

Kapitola 4

Reprezentácia významov v živých a umelých systémoch

1 Úvod

Schopnosť rozumieť – pripisovať význam – je kľúčovým aspektom kognície. V tejto kapitole sa zameriame na teóriu významov a možné formy reprezentácie znalostí a významov v živočíšnej ríši, u ľudí, ale aj v umelých systémoch.¹ Významy sa obvykle spájajú s jazykom. *Porozumením* jazyku sa myslí priradenie významov jednotlivým prvkom jazyka – slovám, frázam či vetám. V tomto zmysle sa ich štúdiom zaoberá lingvistika (jazykoveda). V rámci lingvistiky rozlišujeme *syntax* – náuku o pravidlách skladania jednoduchých prvkov jazyka do komplexnejších štruktúr a o ich vzájomných vzťahoch, *sémantiku* - náuku o význame jednotlivých prvkov a *pragmatiku*, ktorá študuje ako sa jazyk prakticky používa a ako je interpretovaný v konkrétnych okolnostiach. Okrem lingvistiky sa s teóriami významu môžeme stretnúť ešte v *semiotike*, ktorá rozširuje poňatie pripisovania významu akémukoľvek systému znakov, nie iba jazyku (zloženého zo slov a viet). Klasifikácii typov sémantických teórií bude venovaná časť 2.1. V časti 2.2 sa budeme podrobnejšie venovať tzv. *kognitívnym* sémantikám a v časti 2.3 semiotickému prístupu k významu. Centrálnou tézou tejto kapitoly je, že významy môžu existovať nezávisle od jazyka a že okrem porozumenia jazyku existuje porozumenie situácii, udalosti. Takéto rozšírené poňatie nám umožní analyzovať významy aj u živočíchov, ktoré nedisponujú jazykom (časť 3). V časti 4 uvedieme prehľad niektorých teórií významu u ľudí a v časti 5 sa budeme venovať problematike reprezentácie významu v umelých systémoch. Na záver zhrnieme najdôležitejšie tézy načrtnutého prístupu k významom a pokúsime sa odpovedať na niektoré výhrady voči nemu.

2 Teória významu

2.1 Klasifikácia typov sémantík

Základné delenie sémantických teórií vznikne podľa toho, čo považujú za význam, konkrétne či existujú nejaké entity – materiálne, mentálne, ideálne, atď., ktoré tvoria významy jazykových výrazov. Sémantické teórie, ktoré na túto otázku odpovedajú kladne, sú *denotačné*; tie, čo odpovedajú záporne, nazveme *nedenotačné*. Príkladom nedenotačného prístupu je funkcionalistická sémantika, ktorej základy položil Wittgenstein. Podľa (neskorého) Wittgensteina (1953), významom slov nie je referencia na objekty alebo veci označené vo vonkajšom svete, ani žiadne idey či mentálne reprezentácie s nimi asociované, ale spôsob ich používania v komunikácii. Jazyková výpoveď je v prvom rade aktom v reálnom svete, význam je preto viac vecou pragmatiky ako sémantiky. Wittgenstein prirovnáva použitie jazykového výrazu k ťahu v hre podľa nejakých pravidiel.

V denotačných sémantikách sú jazykovými významami nejaké objekty. Podľa názoru na povahu týchto objektov môžeme rozlíšiť *realistické* a *kognitivistické* (alebo *konceptualistické*) prístupy. Podľa realistického prístupu sú významami entity „vo

¹ V tejto kapitole sú použité fragmenty textov Takáč (2006, 2009).

vonkajšom svete“ (porovnaj obr. 2a). Podľa kognitivistického prístupu sú významy mentálne entity „v hlave“ (obr. 2b).

V *extenzionálnych* realistických sémantikách, napr. Tarski (1933), sa význam definuje vzťahom k objektom vo svete, alebo formálnejšie k modelovej štruktúre M. Prvky jazyka sa zobrazia na konkrétne objekty – prvky M, predikáty sa zobrazia na množiny objektov resp. relácie v M. Pomocou kompozície sa vety zobrazia na pravdivostné hodnoty. Pokusom o nápravu niektorých nedostatkov extenzionálnej sémantiky bol návrh tzv. *intenzionálnej sémantiky* (Carnap, 1947/1956; Kripke, 1959; Montague, 1974), v ktorej sa prvky jazyka zobrazujú na zobrazenia z možných svetov na množiny objektov a relácií.

2.2 Kognitívna sémantika

V oboch sémantikách – extenzionálnej aj intenzionálnej sa významy pokladajú za niečo objektívne existujúce nezávisle od pochopenia jednotlivých používateľov. Tento prístup môžeme označiť ako *objektivistický* a je blízky paradigme klasického kognitivismu resp. funkcionalizmu v kognitívnej vede (Putnam, 1967; Pfeifer a Scheier, 1999, kap. 2; pozri aj kap. 1 tohto zborníka).

Objektivismus je paradigma charakterizovaná nasledujúcimi názormi: Myslenie je nezávislé od tela, spočíva v mechanickej manipulácii s abstraktnými symbolmi a funguje v zásade podobne ako počítačové algoritmy. Symboly (napríklad slová a mentálne reprezentácie) získavajú svoj význam prostredníctvom korešpondencie so skutočným svetom, sú objektívne konštruované a teda nezávisia od porozumenia a špecifických vlastností určitého organizmu – nemajú naň vplyv obmedzenia ľudského tela, vnímania a nervového systému. Adekvátnym nástrojom modelovania myslenia sú matematicko-logické systémy definované všeobecnými pravidlami manipulácie so symbolmi spolu s mechanizmami interpretácie symbolov zobrazeniami do „skutočného sveta“. Kritikom objektivismu je George Lakoff, ktorý položil základy nového tzv. *experienciálneho prístupu a kognitívnej sémantiky*. Vo svojej knihe Lakoff (1987) argumentuje najmä výskumami kategorizácie, ktorých výsledky sú v rozpore s dvetisíc rokov starým Aristotelovským pohľadom na kategórie používaným v objektivizme.

Podľa tohto pohľadu sú kategórie definované súborom vlastností spoločných pre všetkých jej členov, sú teda objektívne dané, existujúce vo svete nezávisle od vlastností pozorovateľa, ktorý kategorizáciu vykonáva (ten sa môže akurát myliť, ak je jeho pochopenie v nesúlade so „správnou“, objektívne danou kategorizáciou). Sú doslovným odrazom skutočnosti, bez vplyvu imaginatívnych mechanizmov, ako metafora, metonymia, obrazotvornosť. Klasická teória kategórií nevznikla na základe empirických štúdií, ale ako apriórna filozofická špekulácia, ktorá sa v priebehu storočí stala súčasťou západného myslenia a ponímania vedy, takže sa ani nepovažuje za teóriu, ale za nespochybniteľný fakt. Lakoff proti nej argumentuje v prvom rade empiricky: ak sú kategórie definované spoločnými vlastnosťami všetkých členov, nemali by existovať členy, ktoré sú lepšími, reprezentatívnejšími príkladmi kategórie ako iné členy, čo je v spore s výsledkami rozsiahlych empirických výskumov Eleanor Roschovej (1978), autorky teórie prototypov, Brenta Berlina a Paula Kaya (1969), ktorí skúmali medzikultúrne rozdiely vo vnímaní a pomenovávaní farebných kategórií, a mnohých ďalších: Predovšetkým nie všetky členy kategórie musia mať spoločné vlastnosti, skôr sa môžu asociačne reťaziť a vytvárať niečo ako rodinné podobnosti, ako ilustroval už Wittgenstein na obsahu pojmu hra. Niektoré kategórie majú viac a menej centrálnych členov, teda nie všetky členy sú rovnako typickými príkladmi kategórie (napr. vrabec je typickejším vtákom ako pštros), iné kategórie ani nemajú pevné hranice, ale

odstupňovanú príslušnosť, napr. vysoký muž. Uprostred taxonomickej hierarchie kategórií (napr. teriér – pes – zvierá) existuje akási privilegovaná základná (bázová) úroveň, ktorá sa vyznačuje celým radom psychologicky zaujímavých vlastností ako gestaltové vnímanie, motorická interakcia, schopnosť vytvárania mentálnych obrazov, ľahkosť učenia, zapamätávania a používania. Väčšina našich vedomostí je organizovaná na bázeovej úrovni, bázové pojmy najviac používajú dospelí pri interakcii s deťmi a deti si ich osvojujú ako prvé. Čo je podstatné, bázová úroveň závisí od vnímanej štruktúry častí a celku a od skúsenostných motorických interakcií. Kategórie neexistujú v objektívnom svete nezávisle od ľudí, ale sú stelesnené a okrem fyzických vlastností sveta sú spoluurčované ľudskou biológiou, myslou a kultúrnymi aspektmi. Napríklad to, že určité vlnové dĺžky svetla kategorizujeme ako nejakú farbu, je čiastočne dané vlastnosťami neurofyziológie videnia a čiastočne je záležitosťou kultúrneho úzu.

Alternatívou k objektivismu je Lakoffov experiencializmus, podľa ktorého sú významy ukotvené v skúsenosti fyzicky stelesnených bytostí a táto skúsenosť je bohato štruktúrovaná ešte pred nástupom jazyka. Lakoffova kniha odštartovala celý nový výskumný program v sémantike – *kognitívnu sémantiku*, ktorá nekladie významy do vonkajšieho sveta. Gärdenfors (2000) charakterizuje kognitívnu sémantiku nasledovne:

1. Význam je konceptuálna štruktúra kognitívneho systému (nie podmienky pravdivosti v možných svetoch).
2. Konceptuálne štruktúry sú stelesnené (význam nie je nezávislý od percepcie a telesnej skúsenosti).
3. Sémantické elementy sa konštruujú z geometrických alebo topologických štruktúr (nie zo symbolov skladaných na základe nejakého systému pravidiel).
4. Kognitívne modely sú predovšetkým obrazovo-schematické (nie propozičné). Obrazové schémy sú transformované metaforickými a metonymickými operáciami.
5. Sémantika predchádza syntax a čiastočne ju determinuje (syntax nemožno opísať úplne nezávisle od sémantiky).
6. V kontraste s Aristotelovským poňatím kategórií založenom na nutných a postačujúcich podmienkach, koncepty vykazujú prototypové efekty.

Konkrétne podoba konceptuálnych štruktúr, ktoré tvoria významy bola rozpracovaná vo viacerých teóriách. Sú to *obrazové schémy* a *idealizované kognitívne modely* (Lakoff, 1987; pozri aj časť 4.1), geometrické a topologické štruktúry v *konceptuálnych priestoroch* (Gärdenfors, 2000; pozri aj časť 4.2, štruktúry *silovej dynamiky* (Talmy, 2000), *rámce* (Fillmore, 1982), a *mentálne priestory* (Fauconnier, 1985). Vzťah významov k jazyku, najmä ku gramatickým štruktúram bol rozpracovaný v prácach (Langacker, 1987, 1991; Bergen a Chang, 2003; Feldman, 2006).

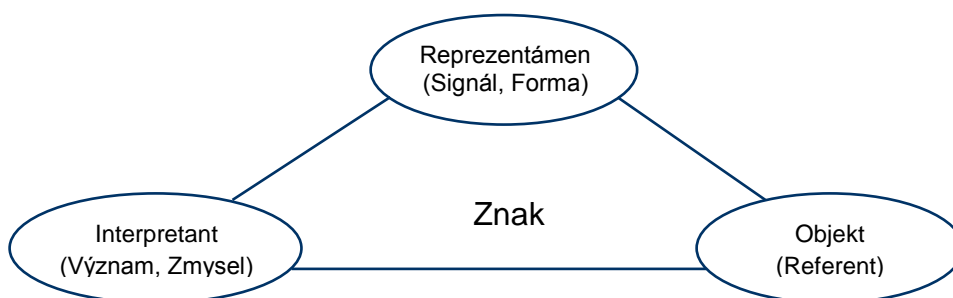
Etablovanie experiencializmu a kognitívnej sémantiky malo aj závažné praktické dôsledky pre metodológiu kognitívnej vedy, umelú inteligenciu a lingvistiku. Myslenie nemožno redukovať na manipulovanie s abstraktnými symbolmi, a teda metafora mysle ako algoritmu nie je presná. Kognitívna veda nemôže abstrahovať od emócií, neurobiologických a kultúrnych faktorov, ako to navrhoval Gardner (1985). V umelej inteligencii nastal posun od GOF AI (good old-fashioned artificial intelligence) s prevažne propozičnými systémami k stelesneným (embodied) a v prostredí vnoreným (embedded) subsymbolovým architektúram na báze konekcionizmu – umelých neurónových sietí (viď kap. 1 tohto zborníka). Klasický kognitivismus vytláča paradigma stelesnenosti

(embodiment) či ukotvanej kognície (Pecher a Zwaan, 2005; Gibbs, 2006; Barsalou, 2008).

2.3 Semiotický prístup k významom

Ďalší inšpiratívny prístup k významom, ktorý chceme na tomto mieste spomenúť, pochádza zo semiotiky. Podľa semiotických teórií vytvárame význam tvorbou a interpretáciou *znakov*. Znaký môžu mať podobu slov, obrázkov, zvukov, aktov, či objektov, ale stávajú sa znakmi len ak im pripíšeme nejaký význam. „Nič nie je znakom, pokiaľ to nie je interpretované ako znak“ (Peirce, 1931-58). A tiež, čokoľvek môže byť znakom, ak to niekto interpretuje ako *označujúce* niečo, teda odkazujúce na niečo alebo zastupujúce niečo iné ako samo seba (Chandler, 2002). Peirce (1931-58) definuje znak ako triádu – tri časti poprepájané reláciami:

- *reprezentámen* je forma, ktorú znak nadobúda,
- *interpretant* je zmysel, ktorý má znak pre nejakého interpretátora,
- *objekt* je to, na čo znak odkazuje.

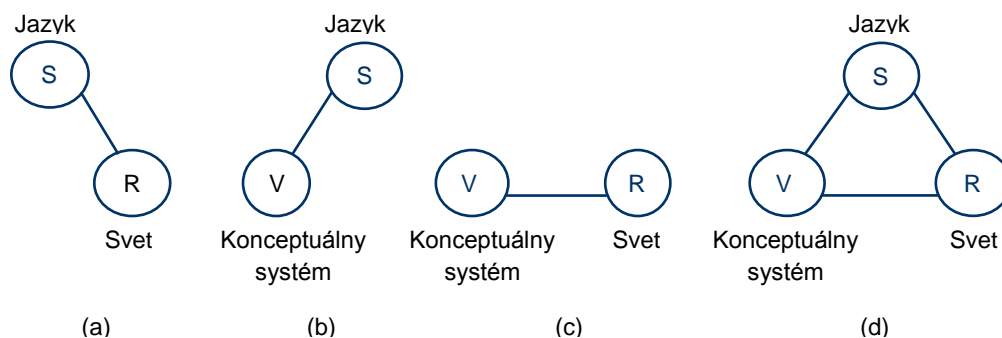


Obr. 1. Semiotický trojuholník. Obrázok je prebratý z Takáč (2009).

Triadické poňatie znaku sa niekedy označuje ako *semiotický trojuholník* (obr. 1). (Odtiaľ budeme namiesto pôvodnej terminológie *reprezentámen*, *interpretant*, *objekt* používať zaužívanéjšie označenia *signál*, *význam*, *referent*.) Príkladom signálu je slovo „stolička“, referentom je nejaká stolička (teda nie množina všetkých stoličiek na svete, ako by to bolo v extenzionálnej sémantike, ale napr. stolička nachádzajúca sa v momentálnom situačnom kontexte) a významom je mentálna reprezentácia vytvorená konkrétnou osobou, ktorá interpretuje tento znak.

Je dôležité zdôrazniť, že znak v Peirceovom poňatí nie je absolútna alebo ontologická vlastnosť veci, ale je to relačná situovaná interpretatívna rola, ktorú vec nadobúda v konkrétnom kontexte. Čo je pre jedného pozorovateľa znakom, môže byť pre iného len zbytočným alebo nevnímateľným šumom, v závislosti od pozorovateľovho stelesnenia (embodiment), spoločnosti a interakčnej histórie. Takýto pohľad má blízko k *enaktívnemu prístupu* v kognitívnej vede (Stewart, Gapenne, a Di Paolo, 2011). Enaktívny prístup je asi najsilnejšie vyjadrený v dynamickej kognitívnej paradigme (Gelder 1999; Tschacher a Dauwalder, 1999; Ward, 2001), ktorá nahliada na kogníciu ako na komplexný dynamický systém (resp. viacero spriahnutých dynamických systémov) a „zdôrazňuje časový rozmer kognície a emergenciu samoorganizovaných vzorcov správania jedinca ako stabilných stavov v interakciách mozgu, tela a prostredia“ (Gibbs, 2006). Takáto

perspektíva ide naprieč hranicami medzi mozgom, telom a svetom. Niektoré dynamické modely celkom odmietajú reprezentácie, iné ich považujú za dynamické entity (napr. momentálne stavy systému, trajektórie či atraktory a ich spádové oblasti). „Reprezentácie sú dočasné, kontextovo závislé stability uprostred zmeny a nie statické, nemenné a na kontexte nezávislé jednotky” (Gelder 1999). Takýto prístup teda presahuje kognitívnu sémantiku, pretože významy už nie sú iba „v hlave“ (obr. 2b), ale situačne vznikajú v procese *signifikácie* ako celá triáda (obr. 2d).



Obr. 2. Interpretácia neúplných verzií semiotického trojuholníka „význam (V) – signál (S) – referent (R)”. (a) Realistická sémantika umiestňuje významy do sveta. (b) V kognitívnej sémantike sú lexikálnymi významami interné reprezentácie. Bez vzťahu k svetu by však takáto sémantika trpela *problémom ukotvenia symbolov* (Harnad, 1990; pozri aj časť 5 tejto kapitoly). (c) Predverbálne konceptualizácie sveta môžu predchádzať jazyk. (d) V paradigme dynamických systémov vzniká význam ako atraktor triadických interakcií. Obrázok je prebratý z Takáč (2009).

3 Významy v živočíšnej ríši

V tomto texte sme viackrát pertraktovali myšlienku, že možno rozumieť, resp. pripisovať význam, priamo situáciám a udalostiam, bez vzťahu k jazyku či komunikácii. Takéto poňatie významu umožňuje sledovať a analyzovať významy v živočíšnej ríši aj u organizmov, ktoré nedisponujú jazykom. Pokúsime sa o to v tejto časti.

U organizmov nedisponujúcim jazykom budeme vychádzať z ich správania. Vhodným teoretickým konštruktom na analýzu správania je pojem *reprezentácie*. Gärdenfors (1996a) charakterizuje reprezentáciu ako niečo, čo pridáva informáciu k senzorickejmu vstupu získanému psychofyzickou transdukciou. Vo svojej práci analyzuje rôzne typy reprezentácií a ich poradie nutné pre evolúciu jazyka. Rozlišuje dva typy reprezentácie: *vyvolanú* (cued) a *oddelenú* (detached). Vyvolaná reprezentácia je vždy spustená nejakým externým stimulom prítomným v aktuálnej situácii organizmu. Organizmus, ktorý diferencovane reaguje na rôzne stavy svojho prostredia (napr. konzumuje objekty rozpoznané ako potravu a vyhýba sa objektom rozpoznaným ako predátori) vykonáva (prinajmenšom implicitnú) kategorizáciu – hovoríme, že disponuje vyvolanými reprezentáciami príslušných kategórií. Vyvolanosť reprezentácií spočíva v tom, že sú vždy aktívované len v prítomnosti svojich referentov. Vyvolané reprezentácie sú deskripčno-vysvetľujúcim konštruktom pre vrodené vôľou neovplyvniteľné diferencované behaviorálne reakcie, ktoré majú fylogenetický pôvod.

Dôležitým mechanizmom, ktorý rozširuje limitované pamäťové možnosti organizmov, je ukladanie externalizovaných pamäťových značiek do prostredia. Príkladom sú pachové

stopy, ktoré pomáhajú zvieratám v orientácii, či u ľudí notoricky známy uzlík na vreckovke (a napokon vynález kníh a iných záznamových médií, ktoré výrazne akcelerovali ľudskú kultúru). Externalizovaná značka uložená do prostredia neskôr aktivuje príslušnú vyvolanú reprezentáciu.

Oddelená reprezentácia môže zastupovať objekty či udalosti, ktoré nie sú aktuálne prítomné ani nesúvisia so súčasnou situáciou v prostredí. Napríklad šimpanz, ktorý chce dočiahnuť banán a odíde preto hľadať dlhý konár, musí disponovať oddelenou reprezentáciou konára aj možnosti jeho použitia. Predpokladá sa, že oddelené reprezentácie sa vo fylogénze objavujú približne s vývojom neokortexu (Gärdenfors, 1996b); v ontogenéze korešpondujú s vytvorením *stálosti predmetu* (Piaget a Inhelder, 1966).

Disponovanie oddelenými reprezentáciami je nutnou podmienkou pre vyššie kognitívne funkcie ako plánovanie, klamanie, sebauvedomenie a jazyková komunikácia (Gärdenfors, 1996a). Plánovanie predpokladá schopnosť organizmu „mentálne“ (t.j. pomocou oddelených reprezentácií) vyhodnotiť dôsledky rôznych behaviorálnych scenárov a zvoliť postupnosť akcií, ktorá najviac vyhovuje aktuálnym cieľom. Dobré plánovanie by tiež malo zvažovať dôsledky akcií iných agentov. Predstieranie, resp. klamanie predpokladá schopnosť reprezentovať iné agenty aj s ich vlastnými reprezentáciami, zámermi, plámi atď., teda akúsi „teóriu mysle“. Klamár musí taktiež disponovať reprezentáciou toho, ako ho budú vnímať klamané agenty. Týmto vnoreným spôsobom vlastne disponuje (meta)reprezentáciou samého seba, čo je nutným prekursorom sebauvedomenia (Gärdenfors, 1996a).

Za jednu z najvyšších kognitívnych schopností sa považuje jazyková kompetencia. Jazyk je symbolový znakový systém, ktorý umožňuje externalizáciu a komunikáciu oddelených reprezentácií. Práve oddelenosť reprezentácií umožňuje vyjadriť významy prekračujúce aktuálne „tu a teraz“, dokonca aj významy, ktorých referenty v reálnom svete neexistujú (napr. ježibaba, či trojuholník s tromi pravými uhlami). Podľa Gärdenforsa bola najsilnejším evolučným impulzom pre vznik jazyka potreba spoločnosti koordinovať sa pri spoločnom dosahovaní budúcich cieľov (Gärdenfors, 2004).

Z nereprezentacionalistických prístupov k významom v živočíšnej ríši spomenieme prácu estónskeho biológa Jacoba von Uexkülla (1957). Uexküll sa snažil očistiť biológiu od mechanistických a antropocentrických pohľadov prevládajúcich v jeho dobe. Ponímal biológiu ako epistemológiu, ktorá študuje organizmy nie ako objekty, ale ako subjekty, ktoré svojimi zmysluplnými reakciami aktívne realizujú vlastný subjektívny svet, tzv. *Umwelt*. *Umwelt* je (podobne ako interpretant v semiotickom trojuholníku) determinovaný konkrétnym stelesnením, senzomotorickými možnosťami, vnútornými stavmi, potrebami a interakčnou históriou konkrétneho organizmu. Organizmus je spriahnutý s prostredím prostredníctvom spätnoväzobných slučiek, tzv. *funkčných cyklov*. Takto vlastne organizmus neustále modifikuje a spoludeterminuje stav prostredia a naopak, čo je veľmi blízke súčasnému ponímaniu enaktívnej paradigmy a dynamických systémov. Štúdiom funkčných cyklov konkrétneho organizmu môžeme konceptualizovať jeho správanie ako neustále prebiehajúci proces zmysluplného (z pohľadu daného organizmu) regulácie. Ako príklad Uexküll (1957) uvádza správanie kliešťa ako tri funkčné cykly:

1. Prvý reflexný cyklus je spustený podnetom v podobe butyrickej kyseliny vylučovanej kožou cicavcov. Tento podnet uvoľní úchop kliešťových nožičiek a spôsobí jeho pád/spustenie.
2. Po dopade na pokožku cicavca taktilný vnem srsti naštartuje pohyb kliešťa – lezenie.

3. Vnem teploty pokožky spustí ďalšie správanie – zavrútenie sa do pokožky a cicanie krvi.

Z tisícov stimulov emitovaných z tela cicavca sú pre kliešťa relevantné iba tri a tak sa celý jeho svet – Umwelt redukuje na to, čo je preň zmysluplné. Antropocentrický koncept „cicavca“ teda pre kliešťa vôbec nemusí existovať, namiesto toho existuje reťaz časovo ohraničených semiotických objektov.

S enaktívnym prístupom priamo súvisia aj práce Maturanu a Varelu (1987) a ich kolegov (Varela, Thompson, a Rosch, 1991), ktorí chápali kogníciu predovšetkým ako situovanú akciu organizmu zameranú na udržanie jeho funkčnej organizácie – *autopoiesis*.

4 Významy u ľudí

4.1 Idealizované kognitívne modely

V tejto časti sa posunieme od významov predverbálnych živočíchov k ľudským. Ako prvú stručne charakterizujeme teóriu Georgea Lakoffa (1987). Hlavnou Lakoffovou tézou je, že ľudské myslenie je organizované pomocou štruktúr, ktoré nazýva idealizované kognitívne modely (IKM), a že štruktúra kategórií, prototypy a ostatné javy sú vedľajším produktom tohto usporiadania a sú pomocou neho vysvetliteľné. Každý pojem či slovo je definované vzhľadom na nejaké IKM, v kontexte ktorých má význam. Napríklad význam slova utorok je definovaný vzhľadom na IKM obsahujúce vedomosť o prirodzenom členení na dni na základe pozorovaného pohybu slnka po oblohe a konvenčne danom lineárnom usporiadaní dní v sedemdnových cykloch. Pojem víkend zase zahŕňa vedomosť o podelení týchto cyklov na päť pracovných dní a dvojdňovú prestávku atď. Model je idealizovaný, pretože toto členenie neexistuje objektívne v prírode, ale je vytvorené ľuďmi určitej kultúry (napr. v kalendári na Bali beží súčasne desať rôznych cyklov pomenovaných dní, z ktorých sa výsledné pomenovanie konkrétneho dňa vypočíta a poskladá).

Niektoré IKM majú propozičnú štruktúru, teda špecifikujú elementy, ich vlastnosti a vzájomné vzťahy, iné majú obrazovo-schematickú povahu a ich pochopenie pramení priamo z našej telesnej skúsenosti. Napríklad aj klasický pohľad na kategóriu, do ktorej niečo buď patrí, alebo nie, Lakoff vysvetľuje obrazovou schémou nádoba, ktorá má jasnú hranicu a veci sú buď v nej, alebo mimo. Pôvod tejto obrazovej schémy (ako aj väčšiny ostatných, ako sila, rovnováha, hore/dolu, časť/celok) je spätý so skúsenosťami vlastného tela a motorickými interakciami v ranom detstve. Idealizované modely je ďalej možné rôznym spôsobom skladať, reťaziť, usporadúvať do radiálnych štruktúr, vytvárať ich varianty a modifikácie, používať jeden centrálny model ako zástupcu celej kategórie (metonymia) či zobrazit' časť modelu z jednej domény na podobnú štruktúru v inej doméne (metaforické modely, napr. HNEV AKO ZAHRIEVAJÚCA SA TEKUTINA V UZAVRETEJ NÁDOBE: „vzkypieť hnevom“, „vybuchnúť“). Význam abstraktných pojmov je daný ich systematickým vzťahom (metaforickými a metonymickými zobrazeniami) k bazovým štruktúram a kinestetickým obrazovým schémam, ktoré chápeme priamo telesnou skúsenosťou.

4.2 Konceptuálne priestory

Ďalšou zaujímavou sémantickou teóriou sú konceptuálne priestory Petra Gärdenforsa (2000). Významy sú reprezentované geometrickými štruktúrami v tzv. *konceptuálnom priestore*. Konceptuálny priestor pozostáva z množstva dimenzií ako farba, výška tónu,

teplota, váha, tri priestorové dimenzie, ktoré zodpovedajú vlastnostiam reprezentovaných objektov. Dimenzie dôležité pre naše prežitie sú pravdepodobne vrodené (vyvinuté v priebehu evolúcie) a vbudované do nášho nervového systému. Iné dimenzie sú naučené a niektoré z nich môžu byť kultúrne podmienené. Dimenzie sú organizované do domén (pre reprezentované objekty môžu byť relevantné dimenzie iba z niektorých domén). Základnou vlastnosťou konceptuálnych priestorov je to, že podobné objekty sú umiestnené blízko pri sebe. Konkrétny objekt je reprezentovaný ako bod v podpriestore zloženom z jednej alebo viacerých domén. Vektor súradníc bodu určuje hodnoty vlastností na jednotlivých dimenziách. Podobnosť dvoch objektov je nepriamo úmerná vzdialenosti ich bodových reprezentácií v konceptuálnom priestore. (Prirodzené) kategórie sú reprezentované (konvexnými) oblasťami v priestore. Geometrické centrá oblastí zodpovedajú najlepším resp. typickým reprezentantom kategórií – prototypom. Využitie takejto reprezentácie pre objektové koncepty je intuitívne. Rozšírenie na relačné koncepty, vlastnosti, akcie a udalosti je načrtnuté v článku Gärdenfors (2011) a podrobne rozpracované v pripravovanej knihe (Gärdenfors, v tlači).

4.3 Významy a mozog

Doteraz prezentované teórie sa nezaobierajú otázkou vzťahu významov a neurálneho substrátu, teda ako sú významy realizované pomocou procesov či štruktúr mozgu. Dominantnou modernou teóriou je tzv. *simulačná teória* (Barsalou, 1999, 2008; Pulvermüller, 1999, Knott, 2012), ktorá hovorí, že pochopenie resp. evokovanie nejakého významu, situácie, či udalosti je realizované znovuprehratím (reenactment) senzomotorických procesov, ktoré nastali pri prežívaní danej udalosti. Na neurálnej úrovni to znamená, že na reprezentácii konceptov sa zúčastňujú senzomotorické štruktúry a procesy, ktoré sú aktívne pri nadobúdaní skúsenosti resp. interagovaní s inštanciami daného konceptu. Napríklad koncept jablka môže byť reprezentovaný štruktúrami mozgu zúčastnenými na zažívaní chuti, vône, tvaru a farby jazyka. Medzi skupinami neurónov, ktoré vykazujú korelovanú aktivitu sú posilňované asociatívne väzby Hebbovským učením (Hebb, 1949), tým vznikajú skupiny neurónov (*cell assemblies*; Pulvermüller, 1999) ako funkčné jednotky, ktoré spoločne reprezentujú nejaký koncept. Skupiny môžu byť lokalizované v rámci jednej oblasti mozgu, ale aj naprieč oblasťami, čím dochádza k multimodálnej integrácii. Tieto teórie sú blízke paradigme ukotvenej kognície a majú mohutnú empirickú podporu (Pecher a Zwaan, 2005; Barsalou, 2008).

5 Významy v umelých systémoch

Rozmach umelej inteligencie v druhej polovici 20. storočia priniesol aj otázky o povahe rozumenia a významov v umelých systémoch. Od filozoficko-teoretických („Môžu stroje myslieť?“) (Turing, 1950; Searle, 1980) až po praktické otázky reprezentácie znalostí a implementácie procesov ich nadobúdania. Systémy s predprogramovanými znalosťami v duchu klasickej umelej inteligencie a vtedy dominantnej paradigmy v kognitívnej vede – *kognitivismu* (viď kapitolu 1 tohto zborníka) boli kritizované za to, že akýkoľvek význam je iba interpretáciou z pohľadu vonkajšieho (ľudského) pozorovateľa a znalosti nemajú žiaden inherentný význam pre systém samotný, ktorý iba vykonáva manipulácie a transformácie nezmyselných symbolov – *problém ukotvenia symbolov* (Harnad, 1990).

Reakcia v podobe vlny tzv. Novej umelej inteligencie (Brooks, 1991a, 1991b; Kelemen, 1994) odmietla koncept reprezentácie znalostí ako takej, tvrdiac, že svet je svojím najlepším modelom a inteligentné správanie je výsledkom interakcie organizmu s komplexným prostredím. Brooks (1991b) navrhol tzv. *subsumčnú architektúru* (pozri

kapitolu 5 tohto zborníka), ktorá vrstvením jednoduchých navzájom nezávislých modulov priamo prepájajúcich percepciu s akciou dosahuje komplexné správanie. V takomto systéme absentujú symboly a zmysluplné správanie je zabezpečené senzomotorickými rutinami; tieto však nie sú systému vlastné ale sú výsledkom inžinierskeho dizajnu (Ziemke, 1999).

Určité riešenie ponúka najnovší trend v robotike, tzv. *kognitívna vývinová robotika* (Cohen et al, 1996; Weng et al, 2000; Smith a Gasser, 2005; Wang et al, 2011) ktorá sa inšpiruje spôsobom, akým nadobúda vlastnosti človek: počas miliónov senzomotorických interakcií s prostredím a s inými ľuďmi. Inteligencia sa nerodí hotová: dieťa je vybavené silnými učiacimi mechanizmami, ktoré mu umožňujú potrebné znalosti postupne získať a vyladiť ich na konkrétne prostredie. Smith a Gasser (2005) identifikujú týchto šesť dôležitých faktorov pre vývin kognície umelého systému:

1. *Multimodálnosť*: Skúsenosť detí so svetom je inherentne multimodálna. Vzájomne časovo korelované vnemy generované v rôznych senzoričných modalitách procesmi vnímania a konania vo svete sú dôležitým učiacim signálom pre vyvíjajúci sa systém – aj v neprítomnosti externého učiteľa.
2. *Inkrementálnosť*: Deti nie sú chytré od narodenia, ale sa vyvíjajú inkrementálne. Počiatočná nezrelosť a obmedzenia na postupnosť jednotlivých krokov sú nevyhnutné pre vývin komplexnej kognície.
3. *Fyzickosť/stelesnosť*: Deti interagujú s fyzickým svetom, ktorý je plný štruktúrálnych pravidiel, ktoré organizujú percepciu, činnosť a nakoniec aj myslenie. Detská inteligencia je distribuovaná naprieč ich interakciami s materiálным svetom, ktorý je potrebný pre vývin vyšších kognitívnych funkcií.
4. *Explorácia*: Deti experimentujú a skúmajú – často sa hýbu a konajú veľmi variabilným, hravým a zdanlivo náhodným spôsobom, ktorý nepripomína cieľovo orientovanú aktivitu. Takto objavujú nové problémy a nové riešenia. Explorácia umožňuje inovatívnosť kognície a jej otvorený koniec.
5. *Sociálnosť*: Deti jednáajú a učia sa v sociálnom svete, kde ich zrelší partneri sprevádzajú procesom učenia a poskytujú štruktúry podporujúce učenie.
6. *Jazyk*: Deti sa učia jazyk – zdieľaný symbolický komunikačný systém, ktorý im umožní formovanie vysokoúrovňových abstraktných znalostí.

Nespornou výhodou vývinového prístupu je, že získaná znalosť nie je vopred naprogramovaná externými osobami, ale systém (robot, dieťa) si sám v senzomotorickom spriahnutí s prostredím nachádza a formuje znalosti relevantné pre neho samotného, čím sa eliminuje problém ukotvenia symbolov. Ďalej je zabezpečený otvorený koniec takéhoto vývinu, pretože systém autonómne si osvojujúci znalosti môže prísť na riešenia, ktoré dizajnérom vôbec nemuseli napadnúť. V súvislosti s bodom 4 spomenieme koncept tzv. vlastnej (*intrinsic*) motivácie (Oudeyer a Kaplan, 2007): systém si v každom kroku sám vyberá problémy, ktoré bude riešiť, ktoré sú pre neho zaujímavé. Motivačným faktorom môže byť napr. nárast vlastnej kompetencie realizovaný tak, že agent priebežne monitoruje svoju schopnosť splniť vytýčené ciele a motivácia je priamo úmerná nárastu tejto schopnosti (rozdielu medzi hodnotou kompetencie medzi dvoma časovými okamihmi). Takto sa zabezpečí, že agent bude riešiť úlohy optimálnej zložitosti: príliš zložitými sa nebude zaoberať (pretože ich nezvláda a tak hodnota kompetencie nerastie) a tiež ho nebudú zaujímať príliš jednoduché úlohy (keďže ich zvláda perfektne a kompetencia sa nemení). Postupným sebazdokonaľovaním systému sa profil zaujímavosti jednotlivých činností mení a agent prechádza od elementárnych činností

k zložitejším bez toho, aby to musel mať predpísané z externého zdroja (Oudeyer, Kaplan, a Hafner, 2007).

6 Záver

Prehľad poznatkov o teórii významov a reprezentácie znalostí uvedený v tejto kapitole bol podávaný z určitej perspektívy. Teraz je na mieste zhrnúť kľúčové presvedčenia resp. tézy nášho prístupu k významom (Takáč, 2009; Takáč a Šefránek, 2012):

1. Významy nie sú výlučne spojené s jazykom. V širšom ponímaní má zmysel hovoriť o význame či porozumení situácii, udalosti, okolnostiam.
2. Disponovanie významami teda možno študovať aj u predjazykových kognitívnych agentov ako sú zvieratá alebo malé deti. Významy tvoria kontinuum, na jednom póle sú to primitívne protovýznamy späté s diferencovaním správaním/rozlišovaním, na opačnom póle významy jazykových konštruktov či komplexných abstraktných pojmov.
3. Pre kognitívny systém je dôležitá spriahnutosť významov s jeho skúsenosťami pomocou percepčno-motorických interakcií s prostredím a s inými kognitívnymi systémami.
4. Významy sú individuálne, situačné a závislé od telesnej skúsenosti, konštruované v konkrétnych kontextoch jednotlivými agentmi. Čo je zmysluplné a interpretované jedným kognitívnym systémom ako význam, môže byť pre iný kognitívny zmysel iba nezmyselný šum. Robot, ktorý si vytvorí inherentné významy, bude disponovať významami „robotími“, nie ľudskými.
5. Pre otvorený koniec vývinu kognície je dôležitý dynamický charakter významov, ich neustála inkrementálna (re)konštrukcia.

Takýto prístup k významom musí čeliť niektorým dôležitým námietkam. Na tomto mieste sa pokúsime odpovedať na nasledujúce dve:

Ak sú významy individuálne konštruované jednotlivým kognitívnymi agentmi, ako je možné, že si navzájom rozumieme? Existuje nejaká cesta k intersubjektívite významov? V prvom rade, identickosť interných významov nie je pre vzájomné porozumenie nutná; postačuje koordinácia na úrovni správania. Na druhej strane, vzájomné interakcie agentov im umožňujú adaptívne vyladenie resp. priblíženie významov. Interakcie vedúce k vzniku spoločného dorozumievacieho systému boli pozorované napr. medzi nikaragujskými nepočujúcimi deťmi (Kegl, Senghas, a Coppola, 1999), ako aj počítačovo simulované (Steels, 2000) v tzv. *jazykových hrách*. V týchto hrách simulované agenty adaptívne menili svoju reprezentáciu významov aj asociácie významov s komunikačnými signálmi na základe výsledkov predchádzajúcich interakcií: asociácie, ktoré v minulosti viedli k úspešnému dorozumeniu, mali vyššiu šancu byť použité aj v budúcnosti. Takto vytvorená pozitívna spätná väzba viedla k samoorganizácii a k vzniku zdieľaného komunikačného systému. Vzniknuté významy jednotlivých agentov boli stále individuálne a interné, avšak navzájom kompatibilné natolko, že umožňovali úspešné dorozumenie. Kolektívne resp. intersubjektívne významy možno považovať za akési ekvilibriá dynamického systému vzájomného vyladovania spoločenstva (Gärdenfors, 2000). Opísanú konštrukciu významov ako výsledku dlhodobého procesu možno extrapolovať aj na každý krátkodobý a jedinečný komunikačný akt, v ktorom si účastníci komunikácie zjednávajú význam danej konkrétnej situačnej interakcie. Intersubjektívny význam je potom pevným bodom tohto zjednávania – „stretnutím myslí“ (Bara, 2010; Gärdenfors, v tlači). Zároveň je aktom signifikácie v Peirceho zmysle (viď časť 2.3). Niektoré nástroje eliminácie nejednoznačností v procese zjednávania významu sme načrtli v práci (Takáč a Šefránek,

2012). V práci Gärdenforsa (2008) boli analyzované typy intersubjektivity v živočíšnej ríši nutné pre kooperáciu a komunikáciu.

Ak sú významy stelesnené a ukotvené v senzomotorickej skúsenosti, platí to aj o abstraktných pojmoch? Ako si kognitívny agent osvojuje abstraktné významy? Podľa Lakoffa a Johnsona (1980) sú abstraktné pojmy prepojené so senzomotorickou skúsenosťou pomocou metaforických zobrazení. Pod metaforou nemyslia umeleckú či básnickú metaforu, ale vzájomné zobrazenie medzi dvoma skúsenostnými doménami na základe štruktúrálnej podobnosti, pričom pojem z domény s abstraktnejším resp. skúsenostne vzdialenejšej je konceptualizovaný pomocou pojmov zo skúsenostne bližšej domény (napr. vyjadrovanie emócií pomocou fyzických vnemov či procesov napr. „vybuchol od hnevu“, „vzkypela v ňom žľča“ – metafora HNEV JE UZAVRETÁ ZOHRIEVAJÚCA SA NÁDOBA (Lakoff, 1987). Podľa tzv. *konflačnej hypotézy* (Johnson, 1997) majú niektoré (tzv. primárne) metafory experienciálny základ – vznikli skúsenosťami v ranom detstve, pri ktorých doslovný a metaforický význam splývali. Príkladom je napr. metafora POZITÍVNY CIT JE TEPLA (zážitok tepla a lásky zároveň v rodičovskej náručí) alebo DÔLEŽITÝ JE VEĽKÝ (najdôležitejšie objekty pre dieťa – rodičia sú v relatívnom porovnaní s dieťaťom veľké). Dôležitým zdrojom poznatkov o konceptuálnych metaforách konkrétneho jazykovo-kultúrneho sveta sú frázy a obrazné vyjadrenia daného jazyka: pre český jazyk vid' napr. Vaňkovú a spol. (2005), pre slovenský prácu Retovej (2009).

Na záver chceme zdôrazniť, že teórie významu, ktoré sme predstavili v tejto kapitole priamo odrážajú (a v niektorých prípadoch ich priamo vyprovokovali) paradigmatické posuny v kognitívnej vede. Preto významy považujeme za jednu z centrálnych tém kognitívnej vedy. Súčasné trendy ponúkajú mnoho podnetov pre empirický výskum, počítačové simulácie aj industriálne aplikácie.

Literatúra

- Bara, B.G. (2010): *Cognitive Pragmatics: The Mental Processes of Communication*. Cambridge, MA: Bradford Books.
- Barsalou, L. W. (1999): Perceptual Symbol Systems. *Behavioral and Brain Sciences* 22(4), 577-609.
- Barsalou, L.W. (2008): Grounded cognition. *Annual Review of Psychology* 59, 617-645.
- Bergen, B. a Chang, N. (2003): Embodied construction grammar in simulation-based language understanding. In Ostman, J. O. a Fried, M. (eds.): *Construction grammar(s): Cognitive and cross-language dimensions*, 147–190, Amsterdam : Johns Benjamins.
- Berlin, B. a Kay, P. (1969): *Basic Color Terms: Their Universality and Evolution*. University of California Press.
- Brooks, R. A. (1991a): Intelligence without reason. In *Proceedings of the Twelfth International Joint Conference on Artificial Intelligence*. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann, 569–595.
- Brooks, R. A. (1991b): Intelligence without representation. *Artificial Intelligence* 47 (1–3), 139–159.
- Carnap, R. (1947/1956): *Meaning and Necessity: A Study In Semantics And Modal Logic*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Chandler, D. (2002): *Semiotics: The Basics* (Second ed.). London, New York: Routledge.
- Cohen, P. R., Oates, T., Atkin, M. S., a Beal, C. R. (1996): Building a Baby. In *Proceedings of the Eighteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, L. Erlbaum, 518-522.
- Fauconnier, G. (1985): *Mental Spaces: Aspects of Meaning Construction in Natural Language*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Feldman, J. (2006): *From Molecule to Metaphor: A Neural Theory of Language*. Cambridge MA: MIT Press.
- Fillmore, C. J. (1982): Frame semantics. In *Linguistics in the morning calm*. Seoul: Hanshin Pub. Co., 111–137.
- Gärdenfors, P. (1996a): Cued and detached representations in animal cognition. *Behavioral Processes* 35, 263–273.
- Gärdenfors, P. (1996b): Language and the evolution of cognition. In V. Rialle, D. Fissette (Eds.): *Penser l'esprit: Des sciences de la cognition a' une philosophie cognitive*. Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble, 151–172.
- Gärdenfors, P. (2000): *Conceptual Spaces*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Gärdenfors, P. (2004): Cooperation and the evolution of symbolic communication. In K. Oller a U. Griebel (Eds.): *The evolution of communication systems*. Cambridge, MA: MIT Press, 237–256.
- Gärdenfors, P. (2008): The role of intersubjectivity in animal and human cooperation, *Biological Theory* 3(1), 1-12.
- Gärdenfors, P. (2011): Semantics based on conceptual spaces. In M. Banerjee a A. Seth (eds.): *Proceedings of 4th Indian Conference on Logic and its Applications (LNAI 6521)*, Berlin: Springer, 1-11.
- Gärdenfors, P. (v tlači): *The Geometry of Meaning: Semantics Based on Conceptual Spaces*. Cambridge MA: MIT Press.
- Gardner, H. (1985): *The Mind's New Science: A History of the Cognitive Revolution*. New York: Basic Books.
- Gelder, T. J. (1999): Dynamic approaches to cognition. In R. A. Wilson, F. C. Keil (Eds.): *The MIT encyclopedia of the cognitive sciences*. Cambridge, MA: MIT Press, 244–246.
- Gibbs, R. W. (2006): *Embodiment and Cognitive Science*. Cambridge, U. K.: Cambridge University Press.
- Harnad, S. (1990): The Symbol Grounding Problem. *Physica D* 42, 335–346.
- Hebb, D. (1949): *The Organization of Behaviour*. John Wiley a Sons.
- Johnson, C. (1997): Metaphor vs. conflation in the acquisition of polysemy: the case of SEE. In: Hiraga, M. K., Sinha, C., Wilcox, S. (Eds.): *Cultural, typological and psychological issues in Cognitive Linguistics*. Amsterdam: John Benjamins.
- Kegl, J., Senghas, A., a Coppola, M. (1999): Creation through contact: Sign language emergence and sign language change in Nicaragua. In M. DeGraff (Ed.): *Language creation and language change: creolization, diachrony, and development*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kelemen, J. (1994): *Strojovia a agenty*. Bratislava: Archa.
- Knott, A. (2012): *Sensorimotor Cognition and Natural Language Syntax*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kripke, S. A. (1959): A completeness theorem in modal logic. *Journal of Symbolic Logic* 24, 1–15.
- Lakoff, G. a Johnson, M. (1980): *Metaphors We Live by*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Lakoff, G. (1987): *Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Langacker, R. W. (1987): *Foundations of Cognitive Grammar: Theoretical Prerequisites* (Vol. 1). Stanford, CA: Stanford University Press.
- Langacker, R. W. (1991): *Foundations of Cognitive Grammar: Descriptive Applications* (Vol. 2). Stanford, CA: Stanford University Press.
- Maturana, H. R. a Varela, F. J. (1987): *The Tree of Knowledge: The Biological Roots of Human Understanding*. Boston, MA: Shambhala.

- Montague, R. (1974): *Formal Philosophy: Selected Papers of Richard Montague* (R. Thomason, Ed.). New Haven, CT: Yale University Press.
- Oudeyer, P.-Y. a Kaplan, F. (2007): What is intrinsic motivation? A typology of computational approaches. *Frontiers in Neurorobotics* 1(6).
- Oudeyer P.-Y., Kaplan, F. a Hafner, V. (2007): Intrinsic Motivation Systems for Autonomous Mental Development. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation* 11(2), 265-286.
- Pecher, D., a Zwaan, R. A., eds. (2005): *Grounding Cognition: The Role of Perception and Action in Memory, Language, and Thinking*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Peirce, C. S. (1931-58): *Collected Writings* (Hartshorne, C., Weiss, P., Burks, A. W., Eds.). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Pfeifer, R., Scheier, C. (1999): *Understanding Intelligence*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Piaget, J., Inhelder, B. (1966): *La Psychologie de l'Enfant*. Paris: PUF.
- Pulvermüller, F. (1999): Words in the brain's language. *Behavioral and Brain Sciences* 22 (2) 253-279.
- Putnam, H. (1967). The nature of mental states. *Readings in the Philosophy of Psychology*, 1, 222-231.
- Retová, D. (2009): Analýza konceptuálnych metafor emócií v slovenčine. In *Kognice 2009*. Hradec Králové: Gaudeamus, 162-172.
- Rosch, E. (1978): Principles of categorization. In E. Rosch, B. Lloyd (Eds.): *Cognition and categorization*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 27-48.
- Searle, J. R. (1980): Minds, brains, and programs. *Behavioural and Brain Sciences* 3, 417-457.
- Smith, L., Gasser, M. (2005): The Development of Embodied Cognition: Six Lessons from Babies. *Artificial Life*, 11(1-2), 13-30.
- Steels, L. (2000): Language as a complex adaptive system. In: V. Schoenauer, M. (ed.): *Proceedings of PPSN-VI*. Springer-Verlag, Berlin.
- Stewart, J., Gapenne, O., a Di Paolo, E. A. (2011): *Enaction*. Cambridge MA: MIT Press.
- Takáč, M. (2006): Potrebujeme na myslenie telo? *Knihy a spoločnosť* 3(10).
- Takáč, M. (2009): Konštruktivistický prístup k štúdiu kognície. In Kvasnička, V., Pospíchal, J., Kozák, Š., Návrat, P., Paroulek, P. (eds.), *Umelá inteligencia a kognitívna veda I*, Vydavateľstvo STU, Bratislava. 395-424.
- Takáč, M. a Šefránek, J. (2012): Semantics of distinguishing criteria: from subjective to intersubjective. *Interdisciplinary Description of Complex Systems* 10(3). 248-269.
- Talmy, L. (2000): *Toward a Cognitive Semantics*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Tarski, A. (1933): Pojecie prawdy w językach nauk dedukcyjnych. *Prace Towarzystwa Naukowego Warszawskiego, Wydział III Nauk Matematyczno-Fizycznych* 34, 13-172.
- Tschacher, W. a Dauwalder, J.-P., eds. (1999): *The dynamical systems approach to cognition: Concepts and empirical paradigms based on self-organization, embodiment, and coordination dynamics* (Vol. 10). Singapore: World Scientific.
- Turing, A. M. (1950): Computing machinery and intelligence. *Mind* 59, 433-460.
- Vaňková, I., Nebeská, I., Saicová Římalová, L., a Šlédrová, J. (2005): *Co na srdci to na jazyku: Kapitoly z kognitivní lingvistiky*. Praha: Nakladatelství Karolinum.
- Varela, F.J., Thompson, E. a Rosch, E. (1991). *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Von Uexküll, J. (1957): A Stroll through the Worlds of Animals and Men. In C. Schiller, ed.: *Instinctive Behavior*, International Universities Press, New York.
- Wang, Y., Wu, X., Weng, J. (2011): Skull-closed autonomous development. In Bao-Liang Lu, Liqing Zhang, and James Kwok (Eds.): *Proceedings of the 18th international conference on Neural Information Processing - Volume Part I (ICONIP'11)*, Vol. Part I. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 209-216.

Ward, L. M. (2001): *Dynamical Cognitive Science*. Cambridge MA: MIT Press.

Weng, J., Hwang, W. S., Zhang, Y., Yang, C. a Smith, R. (2000): Developmental Humanoids: Humanoids that Develop Skills Automatically. In *Proc. First IEEE Conf. on Humanoid Robots*, Cambridge MA: MIT Press.

Wittgenstein, L. (1953): *Philosophical Investigations*. New York: Macmillan.

Ziemke, T. (1999): Rethinking Grounding. In: Riegler, Peschl a von Stein (eds.) *Understanding Representation in the Cognitive Sciences*. New York: Plenum Press, 177-190.