Frege a Carnap při analýze postojových kontextů.

Důsledné provedení Tichého koncepce vedlo k vytvoření Transparentní intenzionální logiky (TIL), jejíž konečná podoba v Tichého verzi r. 1988 byla formulována v knize *The Foundations of Frege's Logic* a jejíž současná podoba je systematicky podána v knize Duží – Jespersen – Materna (2010) *Procedural Semantics for Hyperintensional Logic*.

K řešení nabízenému v TIL se vrátíme. Nyní stručně rekapitulujeme reakce na neuspokojivost principu **F** v sedmdesátých až devadesátých letech minulého století.

V (1977, 99-100) se pokusil van Heijenoort interpretovat Fregeův *mysl* na základě *stromů*. *Smysl* formule T lze podle něho ztotožnit se

⁴ Jde vlastně o O-stroje, Tichý pracuje s tzv. oracle.

stromem T' , jehož sémantická struktura je izomorfní se syntaktickou strukturou T . Setkáváme se zde se snahou překonat intenzionalitu v tom směru, že smysl by byla strukturovaná entita kopírující strukturu výrazu.

Tato snaha bude patrná i u dalších autorů, které zde sledujeme. Van Heijenoort ovšem ví (a říká), že strom v jeho pojetí je *zobrazení*. Tím však se strom stává množinovým objektem, jehož struktura je pohlcena díky principu **F**.

Protože tato námitka má obecnou platnost a lze ji použít i u dalších pokusů překonat intenzionalitu, ukážeme si konkrétní příklad, který ilustruje toto „pohlčení“.

Třidu prvočísel můžeme v množině přirozených čísel definovat např. jako

- a) třídu čísel větších než 1 dělitelných pouze 1 a sebou samým;
- b) třídu čísel, které mají právě dva dělitele.⁵

Budeme nyní reprezentovat smysl (význam) těchto výrazů jako strukturovanou entitu, kterou lze bez problémů převést na van heijenoortovský strom. Použijeme lambdový zápis funkce, jak je známý v λ -kalkulech.

- a') $\lambda x [> (x, 1) \wedge \forall y (\text{Děliteln}(x, y) \supset (y = 1 \vee y = x))]$
- b') $\lambda x [\text{Počet_prvků } \lambda y (\text{Děliteln}(x, y) = 2)]$

Funkce konstruovaná v a' nechť je F a funkce konstruovaná v b' nechť je G . Zdá se, že a') i b') jsou „jemnější“ než pouhé množinové zobrazení, které prostě ukazuje, že hodnoty obou funkcí jsou pro každou hodnotu x stejné: je přece respektována odlišná struktura a) a b).

Jde však o pouhé zdání. Protože platí, že $F(x) = G(x)$ pro každou hodnotu x , musíme uplatnit princip **F**. Výsledek: $F = G$, *jde o jednu a tutéž funkci*.

Van Heijenoort z nějakých důvodů neuvedl, že má významného předchůdce: stromovou teorii nalezneme u *Davidu Lewise*, který v (1972) definoval (s použitím kategoriální a Montagueho gramatiky) význam jako „konečný uspořádaný strom, který má na každém uzlu kategorii a příslušnou intenzi“. Lewis je přitom explicitní: strom „je funkce (naše zdůraznění P. M.), která každému prvku množiny uzlů stromu přiřadí objekt, o kterém řekneme, že *obsazuje* nebo *je v* tom uzlu“ (Lewis 1972, 183).

⁵ Stále jsme ve funkcionálním prostředí: nezapomeňme, že třídy chápeme jako jejich charakteristické funkce.

Požadavek ‚strukturovaného významu‘ byl formulován v pracích M. J. Cresswella. Jde zejména o stať *Hyperintensional logic* (1975) a monografii *Structured Meanings* (1985). Je charakteristické, že v (1975) definuje Cresswell *hyperintenzionalitu* (tedy pojem, který ve své stati zavádí) negativně: „Hyperintensional contexts are simply contexts which do not respect logical equivalence.“ (Williamsova definice z r. 2006 (!) působí svou negativitou až komicky: „An operator O is hyperintensional iff it is not non-hyperintensional, and O is non-hyperintensional iff the following condition is satisfied: If p is strictly equivalent to q, then Op is strictly equivalent to Oq.“ Takovéto negativní formulace jsou ovšem samy o sobě pravdivé, ale jistě to nejsou definice, které by rekurzivně určily, kdy máme před sebou hyperintenzionální kontext.

Cresswell se však pokusil o formální reprezentaci hyperintenzionality. V (1975, 30) zavádí *n*-ticový model: Nechť $I(a)$ je intenze α^6 , $M(a)$ nechť je význam α a V je *valua* (proměnných). Pak máme:

$$\begin{aligned} \text{Jednoduché } \alpha: & \quad I(a) = M(a) = V(a) \\ \text{Pro } \alpha = \langle \delta, \alpha_1, \dots, \alpha_n \rangle: & \quad I(a) = I(\delta)(I(a_1), \dots, I(a_n)) \\ & \quad M(a) = \langle M(\delta), M(a_1), \dots, M(a_n) \rangle \end{aligned}$$

Idea je, že intenzi složeného (funkčního) výrazu dostaneme tak, že intenzi funktoru aplikujeme na *n*-tici intenzí argumentů funktoru, zatímco „význam je prostě 1+n-tice skládající se z významu funktoru a významů jeho argumentů“ (Cresswell 1975, 30; naše zdůraznění P. M.) Avšak uspořádané *n*-tice jsou množinové objekty (lze je chápat jako funkce z přirozených čísel), takže se nedivíme, když na s. 32 čteme: „pravdivostní sémantika stačí k určení významů“. Takže zde opět dospíváme k tradičnímu *množinovému paradigmatu*: *Jde vždy o výsledky aplikace procedury a ne o samu proceduru*.

Celkovou kritiku *n*-ticové teorie významu nalezneme zejména v (Tichý 1994; přetištěno v Tichý 2004) a (Jespersen 2003). Zde bych připojil poznámku týkající se této teorie. Již Bolzano v (1837, I., 244) upozornil na to, že pojem (u něho strukturovaný) se nerovná sumě pojmů, které tvoří jeho obsah. Aplikujeme-li tuto výstrahu obecně na pokusy o definici strukturovaného významu, pak dostaneme obecnou zásadu:

⁶ Tradiční pojetí: výrazy mají svou intenzi a svou extenzi. V TIL každý (označující) výraz buď označuje intenzi nebo označuje extenzi. Zde se nebudeme zabývat kritikou tradičního pojetí.

Nechť $M(\alpha)$ je význam výrazu α a necht' β_1, \dots, β_n jsou všechny (smysluplné) podvýrazy výrazu α . Pak platí

$$\neq_1 \quad M(\alpha) \neq \{M(\beta_1), \dots, M(\beta_n)\}$$

Význam výrazu se nerovná množině významů jeho složek.

Pokud nahradíme množinu uspořádanou n -ticí, tedy platí rovněž

$$\neq_2 \quad M(\alpha) \neq \langle M(\beta_1), \dots, M(\beta_n) \rangle$$

Význam výrazu se nerovná (uspořádanému) seznamu významů jeho složek.

Cresswellovo řešení prostě ignoruje fakt, že máme-li seznam $\langle \alpha_1, \dots, \alpha_n \rangle$, pak nemáme ještě způsob, jakým jsou složky α_i donuceny vytvořit celek. To je ostatně obsah otázky, kterou kladl (a nezodpověděl) Bertrand Russell v (1903, 52): „... every proposition has a unity which renders it distinct from the sum of its constituents.“

Ke kritice Russellova pokusu najít tuto jednotu viz King (1997). V souvislosti s Russellovým pokusem definovat *strukturované propozice* lze Russellův problém formulovat jako *klíčovou otázku* (King 1997): *What binds together the constituents of structured propositions?*

Porovnejme nyní \neq_1 a \neq_2 s definicí *kompozicionality* (Szabó 2005, 5):

Let E be a set of expressions, m a meaning assignment, M a set of 'available' meanings, and let F be a k -ary syntactic operation on E . Then m is *F-compositional* if there is a k -ary partial function G on M such that whenever $F(e_1, \dots, e_k)$ is defined, $m(F(e_1, \dots, e_k)) = G(m(e_1), \dots, m(e_k))$.

Jde tedy o to, že logická analýza – pokud chce zachovat kompozicionalitu – musí najít to, co významy smysluplných podvýrazů výrazu E spojuje tak, že vzniká význam E . Pouhý výčet složek – ať formou „prvků množiny“ nebo uspořádaného seznamu – nestačí.

Dílo *George Bealera*, známé jako *teorie P(roperties)R(elations)P(ropositions)*, je zajímavým příspěvkem k hledání jemnější analýzy, která by respektovala případy, kdy F jako by selhával, případy, kdy platí F , a případy, kdy platí P , a vymezila tyto případy odlišnými axiomatickými systémy tak, aby vznikla koherentní teorie. V monografii (1982) rozlišil dva druhy „intenzí“:

Intenze: „qualities“ (odpovídající vlastnostem), „connections“ (odpovídající vztahům), „conditions“ (naše propozice);

Intenze₂: „concepts“ (odpovídá strukturovanému pojmu) a „thoughts“ (odpovídá nejspíše strukturované propozici).

K identifikaci intenzí 1. druhu stačí logická ekvivalence (tj. stačí intenze jako funkce, pro niž platí F), objekty patřící do *Intenze₂* jsou dány jednoznačnou definicí, takže logická ekvivalence, definovaná bez ohledu na způsob zadání objektu, už nestačí a z našeho hlediska jsme v oblasti, kde platí K.

Oblast *Intenze₁* je oblastí, kde lze definovat i modality, v oblasti *Intenze₂* je už možné definovat postoje (intencionální objekty).

Bealerův pokus byl založen na zdravé intuici a byl inspirující. Na rozdíl od TIL se Bealer dal v dalších letech cestou algebraického řešení, které není sémanticky průhledné (k tomu viz např. Duží – Jespersen – Materna 2010, 197-200), kde je ukázán hyperintenzionální prvek Bealerovy teorie).

Richard Montague, nejlivnější logický analytik přirozeného jazyka, vybudoval teorii (viz 1974), která má některé rysy společné s Tichého TIL:

- a) *funkcionální jazyk*, tj. volba *funkce* jako základního primitivního pojmu, a
- b) *typově klasifikované univerzum*.

Ad a): Volba funkcionálního základu, a tedy prostředků poskytovaných λ -kalkulem, není samozřejmá. Vzhledem k dobrým vlastnostem, úspěšnosti a tradici byla při logických analýzách často volena *predikátová logika* (převážně 1. řádu), tj. logika, která je založena na třídách a relacích. Mohli bychom namítnout, že rozdíl *funkce* – *relace* není podstatný, protože každá funkce je relace (viz Zaltova námitka; Zalta se navíc domnívá, že relační přístup je obecnější.). Proti tomu stojí skutečnost, že také každá (i nefunkcionální) relace je funkce, tj. charakteristická funkce dané relace, a navíc argument, že parciální funkce mají určité vlastnosti, které relace nemohou postihnout. Důležitý je dále argument, jehož váhu oceníme později, že totiž funkce mohou být *aplikovány* na argumenty a naopak *vytvářeny abstrakcí*, takže jsou ‚přátelské k procedurám‘ (*procedure-friendly*), což nelze tvrdit o relacích. Montagueho a Tichého práce vznikaly nezávisle na sobě, volba funkcionální orientace u obou autorů vypovídá o shodné intuici.

Jsou zde ovšem důležité rozdíly. Montague, který užívá Schoenfelkelovu redukci funkcí na monadické funkce, je nucen pracovat výhrad-

ně s totálními monadickými funkcemi, protože zmíněná redukce není jednoznačná v případě parciálních funkcí. Významný rozdíl spočívá v tom, že Montague nemá prostředky k věrohodné analýze postojů, zejména postojů k matematickým objektům, protože dodržuje shora uvedené množinové (prvořádové) paradigma. Věty jako „Karel počítá $5 + 7$ “ nereferují o vztahu k číslu nebo k funkci, a sentencialistické pojetí Montague (právem) nepřijímá. Řešení je možné na hyperintenzionalistické úrovni (s níž pracuje TIL).

Neomeinongovec *Edward Zalta* (viz např. 1988) kritizoval Montagua za jeho neřešení klíčového problému soudobé sémantiky. O Montaguově rekonstrukci relací a propozic říká: „[s]uch a reconstruction doesn't capture one of their most important features, namely, that two relations or propositions may be distinct even though necessarily equivalent“ (Zalta 1988, 62).

Zaltovo dílo je věnováno právě řešení tohoto problému. Jeho sémantika pracuje s dvěma novými pojmy: *encoding* a *exemplifying*, které zhruba připomínají rozlišení mezi intenzionálním a extenzionálním užitím konstrukcí v TIL⁷. „Zakódování“ neznamená zaručení reálné existence objektu, ta je dána „exemplifikací“. Svou roli hrají logické operace $PLUG_i$, vkládající, zhruba řečeno, objekty do i -členných relací. Idea zřejmě spočívá v tom, že pokud bude odlišena vkládající operace a vlastní denotace, vznikne komplex. Protože není jasný charakter operace *Plugging* (je to funkce ve smyslu **F**, nebo procedura?), vzniká otázka, zda komplexem bude skutečně denotát/smysl daného výrazu, nebo jen výraz sám.

Na závěr tohoto stručného přehledu rád připomínám dílo *Y. N. Moschovakise*, jehož (1994) má příznačný nadpis *Sense and Denotation as Algorithm and Value*.

2 Procedury a TILovské konstrukce

2.1 Abstraktní procedury

Pojem procedury je *vágní* do té míry, že vyžaduje carnapovskou *explikaci*. Můžeme říci, že existují různé pojmy, které jsme ochotni chápat jako pojmy procedury. V některých případech budeme konfrontováni

⁷ Viz k tomu Duží – Jespersen – Materna (2010, 233).

s pojmy, které budou různé, ale budou ekvivalentní: vše a jen to, co dokážeme objasnit pomocí jednoho pojmu, dokážeme objasnit i pomocí druhého pojmu. Tato situace připomíná případ Church-Turingovy teze, kde pro různé explikace (pojmu mechanické metody) existuje důkaz jejich ekvivalentnosti.

Asi se shodneme, že *zápis (počítačového) programu* je výraz, který má to, co odpovídá Fregově ideji smyslu, a který něco označuje, tedy má denotát. Shora zmíněný nadpis Moschovakisova článku je návrhem sémantiky zápisu počítačového programu: jeho smyslem je příslušný *algoritmus* a denotátem je *funkce* (v jednotlivých případech její hodnota), která je výstupem tohoto algoritmu. Tvrdím, že *algoritmus*, jak je definován v informatice, je příkladem *abstraktní procedury*.

Co znamená, že algoritmus je *abstraktní procedura*? Vycházíme z definice, podle níž *abstraktní je každý objekt, který (princiálně) není možno lokalizovat v čase a prostoru*.

Mějme následující objekty:

- a) dva zápisy téhož programu P, které leží na stole
- b) algoritmus, který je vyjádřen programem P
- c) provedení programu P na počítači C1
- d) provedení programu P na počítači C2

Aplikace naší definice abstraktnosti vede k následujícím tvrzením, jež jsou jistě v souladu s naší intuicí:

Ad a): Oba zápisy jsou v jistém čase na dvou lokalizovatelných místech. Jsou to *konkrétní* objekty.

Ad c) a d): Provedení programu je *proces* odehrávající se v určitém čase na určitém místě (v našem případě na určitých dvou místech). Procesy jsou *konkrétní* objekty.

Ad b): Algoritmus sám nelze lokalizovat; nejsou zde dva algoritmy, pouze jeden. Jde o *abstraktní* objekt.

Konkrétní procesy můžeme tedy chápat jako realizace abstraktních procedur. Nadále budeme termín *procedura* užívat ve smyslu *abstraktní procedura*. Z uvedeného nevyplývá, že každá procedura je algoritmus. Některé obecné vlastnosti takových objektů, které nazveme *procedurami*, lze však jistě zmínit:

Procedura je dána n kroky, $n \geq 1$. Případ $n = 1$ pokládáme za *jednoduchou proceduru*. Procedura není totožná s množinou jednotlivých kroků (viz \neq_1) ani s jejich uspořádanou n -ticí (viz \neq_2). Mohlo by se zdát, že nejde (např. v počítačovém programu) o nic jiného než o sekvenci

kroků, ale ve skutečnosti je procedura nikoli jedním z kroků sekvence, nýbrž tím, co pořadí kroků určuje. Viz následující odstavec **b)**, srovnání λ -termu a TILovské *Kompozice*.

2.2 Konstrukce v TIL

Teorie konstrukcí vybudovaná v TIL je jednou z možných explikací výrazu *procedura*. Konstrukce, jak je definována v TIL, má vlastnosti vyjmenované v odstavci 2.1. Je nejméně jednokroková⁸ a je abstraktní. Konstrukce jsou tedy *procedury* a jako takové jsou *abstraktní*. Logická analýza se v tomto pojetí musí zabývat jazykovou fixací těchto procedur, a jak to u takových oborů bývá, může se stát, že za to, s čím zacházíme, budeme pokládat tyto jazykové fixace a za předmět našeho zkoumání tedy jazykové výrazy. Takový vývoj by vedl k *formalismu*, tj. k zapomenutí skutečnosti, že předmětem našeho zájmu je to, co pouze jazykově fixujeme, a ne ta fixace. Krásně charakterizoval nebezpečí formalismu v případě logiky Tichý:

Both Frege and Russell took, inconsistencies notwithstanding, an objectual view of logic. They both devise and used ingenious symbolic languages, whose various modifications were to become the stock in trade of symbolic logic. Yet they themselves were not symbolic logicians; a symbolism to them was not the *subject matter* of their theorizing but a mere shorthand facilitating discussion of extra-linguistic entities. (Tichý 1988, viii)

Přesné definice konstrukcí v TIL nalezneme v Tichý (1988) a např. v Duží – Jespersen – Materna (2010). Zde uvedeme jen stručný přehled, abychom mohli o nich vypovídat relevantní informace.

Prostředí, v němž jsou konstrukce definovány, je *typově klasifikováno*. Logickým podkladem je pak nejprve *jednoduchá* a dále *rozvětvená typová hierarchie*. Vycházíme z intuicí spojených s libovolným přirozeným jazykem a za *jednoduché typy*, z nichž budujeme standardním způsobem složené typy, pokládáme (a pojmenováváme řeckými písmeny):

- i) množinu **o** dvou pravdivostních hodnot **P, N**, interpretovaných po řadě jako *Pravda, Nepravda*;

⁸ Mezi konstrukce patří proměnné, které konstruují objekty na základě valuace, tj. *v*-konstruují, kde *v* je parametr valuace. Jde o jednokrokové konstrukce.

- ii) množinu ι *individuí*, chápaných jako ‚nahá‘, tj. nemajících žádnou empirickou vlastnost nutně;⁹
- iii) množinu τ *reálných čísel*, která slouží rovněž jako množina *časových okamžiků*;
- iv) množinu ω *možných světů*, chápaných jako množina všech kombinatoricky možných vzájemně kompatibilních distribucí vlastností přes objekty.¹⁰

Standardní způsob definování *složených typů* spočívá v induktivní definici založené na *funkcionálním pojetí*: kde $\alpha, \beta_1, \dots, \beta_m$ jsou libovolné (tj. ne jen jednoduché) typy, složený typ, $(\alpha\beta_1\dots\beta_m)$, je množina parciálních funkcí, jejichž hodnota je typu α ¹¹ a jejíž argumenty jsou po řadě typů β_1, \dots, β_m .

Příklady:

$(\sigma\tau)$ je typ binárních relací mezi reálnými čísly (třídy a relace jsou ztotožněny s charakteristickými funkcemi).

Intenze, tj. funkce z možných světů, jsou typu $(\alpha\omega)$, nejčastěji pro $\alpha = (\beta\tau)$, tj. $((\alpha\tau)\omega)$, zkráceně $\alpha_{\tau\omega}$. Jde tedy o funkce, které každému možnému světu přiřadí (nejčastěji) chronologii typu α , tj. funkci z časů do typu α . Např. vlastnosti individuí jsou typu $(\iota\tau)_{\tau\omega}$: světům a časům přiřazují třídy individuí.

V tomto typovaném prostředí jsou definovány *konstrukce*. Opakuje se, že konstrukce jsou abstraktní, mimojazykové procedury a že tedy nejsou totožné se svou jazykovou fixací.¹²

Proměnné: pro každý typ je k dispozici spočetně nekonečně mnoho proměnných, tj. konstrukcí, které *v*-konstruují objekty v závislosti na valuaci *v*. Obvyklá písmena $x, y, \dots, p, q, \dots, k, m, \dots$ budeme pokládat za názvy proměnných.

Trivializace: kde X je jakýkoli objekt (i konstrukce), 0X je Trivializace: konstruuje X bez jakékoli změny. (Význam Trivializace pochopíme, když si uvědomíme, že Trivializace *zmiňuje* X .)

Provedení a Dvojí provedení, ${}^1X, {}^2X$. Zde nebudeme uplatňovat.

⁹ \mathbf{o} a $\mathbf{\iota}$ odpovídají zhruba Montaguovým typům po řadě t, e .

¹⁰ Podrobnou explikaci zejména možných světů nalezneme v Tichý (1988, 172-200).

¹¹ Tj. patří do typu α . (Typy jsou určité množiny.)

¹² Jak typy, tak konstrukce lze modifikovat podle charakteru jazyka, který analyzujeme. Např. výrazy aritmetiky přirozených čísel vystačí s typy \mathbf{v} (přirozená čísla) a \mathbf{o} .

Kompozice. Kde X je konstrukce m -místné funkce a X_1, \dots, X_m jsou konstrukce argumentů té funkce, $[XX_1 \dots X_m]$ je konstrukce (Kompozice) konstruující hodnotu funkce (pokud existuje) na příslušných argumentech.

Uzávěr. Nechť x_1, \dots, x_m jsou vzájemně různé proměnné a X je konstrukce. Pak $\lambda x_1 \dots x_m X$ je konstrukce (Uzávěr), která (v -)konstruuje funkci (definovanou v λ -kalkulu, resp. v Duží – Jespersen – Materna 2010).

Objasníme si povahu konstrukcí na příkladech:

Mějme λ -term (jeden z možných zápisů), obor proměnnosti = \mathbb{N} :

$$\lambda x (+ x 1)$$

Tento term je *jazykový výraz*, který je *interpretován* jako *funkce následníka*

$$\lambda x [^0+ x ^01]$$

Tento Uzávěr *není jazykový výraz*: je to procedura, jejíž průběh je dán definicí Uzávěru. Na rozdíl od λ -termu tento Uzávěr *konstruuje* funkci následníka. Dále: λ -term obsahuje např. závorky, Uzávěr je procedura, a tedy nemůže obsahovat závorky a vůbec jazykové symboly.

Ilustrujme nyní dvě nerovnosti uvedené shora: \neq_1 a \neq_2 :

Smysl (význam) výrazu

$$7 + 5$$

je konstrukce (Kompozice)

$$[^0+ ^07 ^05]^{13}$$

Množina $\{^0+, ^07, ^05\}$ je pouhým souborem významů jednotlivých kroků procedury dané tou Kompozicí. Žádná množina nemůže něco konstruovat. Nepomůže nám ani pouhé uspořádání těchto prvků, tj. $< ^0+ ^07 ^05 >$, protože schází onen jednotlicí prvek, o kterém mluvil např. Russell.

Chceme najít význam výrazu

$$7 + 5 = 3 . 4$$

Je to pravdivá věta, Konstrukce, která je jejím smyslem/významem, musí konstruovat pravdivostní hodnotu. Ta bude konstruována díky

¹³ Všimněme si, že objekty, které zmiňuje konstrukce (tj. smysl, význam výrazu E) jsou v té konstrukci zastoupeny svou konstrukcí. Proto ty Trivializace.

tomu, že se zde tvrdí identita čísel, =, typu ($\sigma\tau$). Konstrukce bude následující Kompozice:

$$[{}^0= [{}^0+ {}^07 {}^05] [{}^0. {}^03 {}^04]]$$

Na druhé straně máme možnost analyzovat (rovněž pravdivou) větu, která tvrdí, že *konstrukce* $[7 + 5]$ není totožná s *konstrukcí* $[{}^0. {}^03 {}^04]$. (Jistě, když někdo počítá $7 + 5$, dělá něco jiného, než když počítá $3 \cdot 4$, i když *výsledek* je stejný.) Tento rozdíl můžeme vyjádřit: mezi konstrukcemi máme jednu vysoce důležitou: *Trivializaci*. Identita, kterou nyní potřebujeme, je jiného typu než předchozí. Abychom mohli definovat tento typ, potřebujeme *rozvětvenou hierarchii typů*, RHT, která umožňuje, abychom mohli konstrukce nejen *užívat*, nýbrž i *zmiňovat*, tj. učinit z konstrukcí (z *procedur!*) svéprávné objekty¹⁴.

Nebudeme zde RHT definovat (viz Tichý 1988) či Duží – Jespersen – Materna 2010). Řekneme pouze, že v okamžiku, kdy RHT umožní obdařit jakoukoli konstrukci typem (typem konstrukce, ne výsledku konstrukce!), dostáváme neomezenou hierarchii vyšších typů. Vyšší typy označujeme *_n , a každý typ, který obsahuje typy tvaru ${}^*_{n'}$ je rovněž vyšší typ. Vyšší typy jsou typy konstrukcí, tedy *procedur*.

V našem případě máme nyní možnost zapsat konstrukci, která je smyslem věty, jež tvrdí, že konstrukce $[7 + 5]$ není totožná s konstrukcí $[{}^0. {}^03 {}^04]$. Identita (řekněme =') je nyní typu ($o^* {}^*_n {}^*_n$) a příslušná konstrukce je

$$[{}^0\neq' [{}^0+ {}^07 {}^05] [{}^0. {}^03 {}^04]].$$

Tím je řešen problém, který vyvstane, jakmile chceme zdůvodnit, proč nemůžeme uznat za korektní následující úsudek, kde závěr zdánlivě vyplývá na základě Leibnizova substitučního pravidla:¹⁵

$$\begin{array}{l} 7 + 5 = 3 \cdot 4 \\ \text{Karel počítá } 7 + 5 \\ \hline \text{Karel počítá } 3 \cdot 4 \end{array}$$

Analýza premis:

$$\begin{array}{l} [{}^0= [{}^0+ {}^07 {}^05] [{}^0. {}^03 {}^04]] \\ \lambda\omega\lambda t [{}^0\text{Poč}_{\omega t} {}^0\text{Karel } [{}^0+ {}^07 {}^05]] \end{array}$$

¹⁴ To by standardní logika dokázala pouze v metajazyce.

¹⁵ Pro připomenutí: $a = b, \Phi(\dots a \dots) \rightarrow \Phi(\dots b \dots)$

Aby nyní mohl být odvozen závěr, tj.

$$\lambda w \lambda t [{}^0\text{Poč}_{wt} {}^0\text{Karel } [{}^0. {}^03 {}^04]],$$

muselo by platit

$$[{}^0= {}^0[{}^0+ {}^07 {}^05] [{}^0. {}^03 {}^04]],$$

což, jak jsme zjistili, neplatí. Logická chyba nevznikla aplikací Leibnizova pravidla, které jako by v daném kontextu neplatilo, nýbrž chybnou analýzou premis.

Tento příklad můžeme generalizovat v tom smyslu, že *určitý druh logických chyb při analýze úsudků nespočívá v použití chybného pravidla, nýbrž v chybné logické analýze premis, resp. závěru. Z toho hlediska lze argumentovat, že nedílnou součástí (formální) logiky je logická analýza přirozeného jazyka.*

2.3 Smysl (význam) výrazu jako procedura

Položme si otázku: Proč by *smyslem*¹⁶ výrazu E nemohla být *intenze* jakožto funkce z možných světů (typ α_{to})? S takovým názorem se v literatuře můžeme setkat.¹⁷

Dva argumenty ukazují, že máme-li brát vážně Fregovu ideu nutného vsunutí toho, co nazval *smyslem*, mezi výraz a denotát, pak intenze nemohou hrát roli tohoto tušeného smyslu.

1. Jednoduchý protiargument spočívá ve skutečnosti, že matematické výrazy by neměly smysl: k analýze matematických výrazů nepotřebujeme možné světy ani časy.
2. Druhý argument je závažnější, protože má obecnou povahu. Intenze ve shora uvedeném smyslu jsou *funkce*. Funkce v současném chápání jsou množinové objekty, tj. k identitě funkcí stačí logická ekvivalence. V případě funkcí je to vyjádřeno principem F. To má naprosto neintuitivní důsledky, uvažujeme-li o intenzích jako smyslech:

a) Funkce jsou z tohoto hlediska *jednoduché* objekty: Vraťme se k příkladu s definicí prvočísel. Jedna z možných definic vedla k funkci

$$\lambda x [> (x, 1) \wedge \forall y (\text{Děliteln } (x, y) \supset (y = 1 \vee y = x)),$$

¹⁶ Dohodli jsme se, že budeme používat výraz *smysl* a *význam* jako synonyma.

¹⁷ Z klasiků viz Carnap (1947), patří sem i Cresswell.

jiná k funkci

λx [Počet_prvků λy (Děliteln $(x, y) = 2$].

Ve skutečnosti jde však o *jednu funkci* (viz F). Strukturální odlišnost nehraje roli. Kdyby intenze (tj. funkce) měly hrát roli prostředníka mezi výrazem a denotátem, pak struktura výrazu by byla v intenzi anulována: Jak by nestrukturovaný objekt mohl vést od strukturovaného výrazu k denotátu, by byla neřešitelná záhada. Všechny logicky ekvivalentní výrazy by měly též smysl (význam), logická analýza by nebyla dostatečně *jemná*.

b) Pokusme se přece jen říci, jak by měl vypadat denotát v případě přijetí intenzí jako smyslů: Je-li intenze smysl výrazu, pak jako funkce z možných světů má v aktuálním světě určitou hodnotu. Ukazuje se, že je logicky výhodné odlišit tuto hodnotu od denotátu i názvem a pojmenovat hodnotu intenze v aktuálním světě *referencí*.¹⁸ Pak ovšem Fregova představa, že denotát je určen smyslem, není splněna. *Reference není totiž určena smyslem*, protože reference je objekt, který *nahodile* splňuje kritérium dodané smyslem, a tedy i denotátem, který musí být určen smyslem. Příklad: Fregova *Večernice*, pokud by jako smysl měla intenzi, tj. v daném případě tzv. *individuovou roli*, pak hodnota této intenze je sice – jak dnes víme – Venuše, ale to, že jde právě o Venuši, není jednoznačně určeno smyslem, tím kritériem, protože *logická analýza nemůže určit, který z možných světů je aktuální*. Musí – v případě empirických výrazů – nastoupit *zkušenost*, která určí hodnoty příslušných intenzí v daném (aktuálním) světě. Fregův příklad s Jitřenkou a Večernicí to potvrzuje: Informativnost vět jako *Jitřenka je Venuše* nemohli zajistit logici, nýbrž astronomové, a to empirickými metodami.

Bude-li za smysl výrazu pokládána nikoli funkce, tj. množina, nýbrž procedura (ať už je zvolena jakákoli explikace termínu *procedura*, pokud bude pro takovou explikaci platit princip P), pak shora uvedené problémy jsou vyřešeny:

Protože procedury jsou strukturované a mohou být odlišeny i v případě, že konstruují též objekt (princip P), pak odpadají problémy spojené s a). Oproti funkcím (které jsou jednoduché, nestrukturované) jsou procedury složeny opět z procedur a princip kompozicionality zajišťuje, že *strukturu procedury lze odvodit ze struktury výrazu*.

¹⁸ V češtině by bylo správnější mluvit o referentu, ale slovo „referent“ má v češtině již svůj význam.

Odpadá dále problém, jak může smysl výrazu E určit denotát výrazu E, když výraz E je obecně zcela nepodobný denotátu: ten problém byl neřešitelný, pokud smyslem byla funkce, tj. množinový objekt.¹⁹ Množinový vztah, který by vedl k objektu, o němž jsme ochotni říci, že je určen množinou-smyslem a je dán výrazem, za jehož denotát ho pokládáme, je zcela enigmatický. Vztah procedury, která kopíruje strukturu výrazu, k objektu, který pokládáme za denotát toho výrazu, je naprosto srozumitelný: Ta sémantická obdoba strukturovaného výrazu, kterou chápeme v duchu definice kompozicionality jako proceduru, konstruuje (v případě výrazu, který nemá indexický charakter a není sémanticky prázdný, tj. má denotát²⁰) objekt, který nazveme denotátem, protože nepodobnost výrazu a denotátu je objasněna v okamžiku, kdy srovnáváme proceduru a výsledek procedury, protože vztah *procedura* – *výsledek procedury* nevyžaduje, aby ten výsledek byl podobný proceduře.

Potud obecné důvody, proč chtít *proceduru* jako smysl/význam výrazu. Jakmile přistoupíme k určité explikaci, zjistíme, že ‚skok‘ z intenzionální, a tedy množinové úrovně na ‚hyperintenzionální‘ úroveň nastane v okamžiku, kdy máme možnost logicky pojednat *zmiňování* procedur, tj. chápání procedur jako objektů *sui generis*. V případě, že explikací je teorie *konstrukcí*, jsme mohli ukázat, že RHT tuto možnost dává díky definici typů vyššího řádu (speciálně pak díky tomu faktu, že každá konstrukce může být zmíněna: Nechť C je nějaká konstrukce, pak °C je konstrukce, která tuto konstrukci zmiňuje).

2.4 Procedury a konstrukce. Shrnutí

Již jsme konstatovali, že mluvíme-li o procedurách, pak máme na mysli určité rysy sdílené těmi objekty, o kterých mluvíme jako o procedurách, a že nikdy nepřekonáme určitou vágnost týkající se toho, o čem v daném kontextu nemluvíme. Řekli jsme, že *konstrukce*, jak jsou definovány v TIL, jsou objekty, které jsou na rozdíl od procedur přesně definovány (a naznačili jsme způsob, jakým tato explikace pracuje).

¹⁹ Zalta říká v (1988, 183): Although sets may be useful for describing certain structural relationships, they are not the kind of thing that would help us to understand the nature of presentation. There is nothing about a set in virtue of which it may be said to present something to us."

²⁰ Oba tyto případy jsou systematicky pojednány v Duží – Jespersen – Materna (2010).

Podle Carnapa (1950) musíme při provádění explikace respektovat texty, ve kterých se daný výraz vyskytuje, a přizpůsobit definici účelu, který sledujeme. Že proces explikace nemusí být jednoduchý, můžeme nahlédnout z již připomenutého případu explikace výrazu *mechanická metoda*, jehož explikace vedla k definici (částečně) rekurzivních funkcí, Turingova stroje, normálního algoritmu a obecně přepisovacích systémů. Pokud jde o možnost dalších alternativních explikací procedur kromě konstrukcí v TIL, je nesporné, že takové explikace existují. Jako jednu z nejslibnějších mohu zmínit Curryho teorii *kombinátorů* (1958, 1972). Vzhledem ke vztahu λ -terms a *combinators* je velice pravděpodobné, že existuje důkaz ekvivalence teorie konstrukcí v TIL a teorie kombinátorů.

Můžeme shrnout, že *teorie konstrukcí v TIL je jednou z explikací pojmu procedury*.

2.5 Konstrukce a algoritmy

Ještě jednou se vrátíme ke vztahu *konstrukcí a algoritmů*, jak byl naznačen v Tichý (1986). Příslušný text zní:

Not every construction is an algorithmic computation. An algorithmic computation is a sequence of *effective* steps, steps which consist in subjecting a manageable object...to a feasible operation. A construction, on the other hand, may involve steps which are not of this sort. (Tichý 1986, 526; 2004, 613).

Především si všimněme, že v každé konstrukci jsou objekty zastoupeny svými konstrukcemi (např. Trivializací) daného objektu. To znamená, že vždy předpokládáme, že daný objekt je (v daném jazyce) dán. To nemusí znamenat, že daný objekt je dán *algoritmicky*. Nejjednodušší příklad: Nechť je konstrukce množiny prvočísel dána Trivializací, tj. ⁰Prvočíslo. Z definice Trivializace vyplývá, že tato konstrukce je sice korektní, ale rozhodně ne algoritmická: Spočívá totiž v tom, že množina prvočísel je zmíněna a ponechána beze změny, tj. konstruovali jsme aktuálně nekonečnou množinu. Vezmeme-li ovšem některou z možných definic prvočísla, např.

$$\lambda x [{}^0\text{Počet_prvků } \lambda y ({}^0\text{Děliteln } (x, y) = {}^02],$$

pak je sice pravda, že např. funkce²¹ *být dělitelný* je rovněž dána neefektivně (jako aktuální nekonečno), ale zde je vyžadována vždy jen její hodnota pro danou dvojici čísel. (Rovněž kardinalita – Počet prvků – je zde vždy aplikována na konečnou množinu.) Ovšem konstrukce v TIL nejsou omezeny na efektivní, algoritmické konstrukce. Ostatně již v prvním Tichého pokusu z r. 1968 a 1969, kdy ještě nebyly definovány konstrukce a idea procedurality byla realizována Turingovým strojem, nešlo vlastně o pravé Turingovy stroje, nýbrž o O-stroje, které – díky příkazu danému tzv. *oracle* – nemohly definovat efektivitu ve smyslu Church-Turingovy teze.

Poděkování

Tato stať byla vypracována s podporou Grantu GAČR, projekt P401/10/1279, „Základy současné logické analýzy“, a P401/10/0792, „Temporální aspekty znalostí a informací“.

Oddělení logiky
Filosofický ústav
Akademie věd České republiky, v. v. i.
Jilská 1
110 01 Praha 1
Česká republika
MaternaPavel@seznam.cz

Literatura

- BEALER, G. (1982): *Quality and Concept*. Oxford: Clarendon Press.
 BOLZANO, B. (1837): *Wissenschaftslehre*. Sulzbach: von Seidel
 CARNAP, R. (1947): *Meaning and Necessity*. Chicago: Chicago University Press.
 CARNAP, R. (1950): *Logical Foundations of Probability*. Chicago: Chicago University Press.
 CHURCH, A. (1954): Intensional Isomorphism and Identity of Belief. *Philosophical Studies* 5, 65–73.
 CHURCH, A. (1956): *Introduction to Mathematical Logic*. Princeton: Princeton University Press.
 CHURCH, A. (1993): A Revised Formulation of the Logic of Sense and Denotation. *Alternative* (1). *Noûs* 27, 141–157.
 CMOREJ, P. (2005): Semivýrazy a výrazy. In: Sousedík, P. (ed.): *Jazyk – logika – věda*. Praha: Filosofia, 63–88.

²¹ Nezapomeňme, že relace jsou reprezentovány charakteristickou *funkcí*.

- CRESSWELL, M. J. (1975): Hyperintensional Logic. *Studia Logica* 34, 25-38.
- CRESSWELL, M. J. (1985): *Structured Meanings*. Cambridge: MIT Press.
- CURRY, H. – FEYS, R. (1958): *Combinatory Logic I*. North Holland.
- CURRY, H. – HINDLEY, J. R. – SELDIN, J. P. (1972): *Combinatory Logic II*. North Holland.
- DUŽÍ, M. – JESPERSEN, B. – MATERNA, P. (2010): *Procedural Semantics for Hyperintensional Logic. Foundations and Applications of Transparent Intensional Logic*. First edition. Berlin: Springer.
- FREGE, G. (1891): *Funktion und Begriff*. Jena: H. Pohle. *Vortrag, gehalten in der Sitzung vom 9. Januar 1891 der Jenaischen Gesellschaft für Medizin und Naturwissenschaft, Jena*.
- FREGE, G. (1892): Über Begriff und Gegenstand. *Vierteljahrschrift für wissenschaftliche Philosophie* 16, 192-205.
- FREGE, G. (1892*): Über Sinn und Bedeutung. *Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik* 100, 25-50.
- FREGE, G. (1892-1895): *Ausführungen über Sinn und Bedeutung*. In: Gabriel, G. (Hsg.) (1971): *Gottlob Frege Schriften zur Logik und Sprachphilosophie*. Hamburg: F. Meiner Verlag.
- GEACH, P. – BLACK, M. (eds.) (1952): *Translations from the Philosophical Writings of Gottlob Frege*. Oxford: Blackwell.
- JESPERSEN, B. (2003): Why the Tuple Theory of Structured Propositions isn't a Theory of Structured Propositions. *Philosophia* 31, 171-183.
- KING, J. T. (1997): Structured Propositions. In: Zalta, E. N. (ed.): *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Dostupné: <http://plato.stanford.edu/entries/propositions-structured/>
- LEWIS, D. (1972): General Semantics. In: Davidson, D. – Harman, G. (eds.): *Semantics of Natural Language*. Dordrecht: Reidel, 169-218.
- MONTAGUE, R. (1974): *Formal Philosophy: Selected Papers of R. Montague*. New Haven: Yale University Press.
- MOSCHOVAKIS, Y. N. (1994): Sense and Denotation as Algorithm and Value. In: Väänänen, J. – Oikkonen, J. (eds.): *Lecture Notes in Logic*. Vol. 2, Berlin: Springer, 210-249.
- RUSSELL, B. (1903): *The Principles of Mathematics*. Cambridge: At the University Press.
- SZABÓ, Z. (2005): Compositionality. In: Zalta, E. (ed.): *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Dostupné: <http://plato.stanford.edu/archives/spr2005/entries/compositionality>
- TICHÝ, P. (1968): Smysl a procedura. *Filosofický časopis* 16, 222-232. Přeložené a znovu vydané: Tichý (2004, 77-92). Tichý, P. 1969. Intensions in Terms of Turing Machines. *Studia Logica* 26, 7-25. Znovu vydané: Tichý (2004, 93-109).
- TICHÝ, P. (1986): Constructions. *Philosophy of Science* 53, 514-534. Znovu vydané: Tichý (2004, 599-621).

- TICHÝ, P. (1988): *The Foundations of Frege's Logic*. Berlin – New York: De Gruyter.
- TICHÝ, P. (1994): The Analysis of Natural Language. *From the logical point of view* 3, 42-80. Znovu vydané: Tichý (2004, 801-841).
- TICHÝ, P. (2004): *Collected Papers in Logic and Philosophy*. Svoboda, V. – Jespersen, B. – Cheyne, C. (eds.). Praha: Filosofia, Praha: Czech Academy of Sciences, Dunedin: University of Otago Press.
- VAN HEIJENOORT, J. (1977): Sense in Frege. *Journal of Philosophical Logic* 6, 93-102.
- VAN HEIJENOORT, J. (1977): Frege on Sense Identity. *Journal of Philosophical Logic* 6, 103-108.
- ZALTA, E. (1988): *Intensional Logic and the Metaphysics of Intentionality*. Cambridge – London: MIT Press.