



UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY
KATEDRA APLIKOVANEJ INFORMATIKY

SITUAČNÉ MODELY V POROZUMENÍ JAZYKU

(Diplomová práca)

MARTIN RAKOVSKÝ

Študijný odbor: 9.2.8 Umelá inteligencia a 3.1.9 Psychológia
Študijný program: Kognitívna veda

Školiteľ: Doc. Ing. Igor Farkaš, PhD.

BRATISLAVA 2009

Čestne prehlasujem, že som túto prácu vytvoril samostatne, vedený radami a usmernením môjho školiteľa, čerpajúc z uvedenej literatúry.

V Bratislave, dňa 18.5.2009

.....
Martin Rakovský

Abstrakt

Situačný model je mentálnou reprezentáciou situácie opísanej v texte. V tejto práci uvádzam dôvody využitia situačných modelov, najčastejšie skúmané dimenzie situačného modelu a prehľad teórií porozumenia jazyku hovoriacich o situačnej úrovni mentálnej reprezentácie od skorších teórií až po súčasnú teóriu mentálnej simulácie. Praktická časť práce pozostáva z kognitívneho experimentu inšpirovaného Wiemer-Hastingsovou a Kurbym (in prep.). Experiment je založený na habituácii neurónov vizuálnej kôry reagujúcich na vnem žltej a modrej farby (selektívne zníženie aktivity týchto neurónov) a následnej kognitívnej úlohe – rozlišovaní zmysluplnosti viet obsahujúcich pojem žltej alebo modrej farby. Po habituácii na jednu z týchto farieb sú reakčné časy pri čítaní viet obsahujúcich pojmy rovnakej farby dlhšie ako v prípade habituácie na druhú farbu. Opísaný je tiež efekt spôsobu vyjadrenia farebného pojmu vo vete – explicitne alebo ako výsledok inferencie. Efekt farebnej habituácie bol preukázaný aj v prípade inferencie farebných pojmov.

Kľúčové slová: porozumenie jazyku, situačný model, mentálna simulácia

Abstract

The situation model is a mental representation of the situation depicted in the text. This work provides reasons for assuming the use of situation models, the most researched dimensions of situation models and an overview of theories of language comprehension – ranging from the earlier ones to the most recent mental simulation theory. This work also contains a cognitive experiment inspired by Wiemer-Hastings and Kurby (in prep.). The experiment is based on habituation of neurons in the visual cortex responding to perception of yellow or blue colors followed by a cognitive task – the distinction between sensible and nonsense sentences containing yellow or blue concepts. After habituation on one of these colors, the reaction times of reading a sentence containing a concept of the same color are observed to be higher than in the case of habituation on the opposite color. Moreover, the effect of the way of incorporating the concept in a sentence (explicit vs. inference) is described. The effect of color habituation is also shown in the case of color concepts as a result of inference.

Keywords: language comprehension, situation model, mental simulation

Obsah

Abstrakt	3
Abstract	3
Obsah	4
Zoznam obrázkov	5
1 Úvod	6
1.1 Definícia situačného modelu	6
1.2 Ciele práce	8
2 Teoretické východiská	10
2.1 Všeobecný terminologický aparát	10
2.2 Experimentálne paradigmy	10
2.3 Prečo práve situačné modely?	12
2.3.1 Integrácia informácie z viacerých viet	12
2.3.2 Podobnosť pri porozumení informácie z rôznych modalít	13
2.3.3 Efekt odbornosti na porozumenie	14
2.3.4 Preklad textu	14
2.3.5 Učenie sa z viacerých zdrojov	15
2.4 Dimenzie situačných modelov	15
2.4.1 Priestor	15
2.4.2 Kauzalita	17
2.4.3 Intencionalita	18
2.4.4 Protagonisti a objekty	19
2.4.5 Čas	20
2.5 Staršie modely a teórie porozumenia jazyka	21
2.5.1 Interaktívny model porozumenia (Kintsch & van Dijk, 1978)	21
2.5.2 Skorý výpočtový model (Miller & Kintsch, 1980)	22
2.5.3 Konštrukčno-integračný model (Kintsch, 1988)	22
2.5.4 Implicitná a explicitná pozornosť (Garrod & Sanford, 1990)	24
2.5.5 Princíp budovania štruktúr (Gernsbacherová, 1990)	24
2.5.6 READER s obmedzenou kapacitou (Just & Carpenterová, 1992)	25
2.5.7 Teória hľadania významu (Graesser, Singer & Trabasso, 1994)	26
2.5.8 Krátkodobá a dlhodobá pracovná pamäť (Ericsson & Kintsch, 1995)	26
2.5.9 Model indexujúci udalosti (Zwaan, Langston, Graesser, 1995)	27
2.5.10 „Landscape“ model (van den Broek <i>et al.</i> , 1996)	28
2.5.11 3CI model (Goldman <i>et al.</i> , 1996)	28
2.6 Mentálna simulácia (súčasná teória porozumenia jazyka)	29
2.6.1 Základné kamene	29
2.6.1.1 Zrkadliace neuróny	29
2.6.1.2 Perceptuálne symboly	29
2.6.2 Princíp „Immersed Experiencer“ (Zwaan, 2004)	30
2.6.3 Motorický systém a jeho úloha v porozumení jazyka	32
2.6.3.1 Hypotéza lingvistického fokusu	33
2.6.4 Vizuálny systém a jeho úloha pri porozumení jazyka	33
2.6.5 Výzvy do budúcnosti	34

2.6.5.1	Vplyv kontextu.....	35
2.6.5.2	Kombinácia pojmov.....	35
2.6.5.3	Perspektíva.....	36
2.6.5.4	Negácia.....	36
2.6.5.5	Sociálne učenie.....	36
3	Experiment.....	37
3.1	Teoretický úvod.....	37
3.2	Hypotéza.....	38
3.3	Metóda.....	38
3.4	Výsledky a diskusia.....	40
4	Záver.....	47
5	Podakovanie.....	48
6	Zoznam bibliografických odkazov.....	49
	Prílohy.....	56
	Množina viet použitých v experimente.....	56
	Dizajnový súbor experimentu pre PXLab.....	57

Zoznam obrázkov

Obrázok 1: Konštrukčno-integračný model (voľne modifikované podľa Wharton & Kintsch, 1991).....	23
Obrázok 2: Perceptuálny stav a perceptuálny symbol (prevzaté z Barsalou, 1999)....	30
Obrázok 3: Graf závislosti priemerných reakčných časov od farby pojmu vo vete a typu habituácie.....	42
Obrázok 4: Graf závislosti priemerných reakčných časov od farby a spôsobu vyjadrenia pojmu vo vete a typu habituácie.....	44
Obrázok 5: Graf závislosti priemerných reakčných časov od použitej vety a typu habituácie.....	46

1 Úvod

1.1 Definícia situačného modelu

Pre porozumenie príbehu pri jeho čítaní z knihy alebo počúvaní hovoreného príbehu sú potrebné procesy na viacerých úrovniach. Základným predpokladom je porozumenie významu jednotlivých slov, fráz, následne celých viet. Ako je však možné porozumenie celého príbehu? Ľudia jednoducho kombinujú myšlienky odvodené z významu slov, fráz a viet do mentálnych reprezentácií udalostí, ľudí, objektov a ich vzťahov. Tieto mentálne reprezentácie nazývame situačnými modelmi.

Pojem „*situačný model*“ v kognitívnej psychológii a psycholingvistike prvýkrát zaviedli van Dijk & Kintsch (1983). Podľa nich je situačný model mentálnou reprezentáciou situácie opísanej v texte. Ich pojem situačného modelu je založený na včasnejšom výskume v oblasti formálnej sémantiky a logiky (Kripke, 1963).

Pre správne pochopenie tohto pojmu je potrebné odlišiť situačný model od podobných pojmov ako mentálny model (viď nižšie) alebo *schéma* (prípadne *skript* alebo *rámec*). Význam pojmu schéma je v kognitívnej psychológii všeobecne známy. Ide o mentálnu reprezentáciu stereotypnej situácie. Skripty a rámce sú pojmy z oblasti umelej inteligencie. Obidva sú vlastne schémy, skripty sú však podľa Schanka a Abelsona (1977) viac procesovo orientované, pričom rámce sú viac priestorovo orientované. Marvin Minsky (1975) však používa pojem rámce pre priestorové, ale aj pre procesovo orientované modely. Asi najznámejším príkladom skriptu, teda reprezentácie stereotypných sekvencií udalostí, je návšteva reštaurácie (Schank & Abelson 1977), s typickým poradím jednotlivých akcií (usadenie, výber z menu, atď.). Príkladom rámca, teda reprezentácie stereotypnej priestorovej organizácie je napríklad typické usporiadanie obývacej izby, prípadne interiéru kostola. Pojmy schéma, skript a rámec sa nesmú zamieňať s pojmom situačný model, treba si však uvedomiť, že sú navzájom úzko späté. Schémy sa veľmi často uplatňujú pri konštruovaní situačných modelov (van Dijk & Kintsch, 1983). Napríklad, spomínaný skript pre návštevu reštaurácie sa využíva pri konštrukcii situačného modelu z rozhovoru o tom, ako bol známy včera v reštaurácii na večeru. Náš známy nemusí explicitne uviesť, že si

vyberal z menu, na základe skriptu však bude daný situačný model obsahovať aj akciu „výber z menu“. Na druhej strane, schémy zrejme môžu vznikať z často a opakovane používaného situačného modelu. Ak sa konkrétny situačný model vytvára, resp. používa veľmi často, môže sa stať podkladom pre vznik schémy. Zwaan (2001) uvádza tiež, že skripty a rámce sú reprezentácie v sémantickej pamäti, na rozdiel od situačných modelov, ktoré považuje za reprezentácie v epizodickej pamäti.

Pojem veľmi podobný situačnému modelu je „*mentálny model*“. Do oblasti porozumenia jazyka ho prvýkrát uviedol Craik (1943). Neskôr ho hlbšie prepracoval Johnson-Laird (1983), ktorý tvrdil, že mentálny model je mentálna reprezentácia reálnych, hypotetických alebo imaginárnych situácií. Takáto definícia ukazuje mentálne modely ako nadmnožinu situačných modelov. Situačné modely si teda môžeme predstaviť ako špeciálny typ mentálnych modelov, konkrétne ako mentálne modely špecifických udalostí. Situačné modely sú ohraničené v čase a priestore, na rozdiel od mentálnych modelov, ktoré vo všeobecnosti nie sú ohraničené časom a priestorom (Zwaan, 2001). Napríklad, neurovedci a lekári majú vo svojej myslí mentálny model ľudského mozgu so všetkými jeho štruktúrami (jeho anatomickú stavbu, rozdelenie na jednotlivé regióny, interakcie medzi funkčnými jednotkami atď.). Tiež však dokážu v konkrétnej chvíli skonštruovať situačný model stavu pacientovho mozgu v konkrétnom čase na základe informácií zo zobrazovacích techník mozgu.

Treba zdôrazniť, že situačný model nie je reprezentáciou textu samotného. Väčšina výskumných prác v kognitívnej psychológii porozumenia textu do začiatku 80-teho storočia bola sústredená okolo názoru, že porozumenie textu je vlastne konštrukcia a získavanie (angl. *retrieval*) mentálnych reprezentácií samotného textu, namiesto situácie opísanej v texte. Situačné modely si radšej predstavme ako mentálne mikrosvety (Zwaan, 2001). Za účelom porozumenia príbehu je potrebné skonštruovať v myslí takéto mikrosvety. Na najnižšej úrovni sú situačné modely mentálnou reprezentáciou udalostí. V rámci takéhoto situačného modelu sú potom zakódované rôzne aspekty danej situácie. Najdôležitejšie z nich sú: kde, ako a kedy sa vyskytujú a kto alebo čo sa na nich zúčastňuje (resp. je v nich obsiahnutý). Zwaan (2001) tiež uvádza, že počas procesu porozumenia rozsiahlejšieho prejavu (napríklad článok v novinách, literárne dielo alebo historický dokument), modely jedinej udalosti sa

integrujú do predchádzajúcich modelov súvisiacich udalostí, ktoré boli skonštruované skôr.

Úloha textu a hlavne mentálnej reprezentácie samotného textu však nie je zanedbateľná. Jazyk podľa Gernsbacherovej (1990) nie je len informácia určená na syntaktickú a sémantickú analýzu a uloženie do pamäti, ale skôr sada inštrukcií, ako vytvárať mentálne reprezentácie opisovaných situácií. Pri takomto pohľade je zrejmé, že situačné modely sa vytvárajú spoločne s reprezentáciou samotného textu (Zwaan & Radvansky, 1998). Bransford *et al.* (1972) uviedli podobný názor, a to, že vety sú informácie, ktoré môžeme využiť pri konštrukcii sémantického opisu situácií.

Pri konštrukcii situačného modelu sa okrem informácie z textu uplatňuje aj *usudzovanie*. Bližšie informácie na túto tému sú dostupné v prehľadovej štúdií o usudzovaní, ktorú vypracovali Graesser *et al.* (1994). Úsudok sa vytvára v procese konštrukcie situačného modelu a situačný model môže priamo ovplyvniť vytvorený úsudok. Zwaan & Radvansky (1998) spájajú úsudok a informácie v texte a tvrdia, že situačný model je amalgamáciou explicitnej informácie z textu a výstupov procesu usudzovania. Zjednodušene povedané, mentálna reprezentácia situácie opisovanej v texte obsahuje okrem faktov z tohto textu aj fakty vytvorené usudzovaním. Pozrime sa napríklad na nasledujúcu vetu:

„Nevyspatý a ustráchaný študent čaká na profesora pred učebňou.“

Situačný model vytvorený z tejto vety bude zrejme na základe usudzovania obsahovať aj informáciu o tom, že študent čaká na skúšku, napriek tomu že táto informácia sa v texte nenachádza.

1.2 Ciele práce

V tejto práci som sa pokúsil zosumarizovať a poskytnúť prehľad doterajšieho teoretického aj empirického výskumu v oblasti situačných modelov a ich úlohy pri porozumení jazyka.

Definícia situačného modelu už bola uvedená vyššie, v nasledujúcich kapitolách však ešte uvádzam ďalšiu terminológiu, používanú pri výskume situačných modelov a ich úlohy v porozumení jazyka. Tiež uvádzam najčastejšie používané

výskumne a experimentálne paradigmy. Ďalej nasleduje kapitola o dôvodoch, prečo vedci vôbec uvažujú o využití situačnej úrovne reprezentácie textu pri porozumení. Následne poskytujem prehľad doteraz preskúmaných dimenzií situačných modelov. Po prehľade staršieho výskumu a starších modelov porozumenia jazyku nasleduje kapitola o súčasnej teórii porozumenia jazyku – mentálnej simulácii. V rámci tejto kapitoly tiež uvádzam prehľad niekoľkých experimentov, potvrdzujúcich úlohu motorickej a vizuálnej mozgovej kôry pri porozumení jazyku. V závere teoretickej časti mojej práce uvádzam niekoľko možností smerovania výskumu v oblasti porozumenia jazyku v budúcnosti.

Ďalšou úlohou v tejto práci je navrhnuť a zrealizovať experiment, ktorý podporí tvrdenia o tom, že situačné modely sa pri procese porozumenia jazyka naozaj konštruujú a navyše, že sú nevyhnutné pre úspešné porozumenie jazyku. V teoretickom úvode k experimentu sa bližšie pozriem na habituáciu neurónov, ktorú vo svojom experimente využijem, následne sformulujem hypotézy, uvediem použitú experimentálnu metódu a zo získaných výsledkov vyvodím príslušné závery.

2 Teoretické východiská

2.1 Všeobecný terminologický aparát

Pri diskusii o teórii situačných modelov sa využíva viacero pojmov. Je nevyhnutné týmto pojmom porozumieť. *Konštrukcia* situačného modelu je proces, pri ktorom sa vytvára mentálny model situácie opísanej v pozorovanom texte, rozhovore, prípadne inom médiu. *Aktualizácia* modelu (angl. *updating*) je obmena už existujúceho situačného modelu integráciou novej informácie. Presnejšie je to zabudovanie aktuálneho modelu do integrovaného modelu (Zwaan & Radvansky, 1998). Aktuálny a integrovaný model sú definované v nasledujúcom odseku. *Spätné vyhľadanie* (angl. *retrieval*) je vyvolanie, obnovenie dávnejšie vytvoreného situačného modelu z dlhodobej pamäte a jeho presun do pracovnej pamäte.

Zwaan a Radvansky (1998) definujú pre potreby analýzy procesu konštrukcie, aktualizácie a spätného vyhľadania situačného modelu tri dôležité pojmy: aktuálny model, integrovaný model a kompletný model. *Aktuálny model* je model skonštruovaný na základe práve čítanej vety alebo frázy. *Integrovaný model* je globálny model vzniknutý integráciou viacerých aktuálnych modelov jeden po druhom počas čítania textu. *Kompletný model* je model situácie uložený v dlhodobej pamäti po spracovaní celého textového vstupu. Zwaan a Radvansky (1998) tiež upozorňujú, že kompletný model nemusí byť nevyhnutne finálnym situačným modelom. Po spracovaní textového vstupu ešte kompletný model podlieha procesom usudzovania, generujú sa dodatočné inferencie, prípadne úplne nové modely.

2.2 Experimentálne paradigmy

Pri výskume situačných modelov sa využíva široká paleta experimentálnych paradigiem. Zrejme najčastejšie používanou je *meranie časov čítania*. Ide o meranie trvania prečítania (a porozumenia) určitého úseku textu (slovo, fráza, veta). Participanti zaznamenávajú koniec čítania stlačením tlačidla. Výrazne dlhšie časy čítania (v porovnaní s kontrolnými podmienkami) sú potom interpretované ako

výsledok náročnejšej aktualizácie integrovaného modelu, nekompatibilitou aktuálneho a integrovaného modelu, prípadne výpočtovou náročnosťou ďalších podprocesov, zahrnutých v procese porozumenia jazyku.

Rozšírením metódy merania časov čítania je *metóda sledovania pohybu očí* (eye-tracking), ktorá dokáže presne určiť mieru pozornosti, venovanej jednotlivým slovám, či iným lingvistickým jednotkám textu.

Veľmi často sa používa aj *metóda záznamu zapamätanej informácie* z textu. Po prečítaní určitého textu účastníci vyplňujú protokol informáciami, ktoré si z textu pamätajú. Tieto informácie môžu pochádzať priamo z textu, alebo to môžu byť pravdivé alebo mylné inferencie. V protokole sa sleduje presnosť zapamätanej informácie, jej štruktúra a mnohé ďalšie faktory.

Ďalšou používanou metódou je *rozlišovanie slov a pseudoslov*, teda rozlíšenie slova od nezmyselného výrazu (napr. lampa / štamor). V takomto experimente sa merajú reakčné časy, t.j. ako rýchlo dokáže účastník rozlíšiť, či daný výraz má zmysel alebo nie. Tieto reakčné časy sú ovplyvnené procesmi pri porozumení jazyku. Modifikáciou tejto metódy je rozlišovanie zmysluplných viet od nezmyselných viet. Tu sa tiež merajú reakčné časy, podľa ktorých sa potom usudzuje o vlastnostiach procesov porozumenia. Pre príklad uvádzam nasledovné dve vety, z ktorých prvá má zmysel a druhá nie:

„Peter vzal pero a napísal ďakovný list.“

„Andrej zjedol pravdu a priletel z jablkového koláča.“

V poslednej dobe sa rozvoj *zobrazovacích metód mozgu* preniesol aj do oblasti výskumu procesov porozumenia jazyku. Takýmto spôsobom bola skúmaná úloha motorickej a senzorickej kôry v porozumení jazyku. Špecifická aktivácia niektorých regiónov mozgu napovedá, že v procese porozumenia jazyku sa formujú reprezentácie zodpovedajúce percepcii alebo akcii.

2.3 Prečo práve situačné modely?

Výskum v oblasti situačných modelov priniesol niekoľko dôvodov, prečo práve konštrukcia a aktualizácia situačných modelov je nevyhnutným procesom pri porozumení jazyku. Inými slovami, vo viacerých aspektoch procesu porozumenia textu je práve teória situačných modelov najvhodnejším aparátom na vysvetlenie javov, objavujúcich sa v tomto procese.

Samozrejme, nie vždy pri spracovaní jazyka je potrebné aj jazyku úplne porozumieť. Vtedy nie je potrebná ani konštrukcia situačného modelu. Príkladom je gramatická korekcia textu (angl. *proofreading*), pri ktorej je potrebná len informácia z jednotlivých slov, nanajvýš fráz. Zwaan a Radvansky (1998) dokonca tvrdia, že pri tomto procese je konštrukcia situačného modelu dokonca nežiaduci proces, ktorý by zbytočne využíval kapacitu pracovnej pamäte.

Faktom však zostáva, že potreba úplného porozumenia textu si vynucuje konštrukciu situačného modelu. Prvé dôvody spísali už van Dijk a Kintsch (1983) pri zavádzaní pojmu situačný model:

2.3.1 Integrácia informácie z viacerých viet

Je jasné, že porozumenie spojitému textu je viac ako porozumenie jednotlivým vetám. Pozrime sa na nasledovný úryvok textu:

„Charles Darwin sa narodil v roku 1809. Britský prírodovedec sa zapísal do dejín ako pôvodca teórie evolúcie prirodzeným výberom. Tento známy geológ a populárny autor niekoľkých prác strávil päť rokov na lodi Beagle.“

Predchádzajúci úryvok má zmysel iba v prípade, že čitateľ si je vedomý faktu, že „Charles Darwin“ je jedna a tá istá osoba ako „britský prírodovedec“, „známy geológ“ a „populárny autor“. Tento jav môžeme vysvetliť pomocou teórie situačných modelov. Pri konštrukcii situačného modelu začneme vytvorením symbolu (angl. *token*) pre osobu „Charles Darwin“. Následne, v procese aktualizácie situačného modelu, sa k tomuto symbolu pripájajú ďalšie informácie prichádzajúce z textu. Toto pripájanie je podporené gramatickými pravidlami a vedomosťami z deklaratívnej pamäte. Deklaratívna znalosť prináša informácie o identite protagonistu situácie a

umožní pripojiť „britského prírodovedca“ k symbolu reprezentujúcemu v našom situačnom modeli Darwina. Vďaka znalosti gramatických pravidiel a zámenu „tento“ v tretej vete z príkladu sa „známy geológ“ tiež v modeli pripojí k symbolu hlavného protagonistu situácie. V jazykoch ako angličtina a nemčina je vplyv gramatiky ešte väčší, keďže tu pred každým slovom stojí určitý (*the/der*) alebo neurčitý (*a/ein*) člen. Určitý člen v týchto jazykoch naznačuje potrebu pripojenia k už vytvorenému symbolu. Neurčitý člen naopak podmieňuje vytvorenie nového symbolu v situačnom modeli. Tento jav si môžeme všimnúť na nasledujúcej anglickej vete. Všimnite si rozdiel pri použití každého z dvoch hrubo vytlačených kritických členov vo vete:

„*Darwin is an evolutionist. Other scientists pay **the / a** man a tribute.*”

2.3.2 Podobnosť pri porozumení informácie z rôznych modalít

Teória situačných modelov je vhodným nástrojom na vysvetlenie ďalšieho zaujímavého javu, a to nezávislosti schopnosti porozumenia od spôsobu (modality) prijímania informácie. Či už čítame správu v novinách, počujeme ju v rádiu alebo vidíme videoreportáž v televízii, vo všetkých prípadoch sme schopní vytvoriť takmer rovnaký model opisovanej situácie. Práve kvôli úplne odlišnému charakteru týchto modalít je pre vysvetlenie tohto javu potrebné predpokladať, že sa v procese porozumenia vytvára mentálny model opisovanej situácie a nie média nesúceho daný opis situácie.

Zwaan a Radvansky (1998) tvrdia, že práve tento jav je dôkazom toho, že kognitívne procesy zúčastňujúce sa na konštrukcii situačných modelov sú nezávislé od modalít. Baggettová (1979) vo svojom experimente zistila, že študenti poskytlí rovnako štruktúrovaný záznam situácie nezávisle od toho, či bol opis situácie prezentovaný v textovej forme alebo pomocou krátkej animácie. Tiež zistila, že informácia z textu bola náchylnejšia na pamäťovú interferenciu a zabúdanie v porovnaní s obrazovým médiom. Gernsbacherová *et al.* (1990) zistili, že ľudia ktorí sú dobrými konštruktérmi situačných modelov, vedia túto schopnosť preukázať pri čítaní, počúvaní aj pozeraní. Podobne ľudia so slabšou schopnosťou konštruovať situačné modely podávajú horšie výkony v porozumení vo všetkých modalitách.

Glenberg a Langston (1992) potvrdili, že vizuálna informácia podporuje porozumenie textu. Presnejšie, ak je textová informácia doplnená vizuálnou (obrázky,

schémy, grafy), potom táto vizuálna informácia napomáha vytvoreniu vernejšieho situačného modelu. Vo svojom experimente poskytli účastníkom text opisujúci štyri kroky pracovného postupu. Druhý a tretí krok sa mali vykonávať súčasne, v texte však boli opísané následne za sebou. Mentálna reprezentácia tohto postupu by mala mať druhý aj tretí krok rovnako silno asociované na prvý a štvrtý krok. Mentálna reprezentácia samotného textu by však mala druhý krok silnejšie asociovaný s prvým a tretím so štvrtým.

2.3.3 Efekt odbornosti na porozumenie

Niektoré rozdiely v schopnosti porozumieť textu sa nedajú vysvetliť rozdielmi vo verbálnych schopnostiach. Veľmi častý je jav, keď osoby s nižšími verbálnymi schopnosťami lepšie porozumejú textu ako verbálne nadaní čitatelia. Tento efekt je spôsobený bohatou zásobou deklaratívnych poznatkov z danej oblasti, ktorú opisuje text. Tieto poznatky kompenzujú slabšie verbálne schopnosti čitateľa pri tvorbe situačného modelu. Ak by sa pri čítaní nevytváral situačný model, tento efekt by sa zjavne nemohol prejaviť.

Klasickým príkladom je experiment, v ktorom Schneider a Koerkeľ (1989) testovali žiakov základnej školy rozdelených do dvoch skupín podľa odborných znalostí futbalu. Futbaloví znalci z tretieho ročníka prekonalí v porozumení textu o futbale laikov zo siedmeho ročníka napriek nižším verbálnym schopnostiam. Toto zistenie vysvetľujú Ericsson a Kintsch (1995) tým, že hlbšie vedomosti o problematike futbalu uľahčujú konštrukciu situačného modelu pri čítaní textu, a to tak, že z dlhodobej pamäte sa vyberú relevantné čiastočné konštrukcie a zakomponujú sa do situačného modelu. Žiaci s malou znalosťou problematiky museli konštruovať celý situačný model od nuly.

2.3.4 Preklad textu

Prekladanie textu z jedného jazyka do druhého je tiež dobrým príkladom nutnosti konštrukcie situačného modelu. Mechanický preklad jedného slova za druhým nie je postačujúci, v procese je potrebná mentálna reprezentácia situácie opisovanej jedným jazykom a jej spätné vyjadrenie prostriedkami druhého jazyka.

Fakt, že francúzština nemá zámeno stredného rodu a angličtina áno, využili Zwaan *et al.* (in prep.) v experimente s účastníkmi, ktorých rodným jazykom bola angličtina a ktorých úlohou bolo preložiť vety z francúzštiny do angličtiny. Zámerne

boli vybrané vety, v ktorých zámeno *elle* (ona) odkazovalo na abstraktný pojem z predchádzajúcej vety. Ukázalo sa, že participanti počas prekladu formujú situačný model a integrujú informácie medzi jednotlivými vetami. Zámeno *elle* preto prekladali do stredného rodu ako anglické *it* až v 90% prípadov. Ak by pri preklade nevytvárali situačný model, zámeno *elle* by bolo mechanicky preložené do anglického *she* (ona).

2.3.5 Učenie sa z viacerých zdrojov

Zmysluplné učenie väčšinou vyžaduje porozumenie a integráciu informácie z viacerých dokumentov. Informácie o rovnakej téme prekrývajúce sa v rôznej miere sú z rôznych zdrojov pri čítaní zakomponované do jedného situačného modelu, prípadne viaceré vytvorené modely sa spoja na základe spoločných prienikov. Informácia je takto organizovaná a skutočné učenie a usudzovanie sa uskutočňuje práve pri tomto procese.

2.4 Dimenzie situačných modelov

Situačné modely sú modely udalostí. Udalosti sa odohrávajú v určitom čase na určitom mieste. Udalosti väčšinou zahŕňajú osoby (protagonistov) alebo objekty. Medzi udalosťami existujú kauzálne vzťahy. Väčšinou sú udalosti súčasťou plánu, ako uskutočniť určitý cieľ, sú vykonávané pod vplyvom motivácie. Pri výskume situačných modelov rozlišujeme týchto päť dimenzií situačného modelu: priestor, kauzalita, intencionalita, protagonista a čas (Chafe, 1979; Gernsbacher, 1990; Givón, 1992; Johnson-Laird, 1983; Nakhimovsky, 1988; van Dijk, 1987; Zwaan, Langston & Graesser, 1995; Zwaan & Radvansky, 1998). Donedávna boli tieto dimenzie skúmané samostatne, so zameraním sa iba na jednu konkrétnu dimenziu, pričom efekt ostatných dimenzií bol zanedbaný. V poslednej dobe sa kladie doraz na interakciu medzi dimenziami, ich vzájomné ovplyvňovanie. Najväčšiu pozornosť dostáva dimenzia priestoru, je najviac preskúmaná. Dimenzia času získala najmenej pozornosti, pričom ale je pre situačné modely rovnako podstatná.

2.4.1 Priestor

Jedným z hlavných metodologických dôvodov, prečo dimenzia priestoru bola skúmaná oveľa častejšie ako ostatné dimenzie, je linearita jazyka v porovnaní s nelinearitou priestoru (Zwaan & Radvansky, 1998). Napríklad, dva objekty, ktoré sú

v priestore blízko seba, môžu byť v texte opísané dvoma navzájom vzdialenými vetami. Využitím tejto nezhody v priestorovej organizácii a lingvistickej štruktúre je možné ľahko zistiť, či čitateľ vytvára reprezentáciu textu alebo situácie opísanej v texte.

Doteraz nebol nazbieraný dostatok dôkazov o tom, že by čitatelia spontánne sledovali priestorové informácie počas textu. Sú toho ale schopní, ak sú k tomu explicitne inštruovaní (Zwaan & Radvansky, 1998). Klasický experiment zrealizovali Linde a Labov (1975), ktorí žiadali participantov, aby opísali svoje byty. Ľudia poväčšine opisujú svoj príbytok tak, že sa pohybujú po určitej imaginárnej dráhe, čo je efektívny spôsob ako linearizovať priestorovú informáciu. Navyše, priestorová informácia dostáva takto aj časovú dimenziu („a potom prejdeme do obývačky“).

Po vytvorení priestorového situačného modelu môžu byť jednotlivé jeho časti viac či menej prístupné. Pravidlom pritom je, že čím je daná časť situačného modelu bližšia v priestore, tým je prístupnejšia. Napríklad, ak je cieľovou entitou gauč, potom jeho reprezentácia v situačnom modeli bude aktívnejšia (a jej vybavenie pravdepodobnejšie) v prípade, že protagonista je v obývačke. Ak by sa protagonista nachádzal napríklad v kuchyni, aktivácia reprezentácie gauča by bola menšia. Ak teda situačný model zachytáva priestorové vzťahy, potom by časti vzdialenejšie od súčasného stredu pozornosti mali byť menej prístupné ako blízke časti. Tento efekt prvýkrát demonštrovali Glenberg *et al.* (1987). Participantí čítali príbehy obsahujúce kritický objekt, pričom v polovici príbehov bol objekt asociovaný s protagonistom a v druhej polovici bol objekt disociovaný (vety sú voľne modifikované z angl. originálu v Glenberg *et al.*, 1987):

"Jano si obliekol/vyzliekol bundu pred tým, ako si šiel zabehať."

O dve vety neskôr bolo prezentované kritické slovo (bunda), pričom bol meraný čas rozpoznania. Odozva bola rýchlejšia v prípade objektu priestorovo asociovaného s protagonistom (stredom pozornosti), napriek tomu, že vzdialenosť v texte bola rovnaká.

Ehrlich a Johnson-Laird (1982) zistili, že porozumejú priestorovému opisu rýchlejšie, ak je referenčne súvislý, t.j. ak vo vetách idúcich po sebe je vždy odkaz na objekt, spomenutý v predchádzajúcej vete:

"Nôž je pred hrncom. Hrnec je za tanierom. Tanier je naľavo od pohára."

Naopak, ak je text referenčne nesúvislý, porozumenie trvá dlhšie:

"Nôž je pred hrncom. Pohár je za tanierom. Hrnec je naľavo od pohára."

Ak by čitatelia nekonštruovali priestorový situačný model, rýchlosť porozumenia by mala byť v oboch prípadoch rovnaká. Dlhšie časy v prípade referenčne nesúvislého textu vysvetlili tým, že čitatelia ťažšie aktualizujú predchádzajúcu informáciu pretože nová informácia s ňou nekorešponduje.

2.4.2 Kauzalita

Informácia o kauzalite môže byť v texte vyjadrená explicitne (spojkami „pretože“, „keďže“) alebo môžu byť výsledkom inferencie na základe vedomostí („Katka vyliala vodu na oheň; oheň vyhasol.“). Kauzálny vzťah dvoch udalostí môže mať v modeli vyššiu aktiváciu, ak je uvedený explicitne, pomocou kauzálnej spojky (Caron *et al.*, 1988).

Singer *et al.* (1992) experimentálne skúmali, ako sa používajú všeobecné znalosti na vytváranie kauzálnych vzťahov medzi udalosťami v texte. Participanti čítali jeden z nasledujúcich párov viet:

(1) *„Marek vylial vedro na oheň. Oheň vyhasol.“*

(2) *„Marek položil vedro vedľa ohňa. Oheň vyhasol.“*

Následne odpovedali na otázku: „Môžeme oheň uhasiť vodou?“ Participanti odpovedali rýchlejšie na túto otázku, ak predtým čítali vetný pár (1), ako keď pred otázkou čítali vetný pár (2). Podľa autorov experimentu sa počas čítania vetného páru (1) aktivuje v situačnom modeli fakt, že voda hasí oheň, a tento fakt potom môže byť využitý pre rýchlu odpoveď na následnú otázku. V prípade vetného páru (2) takýto fakt aktivovaný nebol, a preto sa musí aktivovať až pri následnej otázke o tom, či voda hasí oheň.

Jedna udalosť môže byť spôsobená súčinnosťou viacerých udalostí. Napríklad požiar môže byť spôsobený dlhotrvajúcim suchom a odhodným ohorkom z cigarety.

Podobne viacero udalostí môže byť spôsobených jednou a tou istou udalosťou. Napríklad to isté tornádo môže zničiť niekoľko budov, polámať stromy, rozbiť autá. Trabasso a Magliano (1996) uvádzajú model kauzálnej siete, ktorá dokáže takéto zložité vzťahy opísať. Podľa tohto modelu sa čitateľ vždy pokúša vysvetliť udalosť pomocou informácie z predchádzajúcich viet, t.j. pomocou mentálnych reprezentácií skôr popísaných udalostí, alebo pomocou všeobecných znalostí. Spájaním udalostí pomocou kauzálnych vzťahov potom čitateľ vytvára kauzálnu sieť.

2.4.3 Intencionalita

Situačný model obsahuje aj informáciu o cieľoch a plánoch protagonistov (Graesser, 1981; Schank & Abelson, 1977). Počas porozumenia textu sa takto uchováva informácia o motivácii protagonistov, a keďže ľudské správanie je vždy niečím motivované a texty opisujú ľudské správanie, čitatelia môžu pomocou svojich bežných kognitívnych zručností usudzovať o správaní protagonistov.

Spôsob akým je informácia o cieľoch zabudovaná v situačnom modeli je špecifický. Jedným dôvodom je, že mnoho akcií, stavov a udalostí opísaných v texte sa vzťahuje k určitému cieľu. Buď sú časťou plánovacej štruktúry alebo sú prekážkou vo vykonávaní plánu. Hierarchia cieľov a plánov je tiež dôležitým faktorom pri formovaní situačného modelu. (Zwaan & Radvansky, 1998). Výskum o generovaní kauzálnych inferencií sa vo veľkej časti prekrýva s výskumom generovania inferencií o motivácii protagonistov.

Experimenty so situačnou dimenziou motivácie potvrdili v situačných modeloch konštrukciu štruktúr hovoriacich o cieľoch a plánoch, o motivácii akcií protagonistov. Podobne ako pri kauzalite, aj v tomto prípade môže byť motivácia vyjadrená explicitne alebo môže byť výsledkom usudzovania. V nasledujúcej vete je táto informácia uvedená explicitne:

„Janka sa rozhodla uplietť sveter.“

Takto explicitne stanovený cieľ sa udržiava viac aktivovaný (v pamäti prístupnejší) ako cieľ, ktorý je výsledkom generovania inferencií, podobne ako pri kauzalite. Navyše, aktivácia sa v oboch prípadoch udržiava, až pokiaľ je protagonista (nositeľ cieľa) v strede pozornosti, alebo kým cieľ nie je splnený. (Lutz & Radvansky, 1997; Trabasso & Suh, 1993). Experimenty tiež ukazujú, že informácia o cieľi, ktorého

naplnenie zlyhalo je aktívnejšia ako informácia o ciele, ktorého naplnenie bolo úspešné (Lutz & Radvansky, 1997).

2.4.4 Protagonisti a objekty

Výskumom mentálnej reprezentácia protagonistov a objektov opísaných v texte sa zaoberalo viacero štúdií. Skúmalo sa, či čitatelia pripájajú prichádzajúcu informáciu k symbolom pre protagonistu alebo objekt, ale hlavne či sa vôbec vytvárajú reprezentácie protagonistov a objektov. Jedným zo záverov týchto štúdií je, že čitatelia počas porozumenia intenzívne konštruujú reprezentácie protagonistov. Čo sa týka reprezentácií objektov, tie sa konštruujú tiež, ale v menšej miere ako u protagonistov, pričom toto vytváranie je veľmi závislé od kontextu (Zwaan & Radvansky, 1998).

Albrecht a O'Brien (1995) ukázali, že mentálna reprezentácia obsahuje okrem samotného protagonistu aj jeho vlastnosti a ďalšie s ním spojené informácie. V experimente dali ľuďom čítať texty o protagonistovi s určitou vlastnosťou (napríklad vegetarián). O niekoľko viet ďalej sa v príbehu vyskytla akcia, ktorá bola v rozpore s danou vlastnosťou (napríklad objednanie hamburgera). Zvýšené časy čítania vety obsahujúcej rozporuplnú informáciu vysvetlili tým, že čitatelia zabudovali danú vlastnosť do situačného modelu a pri pokuse o integráciu informácie rozpoznali rozporuplnosť.

Carreiras *et al.* (1996) zistili, že čitatelia zabudovávajú do situačných modelov informáciu o pohlaví aj v prípade, že táto informácia vychádza zo stereotypu. Ak bol vo vete uvedený typicky mužský alebo typicky ženský protagonista a v nasledujúcej vete naňho odkazovalo zámeno opačného rodu, časy čítania boli značne zvýšené. Pre názornosť sa pozrime na nasledujúce anglické vety (v slovenčine sa podobný efekt zrejme nedá ukázať). Participanti najskôr prečítali vetu (1). Následne pri čítaní vety (2a) boli namerané vyššie čítacie časy ako pri čítaní vety (2b):

(1) *"The baby-sitter settled down to watch a video."*

(2a) *"Then he heard the baby crying."*

(2b) *"Then she heard the baby crying."*

2.4.5 Čas

Úloha časovej dimenzie situačných modelov bola skúmaná najmenej, pričom ale informácia o čase je v jazyku dôležitá a všadeprítomná. Každá veta obsahuje informáciu o absolútnom alebo relatívnom čase, v ktorom sa opísaná udalosť odohrala (Miller & Johnson-Laird, 1976). Pre správne porozumenie situácie opísanej v texte je potrebná informácia o tom, v akom časovom slede sa jednotlivé udalosti odohrali a tiež, v akom čase sa tieto udalosti odohrali od ich opísania v texte.

Pre teóriu situačných modelov je dôležité zistiť, ako sa informácia o čase zabudováva do situačného modelu. Experimenty ukazujú, že časová informácia sa pri čítaní ukladá spontánne. Napriek tomu vieme veľmi málo o tom, akým spôsobom sa ukladá a ako sa s ňou pracuje.

Jazyk má mnoho spôsobov ako zachytiť informáciu o čase. Časový vzťah medzi dvoma udalosťami môže byť napríklad explicitne vyjadrený časovou spojkou („potom“, ...). Bestgen a Vonk (1995) zistili, že časové spojky ovplyvňujú prístupnosť predchádzajúcej informácie:

"Otvoril dvere, vošiel dnu..."

V uvedenej vete chýba časová spojka. Bestgen a Vonk zistili, že v podobných vetách je prvá informácia (v tomto prípade „otvoril dvere“) aktívnejšia ako pri použití časovej spojky (napríklad „Otvoril dvere, a potom vošiel dnu.“)

Zwaan a Whitten (in prep.) ukázali, že nesúlad v lingvistickej a chronologickej štruktúre situácie zvyšuje časy čítania pri porozumení textu. Pozrime sa na nasledujúce vety:

(1) *„Pohladkal psa a odišiel.“*

(2) *„Predtým ako odišiel, pohladkal psa“*

Udalosti sa odohrali v rovnakom poradí, v ako sú uvedené vo vete (1). Vo vete (je toto poradie obrátené). Zwaan a Whitten demonštrovali, že pri vetách podobných vete (2) treba na správne porozumenie viac času ako pri vetách podobných vete (1). Ohtsuka a

Brewer (1992) ukázali, že takýto nesúlاد lingvistickej a chronologickej štruktúry nepriaznivo ovplyvňuje aj kvalitu porozumenia.

Carreiras *et al.* (1997) zistili, že časová blízkosť opísanej situácie ovplyvňuje prístupnosť informácie. Participanti v ich experimente čítali krátke príbehy podobné nasledovnému:

„Marta je 45 ročná žena a nie je vydatá. Býva v byte v centre La Corufia. Teraz pracuje / Dávnejšie pracovala ako ekonómka pre medzinárodnú spoločnosť. Cez víkendy navštevuje svojich rodičov. Miluje fotografovanie pod vodou, a tiež vodné športy.“

Participanti boli po prečítaní testovaní na rýchlosť rozpoznania kritického slova (v tomto prípade „ekonómka“) a tí, ktorí čítali verziu textu s prítomným časom v hrubo vytlačenej časti ukážkového textu, preukázali rýchlejšie rozpoznanie kritického slova. Záverom ich experimentu je, že čím je opísaná udalosť v chronológii bližšia k prítomnosti, tým je prístupnejšia.

2.5 Staršie modely a teórie porozumenia jazyka

V minulosti bolo navrhnutých niekoľko teórií o procesoch prebiehajúcich pri konštrukcii situačných modelov a ich následnej aktualizácii, t.j. integrácii novej informácie do práve vytváraného situačného modelu. V nasledujúcich podkapitolách uvádzam prehľad najvýznamnejších teórií a modelov, zoradených v časovej postupnosti. Prvé teórie z uvedených vznikali ešte pred vznikom samotnej teórie situačných modelov, boli však dôležitou inšpiráciou, pretože procesy, ktoré opisovali boli veľmi podobné tým, ktoré sa neskôr použili práve v teórii situačných modelov.

2.5.1 Interaktívny model porozumenia (Kintsch & van Dijk, 1978)

Kintsch a van Dijk (1978) vo svojom modeli predpokladajú, že proces porozumenia jazyka prebieha v cykloch, pričom v každom cykle je spracovávaných niekoľko informácií z textu. Počet spracovaných informácií v jednom cykle je závislý od kapacity krátkodobej pamäte, t.j. 7 ± 2 (Miller, 1956). V každom cykle prebieha pripájanie nových informácií k už spracovaným. Takto sa vytvára poprepájaný model hierarchicky usporiadaných informácií o situácii opísanej v texte. Kintschov a van

Dijkov model sa stal základom pre neskôr navrhnuté modely, ako napríklad konštrukčno-integračný model alebo tiež model „Immersed Experiencer“ (pozri nasledujúce podkapitoly).

2.5.2 Skorý výpočtový model (Miller & Kintsch, 1980)

Rozšírenú a formalizovanú verziu modelu Kintscha a van Dijka (1978) použili Miller a Kintsch (1980) vo svojom experimente s 20-imi textami rozličnej čitateľnosti. Svojím modelom analyzovali tieto texty, čítacie časy a protokoly spomenutých informačných jednotiek od 600 respondentov. Takto chceli získať predikcie o rozpomätávaní sa na informačné jednotky v texte na základe frekvencie spracovania mikroštruktúr výrazov v texte a tiež predikcie o celkovej čitateľnosti textu na základe frekvencie informačných jednotiek textu s vysokou náročnosťou spracovania. Model poskytol iba chabé výsledky, inšpiroval však vedeckú komunitu k ďalšiemu výskumu.

Millerov a Kintschov (1980) výpočtový model bol tiež založený na cykloch a obsahoval viacero modulov. Jedným z nich bol deliaci program, ktorý v texte identifikoval informačné jednotky a rozhodoval, či sa tieto jednotky majú integrovať alebo nie. Táto časť modelu nebola implementovaná výpočtovo. Ďalším modulom bol Microstructure Coherence Program (MCP), ktorý triedil informačné jednotky a ukladal ich do pracovného grafu súvislostí. Pracovný graf súvislostí simuloval pracovnú pamäť a mal v sebe implementovanú funkciu na rozhodovanie o tom, ktoré informačné jednotky budú aktívne aj v nasledujúcom cykle. Časťou modelu bol tiež dlhodobý graf súvislostí, ktorý simuloval dlhodobú pamäť a implementovanú funkciu na rozhodovanie o tom, ktoré informačné jednotky budú vyvolané naspäť do pracovnej pamäte. Analógiu s procesmi situačných modelov môžeme vidieť pri ukladaní informačných jednotiek do pracovného grafu súvislostí (konštrukcia aktuálneho situačného modelu) a ukladaní do dlhodobého grafu súvislostí (aktualizácia integrovaného situačného modelu).

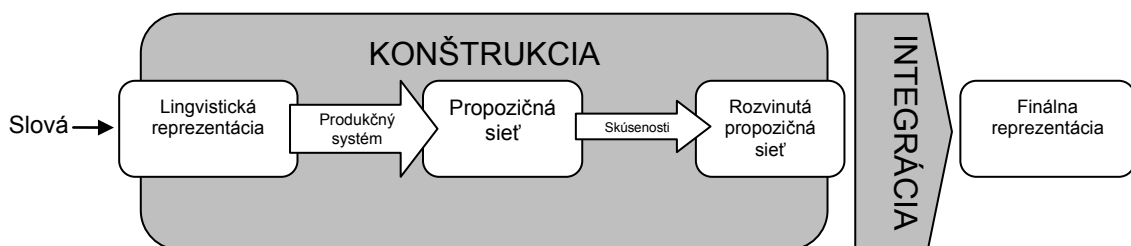
2.5.3 Konštrukčno-integračný model (Kintsch, 1988)

Hlavnou otázkou, ktorou sa Kintschov (1988) konštrukčno-integračný model zaoberá, je úloha znalostí v procese porozumenia jazyka. Pôvodne bol navrhnutý ako protipól tradičnému pohľadu zhora nadol, kde sa kladie dôraz na silné produkčné pravidlá, čím sa zabezpečí vytvorenie výlučne správnych znalostí v správnom kontexte. Dizajn takýchto pravidiel je však extrémne náročný.

Kintschov (1988) model opisuje v procese porozumenia textu dva usporiadané kroky. Prvým je konštrukcia znalostí, druhým je ich integrácia. Po kombinácii týchto krokov dáva model podobné výsledky ako tradičné prístupy zhoda nadol, umožňuje však menej prísne podmienky počas procesu generovania znalostí. Namiesto silných produkčných pravidiel používa konštrukčno-integračný model slabšie, voľnejšie pravidlá pre konštrukciu znalostí. Výber správnych znalostí v správnom kontexte sa zabezpečí vo fáze integrácie.

Konštrukcia znalostí podľa konštrukčno-integračného modelu vytvorí väčšiu množinu znalostí ako tradičné prístupy, ktorá však môže obsahovať aj nesprávne znalosti. V tejto fáze je však dôležité, že obsahuje aj správne znalosti. Produkčný systém obsahuje slabé pravidlá. Ich použitím sa z lingvistickej reprezentácie textu vytvorí propozičná sieť. Ak sa do procesu zapoja aj pôvodné znalosti čitateľa (skúsenosti), potom vzniká rozvinutá propozičná sieť (pozri Obrázok 1).

Po konštrukcii nasleduje krok integrácie, ktorý zo surovej reprezentácie vo forme asociatívnej siete propozičných uzlov vytvorí koherentný a interpretovateľný celok. V tejto sieti sú jednotlivé uzly pospájané pozitívnymi alebo negatívnymi hranami, ktorých váha a polarita zodpovedá vzťahu daných dvoch elementov, reprezentovaných uzlami. Integrácia vyladzuje sieť pomocou konekcionistických relaxačných techník (Rumelhart & McClelland, 1986). Výsledkom integrácie je interpretovateľná finálna reprezentácia.



Obrázok 1: Konštrukčno-integračný model (voľne modifikované podľa Wharton & Kintsch, 1991)

Konštrukčno-integračný model bol využitý ako podklad pre mnoho ďalších teórií a architektúr porozumenia jazyku, je na ňom založená napríklad Integrovaná Inteligentná Architektúra (Whartonová & Kintsch, 1991). Ide o hybridnú architektúru, pozostávajúcu zo symbolových aj konekcionistických (subsymbolorých) komponentov.

2.5.4 Implicitná a explicitná pozornosť (Garrod & Sanford, 1990)

Garrod a Sanford (1990) uvádzajú, že elementy v implicitnej a explicitnej pozornosti čitateľa spolu tvoria reprezentáciu pracovného modelu sveta opísaného jazykom. Pod pojmom pracovný model si môžeme predstaviť integrovaný situačný model. Podľa Garroda a Sanforda explicitná pozornosť zahŕňa symboly reprezentujúce protagonistov. V implicitnej pozornosti sú reprezentácie relevantných aspektov opisovanej scény. Lokálne koherentná reprezentácia vzniká mapovaním obsahu v explicitnej pozornosti na elementy v implicitnej pozornosti. Podľa Zwaana a Radvanského (1998) je tento proces mapovania vlastnou aktualizáciou situačného modelu.

2.5.5 Princíp budovania štruktúr (Gernsbacherová, 1990)

Štruktúrny prístup je podľa Gernsbacherovej (1990) založený na „budovaní štruktúry“ porozumenej informácie (angl. *structure-building framework*) ako koherentnej mentálnej reprezentácie. V procese budovania štruktúry mentálnej reprezentácie Gernsbacherová rozlišuje niekoľko podprocesov. *Proces pokladania základov* aktivuje základné stavebné kamene „štruktúry“, ktorými sú pamäťové bunky. *Mapovací proces* vytvára zobrazenie medzi existujúcou a novou informáciou vtedy, keď spolu tieto informácie súvisia. Čím viac informácie súvisia, tým pravdepodobnejšia je aktivácia podobných pamäťových buniek. Čím menej spolu nová a existujúca informácia súvisí, tým viac sa zapájajú *presúvacie procesy*, ktoré iniciujú budovanie nových subštruktúr v mentálnej reprezentácii aktiváciou. V tomto prípade prichádzajúca informácia aktivuje inú skupinu pamäťových buniek, čím sa aktivuje základ pre novú subštruktúru. Takto vznikne mentálna reprezentácia s bohato rozvetveným stromom subštruktúr.

Gernsbacherová (1990) ďalej definuje dva paralelné mechanizmy, ktoré kontrolujú budovanie štruktúr – mechanizmus zvyšujúci aktiváciu a mechanizmus potláčajúci aktiváciu. Pamäťové bunky totiž podľa Gernsbacherovej po aktivácii začnú vysielat' signály buď na zvýšenie alebo potlačenie aktivácie iných buniek. Aktivácia iných buniek sa zvyšuje, ak reprezentujú informáciu potrebnú pre ďalšie budovanie štruktúr. Ak informácia, ktorú pamäťové bunky reprezentujú, nie je v procese budovania štruktúr ďalej potrebná, ich aktivácia sa potláča.

Gernsbacherová (1990) tiež uvádza, že tieto procesy sú všeobecné a nevzťahujú sa len na spracovanie lingvistickej informácie. V diskusii o týchto procesoch uvádza aj empirické dôkazy ich existencie.

2.5.6 READER s obmedzenou kapacitou (Just & Carpenterová, 1992)

Ide o teóriu obmedzenia porozumenia jazyka vplyvom obmedzenej kapacity pracovnej pamäte. Podľa tejto teórie spracovanie a uloženie informácie je sprostredkované aktiváciou a celkové množstvo aktivácie v pracovnej pamäti je u každého jedinca iné. Individuálne rozdiely v kapacite pracovnej pamäte zodpovedajú za kvalitatívne aj kvantitatívne rozdiely vo viacerých aspektoch porozumenia jazyku. Jedným z ovplyvnených aspektov je podľa Justa a Carpenterovej napríklad syntaktická nejednoznačnosť (angl. *ambiguity*). Väčšia kapacita pracovnej pamäte jedincom dovoľuje udržiavať súčasne viaceré interpretácie.

Just a Carpenterová (1992) na základe svojej teórie vytvorili model produkčného systému, v ktorom dostupná aktivácia ovplyvňuje krátkodobé výpočtové a pamäťové nároky v procese porozumenia jazyka. V simulácii použili modifikovaný model READER implementovaný v hybridnej architektúre CAPS (Thibadeau *et al.*, 1982), pozostávajúcej zo symbolového produkčného systému a konekcionistického systému založeného na aktivácii. READER je výpočtový model spracovania za sebou idúcich slov počas čítania. Po pridaní obmedzenia kapacity do tohto modelu vytvorili Just a Carpenterová (1992) takzvaný CC-READER (angl. *capacity-constrained READER*) a architektúru CC-CAPS (angl. *capacity-constrained CAPS*).

CC-READER je produkčný systém s klasickým použitím produkčných pravidiel, pracovnou pamäťou a riadiacim procesom. Konekcionistickou vlastnosťou je schopnosť produkčných pravidiel šíriť aktiváciu medzi jednotlivými prvkami paralelne v danom cykle. Obmedzenie kapacity je implementované obmedzením celkovej dostupnej aktivácie systému. Aktivácia je potrebná pre udržanie prvkov v pracovnej pamäti aj pre propagáciu aktivácie na ďalšie prvky.

Just a Carpenterová (1992) opisujú niekoľko aspektov porozumenia jazyku, na ktoré má vplyv obmedzenie kapacity: (1) vplyv pragmatických informácií na syntaktické procesy; (2) časový priebeh porozumenia komplexných syntaktických štruktúr; (3) udržanie dvoch reprezentácií pri syntaktickej dvojznačnosti; (4) efekt

externej záťaže pamäte na procesy porozumenia; and (5) schopnosť zaznamenať vzdialené súvislosti medzi vetami.

2.5.7 Teória hľadania významu (Graesser, Singer & Trabasso, 1994)

Graesser *et al.* (1994) opisujú konštrukciu inferencií počas procesu porozumenia. Pri konštrukcii a aktualizácii situačného modelu sa generuje množstvo inferencií. Charakteristickým predpokladom Graesserovej konštruktivistickej teórie je princíp hľadania významu (angl. *search-after-meaning*). Čitateľ sa podľa tohto princípu pokúša skonštruovať zmysluplnú reprezentáciu spĺňajúcu tri základné predpoklady: (1) čitateľ hľadá v texte význam korešpondujúci s jeho vlastnými zámermi; (2) význam musí byť koherentný na lokálnej, ale aj globálnej úrovni; (3) čitateľ sa pokúša vysvetliť/zdôvodniť akcie, udalosti a stavy opísané v texte. Teória tiež vysvetľuje, aké typy inferencií sú všeobecne generované, a naopak aké typy inferencií sa generujú len za určitých podmienok. Graesser *et al.* (1994) tiež opisujú podmienky, pri ktorých čitateľ nebude hľadať význam a generovať inferencie. Príkladom môže byť nižšia úroveň deklaratívnych vedomostí alebo rapidne čítanie (skenovanie textu), kedy systém pre generovanie inferencií nemá dostatok informácií alebo výpočtovej sily. Nedostatkom teórie je, že nevysvetľuje individuálne rozdiely. Napríklad, Calvo (2001) zistil, že kapacita pracovnej pamäte jednotlivca ovplyvňuje schopnosť generovania zložitejších inferencií. Graesserova teória neumožňuje vysvetlenie tohto javu.

2.5.8 Krátkodobá a dlhodobá pracovná pamäť (Ericsson & Kintsch, 1995)

Ericsson a Kintsch (1995) prišli s teóriou o oddelení krátkodobej a dlhodobej pracovnej pamäte. Pri už spomínanom experimente s futbalovými znalcami (pozri stranu 14 - Efekt odbornosti na porozumenie) zistili, že pri často opakovaných a dobre natrénovaných akciách, akou je napríklad porozumenie jazyku, je možné rozšíriť kapacitu krátkodobej pracovnej pamäte tak, že informácia sa uloží do dlhodobej pamäte, pričom sa ale udržiava jej aktivácia. Informácia je takto dostupná pre ďalšie spracovanie. Toto rozšírenie Ericsson a Kintsch nazvali dlhodobá pracovná pamäť (LTWM, angl. *long-term working memory*). V pojmovom rámci teórie situačných modelov môžeme tvrdiť, že integrovaný model je uložený v dlhodobej pracovnej pamäti a aktuálny model sa konštruuje v krátkodobej pracovnej pamäti (Zwaan & Radvansky, 1998).

2.5.9 Model indexujúci udalosti (Zwaan, Langston, Graesser, 1995)

Podľa tohto modelu sú udalosti hlavnými stavebnými prvkami integrovaných situačných modelov. Navyše Zwaan *et al.* (1995) v tomto modeli prvýkrát spomenuli všetkých 5 dimenzií situačných modelov (priestor, kauzalita, intencionalita, protagonisti a objekty, čas). Každá udalosť je podľa tohto modelu indexovaná v každej z týchto piatich dimenzií. Následne v procese integrácie, čím viac indexov má aktuálny model spoločných s integrovaným modelom, tým rýchlejšie a jednoduchšie sa bude model aktualizovať. Zwaan a Radvansky (1998) bližšie špecifikujú túto podmienku: čím viac indexov má aktuálny model spoločných s *relevantnými časťami* integrovaného modelu, tým jednoduchšia je aktualizácia.

Zwaan a Radvansky (1998) uvádzajú, že každá dimenzia situačného modelu má vlastné kritériá na určenie relevantných častí integrovaného modelu. Napríklad pri časovej dimenzii by to bola najnovšia udalosť v chronologickej postupnosti všetkých udalostí zahrnutých v integrovanom modeli. Pre intencionálnu dimenziu by relevantnou časťou modelu bol nedosiahnutý cieľ, pričom to ale nemusí byť najnovšia udalosť z integrovaného modelu.

Model indexujúci udalosti spomínaný efekt nazýva procesnou záťažou (angl. *processing load hypothesis*) – aktualizácia modelu je náročnejšia, ak sa aktuálny model líši od integrovaného v modeli v jednej alebo vo viacerých dimenziách. Čím viac indexov sa zmení, tým dlhšie trvá porozumenie danej fráze alebo vete. Rinck a Weberová (2003) testovali túto hypotézu vo svojom experimente. Participanti čítali krátke texty obsahujúce situačné posuny v dimenzii protagonistov, času a miesta. Experiment ukázal, že časy čítania kritických viet (tých, kde nastal posun) boli dlhšie v prípade časového posunu a posunu v dimenzii protagonistov, no efekt priestorového posunu bol slabý. Rinck a Weberová (2003) zistili tiež interakciu medzi zmenou protagonistu a miesta, a tiež silný efekt týchto situačných posunov na celkové hodnotenie koherencie príbehu zadané participantmi po prečítaní celého textu.

Iné experimenty, zaoberajúce sa posunom len v jednej z dimenzií, potvrdili zvýšené časy čítania pri posune v časovej dimenzii (Zwaan, 1996; Zwaan *et al.*, 2000). Posun času bol indikovaný frázami „o hodinu“, „na druhý deň“ a porovnaný s kontrolnou frázou „o chvíľu“.

2.5.10 „Landscape“ model (van den Broek *et al.*, 1996)

Tento model získal svoje meno podľa toho, že informácie majú pri procese porozumenia textu určitú aktiváciu, ktorá sa časom znižuje. Ak by sme tieto aktivácie naniesli na trojrozmerný graf závislosti aktivácií všetkých informácií od času, dostali by sme reliéfnu plochu – terén (angl. *landscape*). Čím má daná informácia vyššiu aktiváciu, tým pravdepodobnejšie bude jej vyvolanie z pamäti. Terén vo van den Broekovom modeli slúži ako pamäťová mapa, znázorňujúca množinu informácií, ktoré sú v danom časovom okamihu najdostupnejšie. Tento terén je preto základom mentálnej reprezentácie príbehu.

Aktivácia danej informácie sa však môže aj zvyšovať. V modeli sa predpokladajú štyri základné príčiny aktivácie (van den Broek *et al.*, 1996; van den Broek *et al.*, 1999). Prvým je priamy vplyv percepcie – informácia prichádzajúca z práve prečítanej frázy alebo vety sa aktivuje. Druhým zdrojom je zostatková aktivácia z minulej percepcie – informácie, ktoré boli už prečítané skôr, ich aktivácia sa však ešte nestihla vytratiť. Tretím zdrojom je reaktivácia niektorých informácií zo starších častí príbehu, ak sú tieto informácie dôležité pre udržanie koherencie. Štvrtým zdrojom je podľa van den Broeka aktivácia všeobecných znalostí potrebných pre porozumenie príbehu.

Tzeng *et al.* (2005) vytvorili na základe „landscape“ modelu výpočtový model implementovaný do počítačového programu Landscape Program. Ich výpočtový model je schopný modelovať zároveň on-line procesy porozumenia aj off-line pamäťové reprezentácie, dosiahnuté po prečítaní textu. Využíva mechanizmy porozumenia založené na pamäťových stopách, ale aj mechanizmy založené na princípe udržania koherencie. Vo svojej štúdii porovnávajú svoje výpočtové výsledky s empirickými behaviorálnymi dátami.

2.5.11 3CI model (Goldman *et al.*, 1996)

Ide o konštrukčno-integračný model s obmedzenou kapacitou. Je to už spomínaný konštrukčno-integračný model (pozri stranu 22), s upraveným mechanizmom pracovnej pamäte. Goldman *et al.* (1996) použili implementáciu, v ktorej sa jednotlivé prvky kompetitívne uchádzali o časť z celkovej zdieľanej obmedzenej aktivácie. Model používa počas spracovávania informácie cykly, pričom čím viac aktivácie má prvok na začiatku cyklu, tým je pravdepodobnejšie, že sa jeho aktivácia po ukončení cyklu zvýši. Na konci každého cyklu sa podľa aktivácie prvkov a spojení medzi nimi aktualizuje

matica dlhodobej pamäte. Sila aktivácie v tejto matici potom ovplyvňuje pravdepodobnosť vyvolania danej informácie z dlhodobej pamäte.

2.6 Mentálna simulácia (súčasná teória porozumenia jazyka)

2.6.1 Základné kamene

Staršie teórie situačných modelov považujú udalosti za prázdne uzly v situačnom modeli. Teória mentálnej simulácie ponúka pohľad do vnútornej štruktúry reprezentácií udalostí. Základným kameňom mentálnej simulácie je myšlienka kognície ukotvenej v percepcii. V nasledujúcich podkapitolách uvádzam dve najvýznamnejšie teórie, hovoriace práve o vzťahu percepcie a kognície.

2.6.1.1 Zrkadliace neuróny

Prvé základy teórie mentálnej simulácie nájdeme (trochu neobvykle) v experimentoch s makakmi. Meraním aktivity jednotlivých neurónov v ich motorickej kôre sa zistila aktivita nielen pri vykonávaní akcie, ale aj pri vnímaní danej akcie (Gallese *et al.*, 1996; Rizzolatti *et al.*, 1996). Pri týchto experimentoch boli merané neuróny aktívne v prípade, že opica vykonávala akciu (siahla po potrave) a rovnakú aktivitu vykazovali aj v prípade, že opica danú akciu len pozorovala (experimentátor siahol po potrave). Objav týchto zrkadliacich neurónov (angl. *mirror neurons*) podporil teórie o jednotnej reprezentácii percepcie a akcie.

Zrkadliace neuróny môžu mať široký a úzky záber (Gallese *et al.*, 1996). Zrkadliace neuróny so širokým záberom pália, aj keď sa pozorovaná akcia mierne líši, napríklad akcia je vykonaná pomocou nástroja alebo bez neho. Takto je možné abstrahovať od špecifických črt akcie a systém zrkadlových neurónov môže byť citlivý na kategórie akcií.

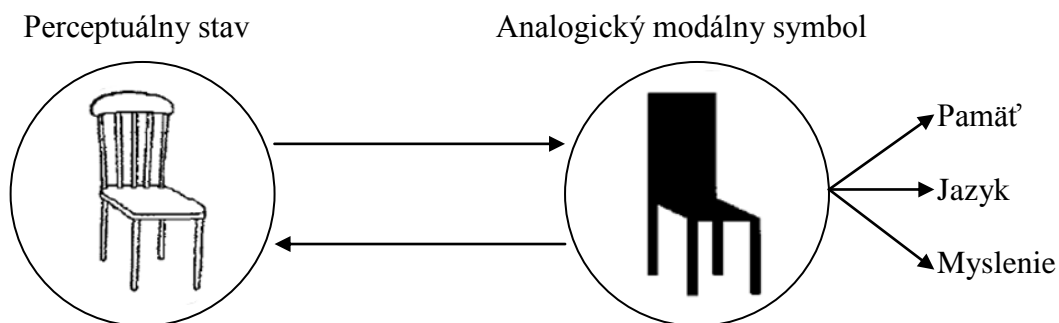
2.6.1.2 Perceptuálne symboly

Barsalou (1999) prišiel s myšlienkou ukotvenia mentálnych reprezentácií v perceptuálnych symboloch. Perceptuálny symbol je podľa Barsaloua špecifická konfigurácia aktivácie v sensorickej kôre, ktorá existuje v čase percepcie objektu a ktorá zodpovedá tomuto objektu. Barsalou odlišuje perceptuálne symboly od amodálnych. Amodálne reprezentácie (symboly) vznikajú transdukciou stavov, vyvolaných stimulami z prostredia v sensorických systémoch, na úplne novú

reprezentáciu týchto stavov. Interná štruktúra týchto symbolov pritom nezodpovedá perceptuálnemu stavu z ktorého symbol vznikol, je amodálna. Ako príklad používa Barsalou symbol pre stoličku:

„[STOLIČKA S_1 [Opierka O_1 , Sedadlo S_1 , Nohy L_1]]”

Na druhej strane, perceptuálne symboly sú priamo odvodené od stavov, vznikajúcich v senzomotorických systémoch vplyvom stimulov z prostredia. Tieto stavy sú do určitej miery uložené v pamäti a neskôr sa využívajú ako podpora pre vyššie kognitívne procesy. Interná štruktúra takýchto symbolov je modálna a analogická perceptuálnym stavom, ktorých sú produktom.



Obrázok 2: Perceptuálny stav a perceptuálny symbol (prevzaté z Barsalou, 1999)

Barsalouova hlavná myšlienka je, že kognícia je dedične perceptuálna, pričom všetky kognitívne procesy zdieľajú systémy s percepciou na úrovni kognitívnej ale aj neurálnej. Takýto pohľad využíva aj Zwaan (2004) vo svojej teórii „Immersed Experiencer“. Premýšľanie o pojme rovnako ako prečítanie zodpovedajúceho slova aktivuje skúsenosti uložené v pamäti pomocou perceptuálnych symbolov, pričom tieto skúsenosti sú uložené multimodálne (vizuálne skúsenosti z vizuálnej kôry, hmatové vnemy v zodpovedajúcej časti senzorickej kôry, motorické symboly z motorickej kôry).

2.6.2 Princíp „Immersed Experiencer“ (Zwaan, 2004)

Táto teória sa snaží vysvetliť nedávne zistenia z experimentov so zobrazovacími metódami, že aj počas procesu porozumenia textu sa aktivujú podobné regióny mozgu, aké sú aktívne aj pri percepcii udalostí alebo vykonávaní akcií opísaných

v práve čítanom texte. Isenberg *et al.* (2000) ukázali, že pri vystavení jedinca lingvistickým ohrozujúcim podnetom (emocionálne negatívne slová ako „atentát“, „znásilnenie“, „nenávisť“) sa zvyšuje aktivácia amygdaly. Pulvermüller (1999) ukázal, že pri formovaní reprezentácie slov, hovoriacich o vizuálnych podnetoch, sa aktivujú neuróny vizuálnej kôry a pri formovaní reprezentácií slov, zodpovedajúcich akciám, sa aktivujú neuróny motorickej kôry. Viac o motorickom systéme a jeho úlohe pri porozumení jazyka pojednávam v nasledujúcej kapitole.

Zwaan (2004) vo svojej teórii opisuje jazyk ako množinu pravidiel, podľa ktorých čitateľ zostrojí *simuláciu* opísanej akcie (simulácia je v Zwaanovej teórii chápaná ako akési znovuprežitie danej situácie, opakovaný zážitok – odtiaľ aj anglický názov „Immersed Experiencer“). Ako príklad uvádza nasledovné vety (po preklade do slovenčiny):

(1a) „Horár videl orla na oblohe.“

(1b) „Horár videl orla v hniezde.“

Po prečítaní každej z týchto viet by amodálne propozičné reprezentácie vyzerali nasledovne:

(2a) [VIDEL[HORÁR, OROL], NA[OROL, OBLOHA]]

(2b) [VIDEL[HORÁR, OROL], V[OROL, HNIEZDO]]

Podľa Zwaana (2004) takéto reprezentácie síce zachytávajú vzťahy medzi objektami a akciami vyjadrené vo vetách, neobsahujú však dôležitú informáciu o tvare orla. Čitateľ pri čítaní vety (1a) má mentálnu reprezentáciu orla s rozťahnutými krídlami, pri čítaní vety (1b) zase reprezentáciu orla so stiahnutými krídlami. Podľa Zwaanovho princípu „Immersed Experiencer“ veta (1a) aktivuje vizuálne zážitky orla s rozťahnutými krídlami.

Zwaan (2004) vo svojej teórii rozlišuje tri podprocesy v porozumení jazyku. Prvým je *aktivácia*, ktorá sa deje na úrovni slov alebo morféme. Nasleduje *konštrukcia* na úrovni fráz alebo viet a nakoniec *integrácia* na úrovni celého textu. Pri aktivácii sa aktivujú rovnaké reprezentácie ako pri percepcii referenta daného slova (objektu,

ktorý dané slovo znázorňuje). Konštrukcia integruje aktivované reprezentácie a formuje z nich mentálnu simuláciu špecifickej udalosti. Integrácia je proces presunu od jednej konštrukcie k nasledujúcej, pričom relevantné časti predchádzajúcej konštrukcie môžu byť využité v nasledujúcej konštrukcii.

2.6.3 Motorický systém a jeho úloha v porozumení jazyka

Glenberg a Kaschak (2003) vo svojom experimente ukazovali participantom vety. Po prečítaní mal participant rozhodnúť, či daná veta má zmysel („Andy ti podal pizzu.“) alebo je nezmyselná („Leonard vypil slnko.“). Kritické boli vety so zmyslom, použité boli tri typy – (1) rozkazovacie, (2) vety znázorňujúce hmotný presun, (3) vety znázorňujúce abstraktný presun. Všetky boli skonštruované v dvoch modifikáciách, v prvej naznačovali pohyb smerom k osobe „ty“, v druhej pohyb od osoby „ty“:

(1) „Otvor zásuvku.“ / „Zavri zásuvku.“

(2) „Andy ti podal pizzu.“ / „Ty si podal Andymu pizzu.“

(3) „Jano ti povedal príbeh.“ / „Ty si povedal Janovi príbeh.“

Participantí rozhodovali o nezmyselnosti viet pomocou troch tlačidiel usporiadaných vertikálne, pričom stredné tlačidlo zobrazilo vetu, a horné a dolné tlačidlo slúžilo na odpoveď áno/nie (veta má/nemá zmysel). Pozícia tlačidla „áno“ bola buď pred alebo za stredným tlačidlom, zobrazujúcim vetu, a teda bola buď v súlade alebo v rozpore so smerom pohybu, naznačeným vo vete. Glenberg a Kaschak zistili, že participantí rýchlejšie odpovedali „áno“ ak bola pozícia tlačidla „áno“ v súlade s pohybom opísaným vo vete.

Zwaan a Taylor (2006) ukázali, že podobný efekt neplatí len pre pohyb v smere ku alebo od čitateľa. Vo svojom experimente použili na odpovedanie špeciálne upravené otáčavé tlačidlo, ktorým sa dalo pohnúť buď v smere alebo v protismere hodinových ručičiek. Participantí znova rozhodovali o nezmyselnosti viet otočením do jednej alebo druhej strany. Použité vety tiež opisovali otáčavý pohyb v smere alebo v protismere hodinových ručičiek:

„Jano zvyšuje hlasitosť.“ / „Jano znižuje hlasitosť.“

Zwaan a Taylor (2006) zistili rovnaké výsledky ako v predchádzajúcom experimente, a to že participanti rýchlejšie volili pozitívnu odpoveď v prípade, že pohyb opísaný vetou korešpondoval s pohybom tlačidla.

2.6.3.1 Hypotéza lingvistického fokusu

Taylor a Zwaan (2008) vo svojej hypotéze postulujú závislosť motorickej rezonancie (aktivity motorickej kôry na základe určitého stimulu) od aktuálneho fokusu mentálnej simulácie. Konkrétnejšie, pokiaľ je akcia opísaná textom v strede záujmu, motorická rezonancia sa objaví. Ak sa ale pozornosť lingvisticky presunie z akcie na iný objekt, motorická rezonancia sa stratí. Ako príklad uvádzajú vetu (voľne modifikovaná, po preklade do slovenčiny, veta pôvodne použitá v Zwaan & Taylor, 2006, Exp. 4):

„Na čerpacej stanici otvoril nádrž.“

Podľa hypotézy lingvistického fokusu je v motorickej kôre aktívna reprezentácia aktivity otvárania nádrže (otáčavý pohyb v protismere hodinových ručičiek) limitovaná iba na slovo „otvoril“, pretože nasledujúci lingvistický obsah presmeruje pozornosť na objekt (nádrž). Nasledujúca veta je opačným príkladom:

„Na čerpacej stanici otvoril pomaly nádrž.“

Slovo „pomaly“ v tejto vete ponecháva pozornosť na opisovanej akcii, takže motorická rezonancia sa zachová až do najbližšej zmeny stredu záujmu (opäť slovo „nádrž“). Taylor a Zwaan (2008) svoju hypotézu podporili empirickými dôkazmi.

Zwaan *et al.* (v tlači) ďalej testovali túto hypotézu. Zistili, že motorická rezonancia sa objaví nielen pri opise akcie prebiehajúcej v prítomnosti, ale tiež pri opise minulej akcie. Pri opise zámeru akcie v texte sa nepodarilo ukázať motorickú rezonanciu.

2.6.4 Vizualný systém a jeho úloha pri porozumení jazyka

Wiemer-Hastingsová a Kurby (in prep.) vo svojej sérii experimentov ukázali, že aj vizuálna kôra sa zúčastňuje na procese porozumenia významu slov. Vo svojom prvom experimente selektívne „vypli“ niektoré bunky vizuálnej kôry pomocou habituácie. Počas habituácie sa participanti pozerali na obrazovke buď na zvislé alebo vodorovné

čiar. Po asi 2,5 minúte pozorovania zvislých čiar sa bunky, ktoré majú selektívne vertikálne receptívne polia, stali necitlivé (habituované) a prestali preto odpovedať na vstupy s vertikálnym usporiadaním. Podobne boli habituované aj bunky s horizontálnymi receptívnymi poliami. Keď boli účastníci habituovaní na určitý smer, čítali z obrazovky „vertikálne“ slová, ako napríklad *veža*, alebo „horizontálne“ slová, ako napríklad *vlak*. Mali stlačiť tlačidlo hneď, ako dané slovo rozpoznali. Experiment ukázal zvýšené reakčné časy v prípadoch, keď bol účastník habituovaný na vertikálny smer a reagoval na vertikálne slovo alebo bol habituovaný na horizontálny smer a reagoval na horizontálne slovo. Zaujímavý na tomto zistení je fakt, že aj neuróny selektívne senzitivne na orientáciu čiar, ktoré sú na jednej z najnižších úrovní vizuálneho systému, sa zapájajú do procesu porozumenia významu slov.

V ďalšom experimente Wiemer-Hastingsová a Kurby tiež použili metódu habituácie, tentokrát pri použití farebných vnemov. Neuróny z vizuálnej kôry V4 sú selektívne senzitivne na jednu farbu. Aj tieto bunky môžu byť habituované tak, že prestanú reagovať na túto farbu. Účastníci boli podobne ako v prvom experimente habituovaní na modrú alebo žltú farbu a mali rozpoznať slová ako *banán* alebo *hrozno*. Výsledky boli podobné ako v prvom experimente. Žlté slovo ako napríklad *banán* rozpoznali pomalšie účastníci habituovaní na žltú farbu v porovnaní s tými, ktorí boli habituovaní na modrú. Podobne, modré slovo ako napríklad *hrozno* rozpoznali pomalšie účastníci habituovaní na modrú farbu v porovnaní s tými, ktorí boli habituovaní na žltú.

Obidva experimenty Wiemer-Hastingsovej a Kurbyho (in prep.) ukázali, že nízkoúrovňová perceptuálna informácia je súčasťou mentálnej reprezentácie objektov, nie však cez sémantické vzťahy, ale priamo zapojením primárnych mechanizmov percepcie.

2.6.5 Výzvy do budúcnosti

Väčšina doterajšieho výskumu v oblasti mentálnej simulácie bola uskutočnená na pomerne malých lingvistických jednotkách, väčšinou slovách. Demonštrovať, že slová aktivujú zodpovedajúce senzomotorické oblasti (t.j. slová o akcii aktivujú motorické oblasti a „farebné slová“ aktivujú vizuálne oblasti) je síce užitočné, ale nepostačujúce. Teória mentálnej simulácie si vyžaduje ďalšie dôkazy. Zwaan (v tlači) uvádza

niekoľko aspektov, ktoré je potrebné hlbšie preskúmať, a tak dospieť k ďalšiemu rozvoju teórie mentálnej simulácie.

2.6.5.1 Vplyv kontextu

Jednotlivé slová ovplyvňujú charakter mentálnej simulácie, rovnako ju však ovplyvňuje kontext, v ktorom je dane slovo uvedené. Zwaan (v tlači) uvádza príklad slova STOP na dopravnej značke. Aj keď je toto slovo zobrazené v izolácii (bez prítomnosti ďalších slov), určite nie je spracované izolovane. V tomto kontexte slovo STOP znamená „zastavte svoje vozidlo teraz a tu“ a nie napríklad „včera na obed tu zastavilo červené vozidlo“. Takto je to však iba v prípade, že je umiestnené na dopravnej značke na križovatke. Inak by tomu bolo v prípade použitia napríklad v múzeu, alebo dokonca v psycholingvistickom experimente. Výzvou pre výskum teórie simulácie je teda dbať na efekt kontextu.

2.6.5.2 Kombinácia pojmov

Tento aspekt je veľmi podobný vplyvu kontextu. Je mylné domnievať sa, že význam väčšej sémantickej jednotky môže byť vždy redukovaný na významy jej zložiek. Zwaan (v tlači) uvádza príklad: *velký muž* \neq *velký* + *muž*. Ak potom uvažujeme napríklad *velká obálka*, v tomto prípade je význam slova *velký* iný ako v prvom príklade. Podobne je to so slovom *červené* v prípade *červeného vína* a *červených vlasov*, pričom v každom z týchto príkladov nadobudne červená úplne iný odtieň. Ďalšou zaujímavou otázkou je, aká je simulácia slova červená v čase, keď čitateľ ešte neprečítal podstatné meno, a či sa po jeho dočítaní simulácia mení. Rovnaké slová môžu byť kombinované viacerými spôsobmi. Zwaan (v tlači) uvádza príklad:

(1) „Červené auto.“

(2) „Auto je červené.“

Ukázať, že obidve vety spôsobia aktiváciu v „červenej“ oblasti kôry nie je veľmi užitočné. Zaujímavejšie je zistiť, akú farbu má auto v simulácii druhej vety (bezfarebné, náhodná farba, obľúbená farba čitateľa) predtým, ako čitateľ prečíta slovo *červené*.

2.6.5.3 Perspektíva

Jazyk sa používa na zobrazenie perspektívy vzhľadom na určitú osobu. Zwaan (v tlači) pre porovnanie uvádza:

(1) „*Išiel do miestnosti.*“

(2) „*Prišiel do miestnosti.*“

Vo vete (1) sa situačný model konštruuje z priestoru mimo spomínanej miestnosti. Vo vete (2) sa situácia simuluje zvnútra danej miestnosti. Funkčné a štrukturálne mechanizmy týchto efektov sú veľmi málo preskúmané.

2.6.5.4 Negácia

Kaup *et al.* (2007) vyslovili hypotézu, že negácia sa skladá z troch krokov. Najskôr sa simuluje daná situácia, ktorá má byť negovaná. Ďalším krokom je premiestnenie pozornosti od tejto simulácie. Posledný krok je pokus o simuláciu aktuálnej, skutočnej situácie. Dôkazy však neboli presvedčivé a tento aspekt mentálnej simulácie je potrebné ďalej preskúmať.

2.6.5.5 Sociálne učenie

Mar *et al.* (2006) zistili, že čitatelia beletrie majú silnejší a širší repertoár sociálnych schopností ako čitatelia literatúry faktu. Tiež zistili, že tendencia, s akou boli čitatelia „pohltení príbehom“ koreluje s výsledkom testov na empatiu. Zwaan (v tlači) si kladie otázku, čím je beletria iná. Aké faktory musí text spĺňať, aby umožnil prehĺbovanie sociálnych schopností u čitateľa? Aké lingvistické štruktúry vytvárajú optimálne prostredie pre sociálne učenie?

3 Experiment

3.1 Teoretický úvod

V experimente Wiemer-Hastingsovej a Kurbyho (in prep.) spomínanom v kapitole 2.6.4 bolo ukázané, že habituácia určitých neurónov vizuálnej kôry negatívne ovplyvňuje rýchlosť rozpoznania špecifickej skupiny slov (slová, reprezentujúce vertikálne alebo horizontálne orientované objekty; slová, reprezentujúce farebné objekty). Tieto výsledky ukazujú, že vizuálna kôra má dôležitú úlohu pri vytváraní reprezentácií jednotlivých slov.

V mojom experimente sa pokúsim podobným spôsobom ukázať úlohu vizuálnej kôry pri konštruovaní situačných modelov celých viet. Využijem, rovnako ako Wiemer-Hastingsová a Kurby, habituáciu neurónov vizuálnej kôry.

Teória opozičných procesov vo farebnom videní (Hurvich & Jamesonová, 1957) hovorí o antagonistickom spôsobe interpretovania informácie z čapíkov. Tri typy čapíkov sa prekrývajú vo vlnových dĺžkach svetla, na ktoré reagujú. Podľa tejto teórie je potom pre vizuálny systém výhodnejšie zachytávať radšej rozdiely medzi signálmi z troch typov čapíkov, ako priamy výstup každého z nich. Najzaujímavejším dôsledkom tejto teórie je rozdelenie vnímania farieb do troch opozičných kanálov: červeno-zeleného, modro-žltého a čierno-bieleho. Posledný z týchto kanálov je achromatický, t.j. detekuje jas. Vnem prvej farby je v danom kanáli antagonistický voči vnemu druhej farby. Preto neexistuje vnem žltkastej modrej alebo červenkastej zelenej. Základom týchto troch kanálov sú neuróny vo vizuálnej kôre, ktoré sú tiež rozdelené podľa selektívnej citlivosti na farbu – na červeno-zelený a modro-žltý systém neurónov (Livingstone & Hubel, 1984). Modro-žltý systém je fylogeneticky starší a prítomný u všetkých cicavcov, červeno-zelený je mladší a vyskytuje sa iba u opíc a ľudí.

Z hľadiska môjho experimentu je dôležitý modro-žltý kanál a jeho antagonistická charakteristika, vďaka ktorej môžeme oddeliť vnímanie modrej a žltej farby. Potom teda môžeme samostatne habituovať vnem modrej alebo žltej farby.

Habituácia v tomto kontexte znamená klasické neasociatívne učenie na neuronálnej úrovni (Levitan & Kaczmarek, 2002). Habituácia znamená postupné zníženie intenzity odpovede neurónu (prípadne skupiny neurónov) na určitý podnet, v prípade, že je tento podnet dostatočne často opakovaný.

3.2 Hypotéza

Mojim experimentom ukážem, že vizuálna kôra je aktívna a nevyhnutná pri konštrukcii situačného modelu pri porozumení textu. Konkrétnejšie, neuróny selektívne receptívne na farbu sú aktívne pri vytváraní tých častí situačného modelu, ktoré zodpovedajú farebným objektom, a pri ich habituácii trvá konštrukcia situačného modelu dlhšie, ako keď tieto neuróny nie sú habituované. Po habituácii na žltú farbu predpokladám dlhšie reakčné časy pri čítaní viet obsahujúcich „žlté“ pojmy (citrón, banán, ...) ako v prípade habituácie na modrú. Podobne po habituácii na modrú farbu predpokladám dlhšie reakčné časy pri čítaní viet obsahujúcich „modré“ pojmy (obloha, oceán, ...) ako v prípade habituácie na žltú.

Tiež predpokladám podobné zvýšenie reakčných časov v prípade čítania viet, ktoré neobsahujú daný farebný pojem uvedený explicitne, ale tento pojem v situačnom modeli vzniká v dôsledku inferencie. Ako príklad inferencie farebného pojmu uvádzam nasledovnú vetu:

„Jano sa pošmykol na odhodenej šupke.“

Predpokladám, že situačný model uvedenej vety bude obsahovať žltý pojem „banán“, pričom v prípade habituácie na žltú bude aj pre túto vetu reakčný čas zvýšený oproti habituácii na modrú.

3.3 Metóda

Pre dizajn môjho experimentu som sa rozhodol použiť PXLab systém (Irtel, 2007) – kolekciu Java tried a aplikácií, určených na dizajn a spúšťanie psychologických experimentov. Jeho hlavnou výhodou je precízne meranie reakčných časov. Ďalším dôvodom, prečo som sa rozhodol použiť PXLab, je možnosť spustiť dizajnový súbor

experimentu jednak ako samostatnú lokálnu aplikáciu, ale aj ako Java applet umiestnený online na webstránke.

Väčšinu participantov tvorili študenti bratislavských univerzít, ktorí vykonávali experiment umiestnený online na webstránke. Tento fakt sťažoval kontrolu nad experimentálnymi podmienkami, na vyradenie chybných dát som však použil iné postupy (viac vo výsledkoch – kapitola 3.4).

Experiment bol prevedený v dvoch farebných variantoch (žltá a modrá), pričom každý variant bol rozdelený do dvoch fáz. V prvej fáze sa participant pozerá 120 sekúnd na farebnú obrazovku (žltú alebo modrú). Celá obrazovka počítača, na ktorom participant vykonával experiment, je pokrytá rovnakou farbou. Pre žltý variant bola použitá farba [255, 255, 0] v RGB kódovaní. Pre modrý variant bola použitá farba [0, 0, 255] v RGB kódovaní. V strede tejto farebnej obrazovky sa zobrazuje odpočítavanie 120 sekúnd v rovnakej, ale menej sýtej farbe ako obrazovka. V modrom variante bolo odpočítavanie zobrazené farbou [0, 0, 225] v RGB kódovaní a v žltom variante to bola farba [225, 225, 0] v RGB kódovaní. Predpokladom môjho experimentu je, že takýto farebný stimulus v dĺžke trvania 120 sekúnd spôsobí habituáciu a následnú zníženú aktivitu neurónov selektívne receptívnych na danú farbu. Podobný stimulus s podobným trvaním bol na habituáciu použitý v experimente Wiemer-Hastingsovej a Kurbyho (in prep.), ktorým som sa inšpiroval.

Druhá fáza experimentu pozostávala zo šestnástich pokusov. V každom pokuse je najskôr prezentovaný stimulus na zameranie pozornosti do stredu obrazovky – krátke pípnutie v trvaní 100 ms a zobrazený biely kríž v strede obrazovky umiestnený na čiernom pozadí v trvaní 600 ms. Následne sa zobrazí prázdna čierna obrazovka, na ktorej sa po 200 milisekundách vykreslí bielou farbou veta z experimentálnej množiny viet. Úlohou participanta je v tomto momente čo najrýchlejšie, ale zároveň správne rozlíšiť, či má zobrazená veta význam alebo je nezmyselná. Participant odpovedal stlačením tlačidla na klávesnici, konkrétne pravej šípky v prípade nezmyselnej vety a ľavej šípky v prípade, že zobrazená veta mala význam. V každom pokuse sa meral reakčný čas od zobrazenia vety na obrazovke po stlačenie tlačidla participantom. Po stlačení tlačidla nasledovalo zobrazenie spätnej väzby – informácie o tom, či participant odpovedal správne alebo nie, v trvaní 1500 ms. Potom sa ešte zobrazila prázdna čierna obrazovka v trvaní 500 ms a nasledoval rovnako štruktúrovaný ďalší

pokus. Po vykonaní všetkých šesnástich pokusov bol experiment ukončený a reakčné časy pre každú vetu uložené.

V experimentálnej množine je 16 viet (pozri prílohy – kapitola 0), ktoré sa v šesnástich pokusoch zobrazovali v náhodnom poradí. Osem viet z tejto množiny je nezmyselných, ďalších osem je zmysluplných. Zmysluplné vety môžu byť charakterizované farbou pojmu, ktorý obsahujú, ale tiež spôsobom, akým je tento pojem vyjadrený vo vete. V skupine zmysluplných viet sú štyri vety s modrým pojmom a ďalšie štyri so žltým pojmom. V každej farebnej štvorici sú dve vety, v ktorých je daný farebný pojem vyjadrený explicitne, a ďalšie dve vety, v ktorých je daný farebný pojem obsiahnutý ako výsledok inferencie.

Dĺžka viet nie je dôležitá, keďže reakčné časy budú pre každú vetu vyhodnocované samostatne. Nezmyselné vety plnia v experimente len doplnkovú úlohu, sú potrebné, aby participant pri úlohe mohol použiť aj negatívnu odpoveď. Reakčné časy takýchto viet však nebudú vyhodnocované.

3.4 Výsledky a diskusia

Pomocou Java appletu s experimentom boli zozbierané reakčné časy rozhodnutia o zmysluplnosti viet od 58 participantov v prípade žltej habituácie a od 61 participantov v prípade modrej habituácie. Vo výsledkoch však bolo spracovaných 51 participantov variantu žltej habituácie a 53 participantov variantu modrej habituácie. Dôvodom pre vylúčenie reakčných časov určitého participanta z analýzy dát a výsledkov bol extrémne vysoký reakčný čas na prvej zobrazenej vete. V takomto prípade predpokladám, že participant ignoroval inštrukciu o tom, že je potrebné celých 120 sekúnd pozorovať habituálnu obrazovku, a zrejme sa venoval inej aktivite. Po ukončení habituáčnej fázy potom takýto participant nespozoroval zobrazenie prvej vety a nestihol zareagovať, keďže jeho pozornosť bola pútaná inou aktivitou. Keďže bol experiment prístupný online na webstránke, nemal som možnosť kontrolovať podmienky. Zo získaných dát som sa preto rozhodol odstrániť všetky reakčné časy participantov, ktorí mali reakčný čas na prvej vete väčší ako 15 sekúnd. U takýchto participantov by sa zrejme efekt farebnej habituácie neprejavil.

Zo získaných dát boli tiež vyradené reakčné časy nesprávnych odpovedí. V prípade nesprávnej odpovede bol zrejme nesprávne skonštruovaný situačný model alebo bola zlá odpoveď len výsledkom chvíľkovej nepozornosti participanta. V oboch prípadoch reakčný čas nemá v tomto experimente žiadnu výpovednú hodnotu.

Výpovedná hodnota reakčného času na nezmyselných vetách je tiež diskutabilná, preto boli takéto reakčné časy tiež vyradené zo spracovávaných dát. Pri nezmyselných vetách sa zrejme tiež konštruuje situačný model, ktorý však nie je možné validovať. Rýchlosť konštrukcie takéhoto nevalidného modelu by tiež mohla byť do určitej miery ovplyvnená habituáciou. Tento fenomén však nie je predmetom môjho výskumu. V experimente o úlohe motorického systému v porozumení jazyku (Glenberg & Kaschak, 2003), spomínanom v kapitole 2.6.3, boli tiež použité nezmyselné vety, tiež však mali len doplnkovú úlohu, aby počas experimentu existovala aj záporná odpoveď v rozhodovaní o zmyslupnosti viet. V iných experimentoch (napr. Zwaan & Taylor, 2006) participanti len stlačili tlačidlo, keď dočítali vetu. Takýto spôsob získania reakčných časov však neumožňuje preskúmať správnosť skonštruovaného situačného modelu.

Nasledujúce výsledky teda vznikli spracovaním reakčných časov habituovaných participantov na zmyslupných vetách, ktoré boli daným participantom správne označené ako zmyslupné. Pri štatistickej analýze výsledkov bol kvôli negatívnym testom na normalitu dát použitý Mann-Whitneyho U test.

Tabuľka 1 zobrazuje porovnanie priemerných reakčných časov participantov na vety obsahujúce žltý a modrý pojem podľa typu habituácie.

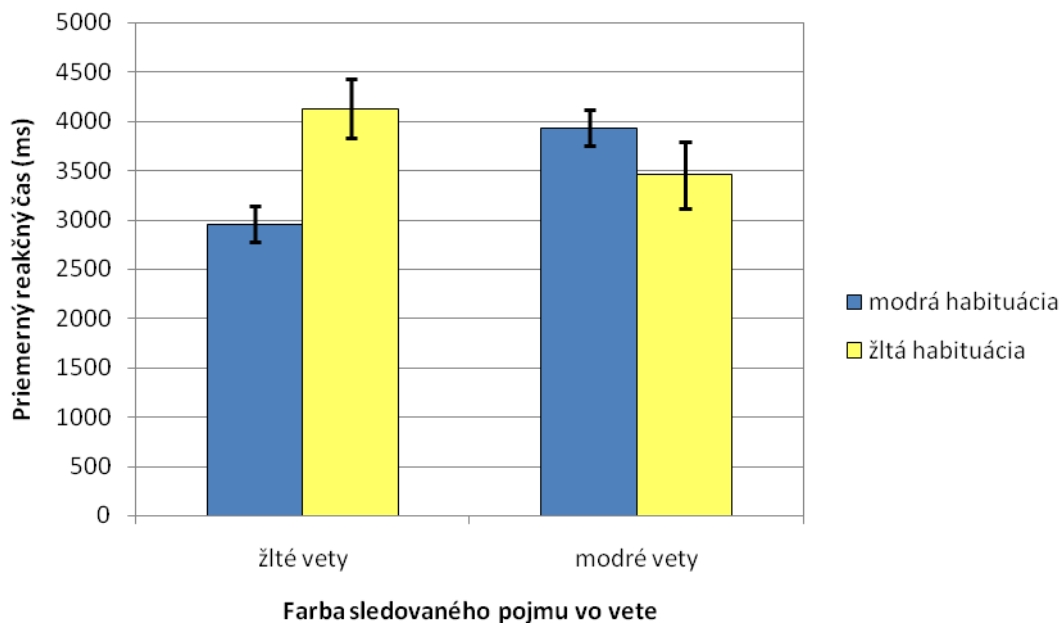
Tabuľka 1: Priemerné reakčné časy pri rozlišovaní zmyslupnosti viet s farebným pojmom podľa typu habituácie

<i>Farba pojmu vo vete</i>	<i>Habituácia</i>	<i>Priemerný reakčný čas</i>	<i>Počet pozorovaní</i>	<i>Mann-Whitney test</i>	
				<i>U</i>	<i>P (2-tailed)</i>
žltá	modrá	2958 ms	198	23842,0	<0,0001
	žltá	4129 ms	186		
modrá	modrá	3937 ms	189	12828,0	0,0001
	žltá	3458 ms	177		

V prípade viet so žltým pojmom sa prejavil štatisticky významný rozdiel vplyvov modrej a žltej habituácie. V prípade žltej habituácie pri žltých pojmoch je priemerný reakčný čas signifikantne vyšší v porovnaní s modrou habituáciou (Mann-Whitney $U = 23842,0$; $P < 0,0001$).

V prípade viet s modrým pojmom sa prejavil menší rozdiel, stále však štatisticky významný. V prípade modrej habituácie pri modrých pojmoch je priemerný reakčný čas signifikantne vyšší v porovnaní žltou habituáciou (Mann-Whitney $U = 12828,0$; $P = 0,0001$).

Obrázok 3 znázorňuje uvedené výsledky pomocou stĺpcového grafu priemerných reakčných časov s uvedením štandardnej chyby. V prípade žltých viet je rozdiel väčší ako pri modrých vetách, v oboch prípadoch však zhodná farba habituácie a pojmu vo vete spôsobuje predĺženie priemerného reakčného času oproti rozdielnej farbe.



Obrázok 3: Graf závislosti priemerných reakčných časov od farby pojmu vo vete a typu habituácie

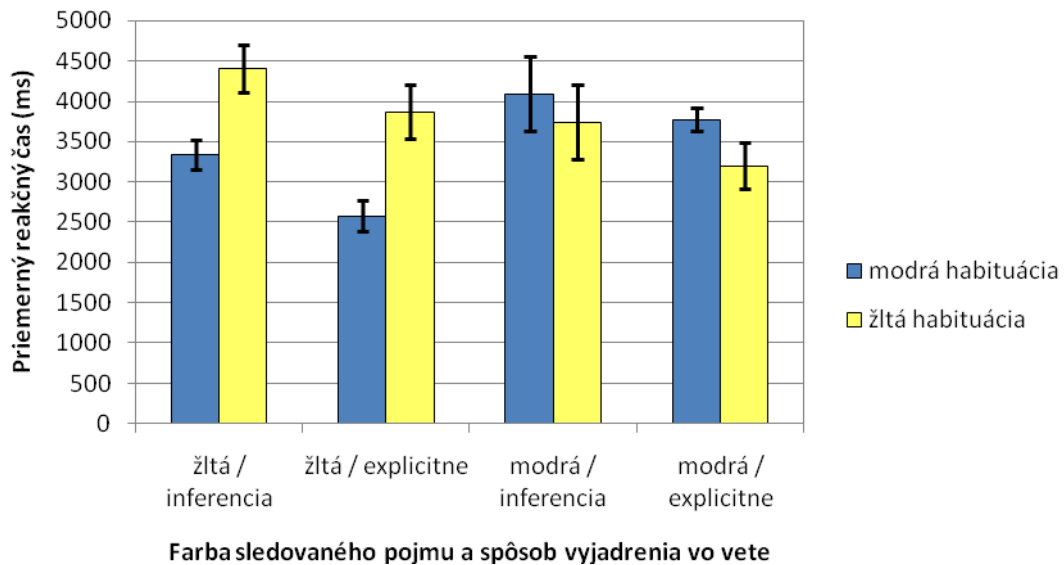
Experiment teda ukázal, že habituácia na určitú farbu má všeobecne vplyv na rýchlosť porozumenia viet obsahujúcich farebný pojem. Pozrime sa tiež, či spôsob vyjadrenia takéhoto pojmu vo vete mení vplyv habituácie. Analyzované boli rozdiely v priemerných reakčných časoch oddelene pre vety s explicitným vyjadrením farebného pojmu a vety s farebným pojmom ako výsledkom inferencie. Tabuľka 2 zobrazuje tieto časy a hodnoty, získané Mann-Whitneyho testom, podobne ako v

predchádzajúcom prípade. Pri žltých vetách sa vplyv habituácie signifikantne prejavil aj v prípade explicitného vyjadrenia farebného pojmu vo vete, aj v prípade inferencie farebného pojmu. Pri modrých vetách sa v prípade inferencie farebného pojmu neprejavil štatisticky významný rozdiel v reakčných časoch vplyvom habituácie. Pri explicitnom vyjadrení pojmu sa tento rozdiel prejavil aj v modrých vetách. Tento fakt mohol byť spôsobený zlým dizajnom viet s inferenciou modrého pojmu. Tomuto aspektu sa budem bližšie venovať neskôr.

Tabuľka 2: Priemerné reakčné časy pri rozlišovaní zmyslupnosti viet s farebným pojmom podľa typu habituácie a spôsobu jeho vyjadrenia vo vete

Farba pojmu + spôsob vyjadrenia	Habituácia	Priemerný reakčný čas	Počet pozorovaní	Mann-Whitney test	
				U	P (2-tailed)
žltá + inferencia	modrá	3337 ms	99	5679,0	0,0011
	žltá	4404 ms	90		
žltá + explicitne	modrá	2580 ms	99	6323,0	<0,0001
	žltá	3872 ms	96		
modrá + inferencia	modrá	4091 ms	98	3580,0	0,1017
	žltá	3740 ms	85		
modrá + explicitne	modrá	3770 ms	91	2828,0	0,0002
	žltá	3198 ms	92		

Obrázok 4 znázorňuje uvedené výsledky pomocou stĺpcového grafu priemerných reakčných časov s uvedením štandardnej chyby. V prípade žltých viet vidieť vplyv habituácie v oboch spôsoboch vyjadrenia pojmu vo vete (inferenciou aj explicitne). Pri modrých vetách s inferenciou farebného pojmu vidieť len malý štatisticky nevýznamný rozdiel medzi priemernými reakčnými časmi pri modrej a žltej habituácii.



Obrázok 4: Graf závislosti priemerných reakčných časov od farby a spôsobu vyjadrenia pojmu vo vete a typu habituácie

Nakoniec sa pozrime na jednotlivé vety samostatne. Tabuľka 3 obsahuje priemerné reakčné časy a hodnoty získané Mann-Whitneyho testom pre každú zmysluplnú vetu použitú v experimente v prípade žltej a modrej habituácie. Z hodnôt P v tabuľke vidieť, že efekt habituácie sa signifikantne prejavil vo všetkých vetách okrem vety 1YI a 6BI. Tento fakt, podobne ako pri porovnaní explicitného a inferenčného vyjadrenia farebného pojmu vo vete, môže byť spôsobený zlým dizajnom týchto dvoch viet.

Obrázok 5 znázorňuje uvedené výsledky pre jednotlivé vety pomocou stĺpcového grafu priemerných reakčných časov s uvedením štandardnej chyby. Vplyv habituácie sa signifikantne prejavil vo vetách 2YI, 3YE, 4YE, 5BI, 7BE a 8BE. Vo vetách 1YI a 6BI, ako už bolo spomenuté, nebol vplyv štatisticky významný. Vo vete 1YI bol cieľovým pojmom *banán*, pravdepodobnosť inferencie tohto pojmu je však zrejme nižšia ako pravdepodobnosť inferencie pojmu *citrón* vo vete 2YI, preto zrejme neboli reakčné časy na vete 1YI zvýšené pri žltej habituácii. Na zníženie efektu tiež môže vplývať miera pozornosti upriamenej na daný objekt v situačnom modeli. Participant si zrejme pri čítaní vety 2YI okamžite predstaví stláčanie citrónu, pričom citrón je v strede pozornosti. Pri čítaní vety 1YI je však zrejme v strede pozornosti protagonist a banánová *šupka* je len menej významný objekt v situačnom modeli.

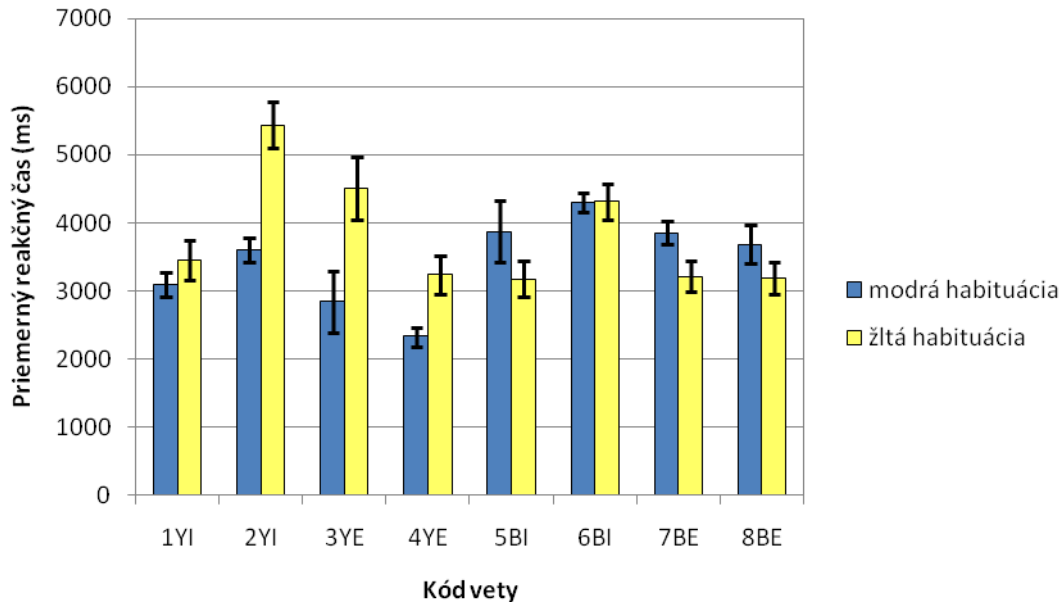
Podobne nízka je pravdepodobnosť inferencie pojmu *oceán* vo vete 6BI, tu je však diskutabilná aj farba pojmu *oceán* v situačnom modeli. Značná časť participantov

si zrejme predstaví oceán ako niečo bezfarebné, resp. pri jeho reprezentácii sú dôležitejšie iné vlastnosti ako farba (na rozdiel od pojmov ako *citrón* alebo *banán*). Pojem *oceán* vo vete 6BI je navyše zrejme tiež mimo pozornosti, ktorá je v situačnom modeli sústredená na ostrov. Efekt habituácie sa teda pri vete 6BI zrejme neprejavil kvôli spojeniu vplyvov neurčitej farby, nepravdepodobnej inferencie pojmu a zamerania pozornosti na iný pojem.

Vo vete 8BE sa prejavil len málo významný efekt farebnej habituácie. V tomto prípade je pri reprezentovaní pojmu *džínsy* zrejme tiež farba menej dôležitá vlastnosť. Navyše, participant si ľahko môže predstaviť džínsy inej farby (čierna, biele, šedé, hnedé, atď.).

Tabuľka 3: Priemerné reakčné časy pri rozlišovaní zmysluplnosti pre jednotlivé vety podľa typu habituácie

Kód vety	Veta	Habituácia	Priemerný reakčný čas	Počet pozorovaní	Mann-Whitney test	
					U	P (2-tailed)
1YI	Jano sa pošmykol na odhodenej šupke.	modrá	3096 ms	52	1355,0	0,3514
		žltá	3455 ms	47		
2YI	Silno stlač a vytlač do čaju trochu šťavy.	modrá	3604 ms	47	1543,0	<0,0001
		žltá	5441 ms	43		
3YE	Malý Peťo kreslí slnko vždy s úsmevom.	modrá	2842 ms	48	1560,0	0,0028
		žltá	4504 ms	48		
4YE	Varená kukurica je veľká pochúťka.	modrá	2332 ms	51	1629,0	0,0046
		žltá	3239 ms	48		
5BI	Juro vošiel do plavárne a hneď skočil do vody.	modrá	3877 ms	49	659,0	0,0020
		žltá	3176 ms	43		
6BI	Tropický ostrov je obkolesený niečím zdanlivo nekonečným.	modrá	4306 ms	49	1095,0	0,5993
		žltá	4317 ms	42		
7BE	Jasná obloha ma najviac fascinuje v lete.	modrá	3851 ms	46	599,0	0,0009
		žltá	3212 ms	44		
8BE	Jožove nové džínsy sú trochu priveľké.	modrá	3687 ms	45	805,0	0,0345
		žltá	3184 ms	48		



Obrázok 5: Graf závislosti priemerných reakčných časov od použitej vety a typu habituácie

Experiment teda ukázal všeobecný vplyv farebnej habituácie na rýchlosť rozlíšenia zmyslupnosti viet obsahujúcich farebné pojmy. Ak veta obsahuje pojem rovnakej farby, na akú je participant habituovaný, čas rozlíšenia zmyslupnosti takejto vety je vo väčšine prípadov vyšší v porovnaní s habituáciou na komplementárnu farbu. Ak je však vo vete farba pojmu diskutabilná, daný farebný pojem nie je v situačnom modeli v strede pozornosti alebo inferencia pojmu je nepravdepodobná, efekt habituácie môže byť znížený prípadne sa nemusí prejaviť vôbec.

4 Záver

V teoretickej časti tejto práci som poskytol prehľad teórií porozumenia jazyku hovoriacich o situačnej úrovni mentálnej reprezentácie – situačnom modeli. Uviedol som niekoľko dôvodov, prečo vedci skúmajúci porozumenie jazyka uvažujú o využití situačných modelov. Okrem opisu procesov teórie situačných modelov som uviedol aj najčastejšie skúmané dimenzie situačného modelu. V časovej línii som poskytol prehľad teórií a modelov porozumenia – od skorších teórií pred samotným zavedením pojmu „situačný model“ až po súčasnú teóriu mentálnej simulácie. Treba spomenúť, že tieto teórie vôbec nie sú antagonistické. Naopak, väčšinou sa navzájom podporujú alebo vychádzajú jedna z druhej. Teoretickú časť som zavŕšil niekoľkými výskumnými výzvami do budúcnosti.

Praktická časť práce pozostávala z kognitívneho experimentu, založeného na habituácii neurónov vizuálnej kôry reagujúcich na vnem žltej a modrej farby (selektívne zníženie aktivity týchto neurónov) a následnej kognitívnej úlohe – rozlišovaní zmysluplnosti viet obsahujúcich pojem žltej alebo modrej farby. Ukázal som, že neuróny selektívne receptívne na farbu sú aktívne pri vytváraní tých častí situačného modelu, ktoré zodpovedajú farebným objektom. Súčasne som ukázal, že pri ich habituácii trvá konštrukcia situačného modelu dlhšie ako keď tieto neuróny nie sú habituované. Po habituácii na žltú farbu sa potvrdili predpokladané dlhšie reakčné časy pri čítaní viet obsahujúcich „žlté“ pojmy (citrón, kukurica, ...) ako v prípade habituácie na modrú. Po habituácii na modrú farbu sa podobne potvrdil predpoklad dlhších reakčných časov pri čítaní viet obsahujúcich „modré“ pojmy (obloha, ...) ako v prípade habituácie na žltú. Zvýšenie reakčných časov v prípade čítania viet, ktoré neobsahujú daný farebný pojem uvedený explicitne, ale tento pojem v situačnom modeli vzniká v dôsledku inferencie, sa prejavil signifikantne iba pre žlté pojmy, vety s inferenciou modrých pojmov boli zrejme zle dizajnované. Experiment bol inšpirovaný experimentom Wiemer-Hastingsovej a Kurbyho (in prep.), ktorí ukázali, že aj vizuálna kôra sa zúčastňuje na procese porozumenia významu slov. Výsledky uvedené v tejto práci sú v súlade s výsledkami Wiemer-Hastingsovej a Kurbyho.

5 Pod'akovanie

Pod'akovanie patrí najmä môjmu školiteľovi Igorovi Farkašovi. Jeho cenné rady, pomoc a ochota mi veľmi pomohli pri písaní tejto práce. Ďalej by som chcel pod'akovať participantom v mojom experimente za ich ochotu a trpezlivosť. V neposlednom rade ďakujem aj mojim rodičom a priateľke Mirke Rudej, ktorí ma počas celého štúdia veľmi podporovali. Kike Rebrovej, ale aj ostatným spolužiakom ďakujem za komentáre a otázky, vďaka ktorým som určité časti práce lepšie premyslel a prepracoval, čím som, dúfam, zlepšil jej kvalitu. Pod'akovanie tiež patrí Danke Retovej za odporúčenie PXLab systému a pomoc pri dizajne experimentálnych viet. Dávidovi Lahučkému tiež ďakujem za pomoc pri vytváraní viet, použitých v experimente. Milanovi Magovi ďakujem za spoločnosť vo voľných chvíľach, v čase keď som si od písania diplomovej práce potreboval oddýchnuť.

6 Zoznam bibliografických odkazov

- Albrecht, J. E. & O'Brien, E. J. (1995). Goal processing and the maintenance of global coherence. In R. E Lorch & E. J. O'Brien (Eds.), *Sources of coherence in reading* (pp. 263-278). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Baggett, P. (1979). Structurally equivalent stories in movie and text and the effect of the medium on recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 333-356.
- Barsalou, L.W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 577-609.
- Bestgen, Y. & Vonk, W. (1995). The role of temporal segmentation markers in discourse processing. *Discourse Processes*, 19, 385-406.
- Bransford, J. D., Barclay, J. R. & Franks, J. J. (1972). Sentence memory: A constructive versus interpretive approach. *Cognitive Psychology*, 3, 193-209.
- Calvo, M. (2001). Working memory and inferences: Evidence from eye fixations during reading. *Memory (Hove, England)*, 9(4), 365-381. doi: 10.1080/09658210143000083.
- Caron, J., Micko, H. C. & Thuring, M. (1988). Conjunctions and recall of composite sentences. *Journal of Memory and Language*, 29, 309-323.
- Carreiras, M., Carriedo, N., Alonso, M. A. & Fernandez, A. (1997). The role of verbal tense and verbal aspect in the foregrounding of information in reading. *Memory & Cognition*, 25, 438-446.
- Carreiras, M., Garnham, A., Oakhill, J. & Cain, K. (1996). The use of stereotypical gender information in constructing a mental model: Evidence from English and Spanish. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 639-663.

- Chafe, W. L. (1979) .The flow of thought and the flow of language. In T. Givón (Ed.), *Syntax and semantics. Vol. 12: Discourse and syntax* (pp. 159-181). New York: Academic Press.
- Craik, K. J. W. (1943). *The Nature of Explanation*. Cambridge University Press.
- Ehrlich, K. & Johnson-Laird, P.N. (1982). Spatial descriptions and referential continuity. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 21, 296-306.
- Ericsson, K. A. & Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102(2), 211-245.
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, 119, 593–609.
- Gernsbacher, M. A. (1990). *Language Comprehension As Structure Building*. Lawrence Erlbaum.
- Gernsbacher, M. A., Varner, K. R. & Faust, M. E. (1990). Investigating differences in general comprehension skill. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 16(3), 430-45.
- Givón, T. (1992). The grammar of referential coherence as mental processing instructions. *Linguistics*, 30, 5-55.
- Glenberg, A. & Langston, W. (1992). Comprehension of illustrated text: Pictures help to build mental models. *Journal of Memory and Language*, 31(2), 151, 129.
- Glenberg, A.M. & Kaschak, M.P. (2003). The body's contribution to language. *The psychology of learning and motivation*, 43, 93-126.
- Glenberg, A.M., Meyer, M. & Lindem, K. (1987). Mental models contribute to foregrounding during text comprehension. *Journal of Memory and Language*, 26, 69-83.
- Goldman S. R., Varma S. & Côté N. (1996). Extending capacity-constrained construction integration: Toward smarter and flexible models of text

- comprehension. In B. K. Britton & A. C. Graesser (Eds.), *Models of text comprehension*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Graesser, A. C. (1981). *Prose comprehension beyond the word*. New York/Berlin, Germany: Springer.
- Graesser, A. C., Singer, M. & Trabasso, T (1994). Constructing inferences during narrative text comprehension. *Psychological Review*, 101(3), 371-395.
- Hurvich, L. M. & Jameson, D. (1957). An opponent-process theory of color vision. *Psychological Review* 64 (6, Part I): 384–404. doi:10.1037/h0041403
- Irtel, H. (2007). *PXLab: The Psychological Experiments Laboratory*. Version 2.1.11. Mannheim (Germany): University of Mannheim. <http://www.pxlab.de>
- Isenberg, N., Silbersweig, D., Engelen, A., Emmerich, S., Malavade, K., Beattie, B. (1999). Linguistic threat activates the human amygdala. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96(18), 10456-10459. doi: VL - 96.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Just, M. A. & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99(1), 122-49.
- Kaup, B., Yaxley, R.H., Madden, C.J., Zwaan, R.A., & Lüdtke, J. (2007). Experiential simulations of negated text information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60, 976-990.
- Kerkhofs, R. & Haselager, W.F.G. (2006). The embodiment of meaning. *Manuscripto*, 29(2), 753-764.
- Kintsch, W. & van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production, *Psychological Review*, 85, 363-394.

- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. *Psychological Review*, 95, 163-182. doi: 10.1.1.117.7990.
- Kripke, S. (1963). *Semantical considerations on modal logics*. Acta Philosophica Fennica 16: 83–94.
- Levitan, I. B. & Kaczmarek, L. K. (2002). *The neuron: cell and molecular biology*. Oxford University Press, Oxford.
- Linde, C. & Labov, W. (1975). Spatial networks as a site for the study of language and thought. *Language*, 51, 924-939.
- Livingstone, M. S. & Hubel, D.H. (1984). Anatomy and physiology of a color system in primate primary visual cortex. *J. Neurosci.* 4, 309–356.
- Lutz, M. E. & Radvansky, G. A. (1997). The fate of completed goal information. *Journal of Memory and Language*, 36, 293-310.
- Mar, R. A., Oatley, K., Hirsh, J., dela Paz, J., & Peterson, J. B. (2006). Bookworms versus nerds: Exposure to fiction versus non-fiction, divergent associations with social ability, and the simulation of fictional social worlds. *Journal of Research in Personality*, 40, 694–712.
- Miller, G. A. & Johnson-Laird, E N. (1976). *Language and perception*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81-97.
- Miller, J. R. & Kintsch, W. (1980). Readability and Recall of Short Prose Passages: A Theoretical Analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 6(4), 335-54.
- Minsky, M. L. (1974). *A framework for representing knowledge*. Massachusetts Institute of Technology A.I. Laboratory.

- Nakhimovsky, A. (1988). Aspect, aspectual class, and the temporal structure of narrative. *Computational Linguistics*, 14, 29-43.
- Pulvermüller, F. (1999). Words in the brain's language. *The Behavioral and Brain Sciences*, 22(2), 253-336.
- Rinck, M. & Weber, U. (2003). Who when where: an experimental test of the event-indexing model. *Memory & Cognition*, 31(8), 1284-92.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, 3, 131-141.
- Rumelhart, D. & McClelland, J. (1986). *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition : Foundations (Parallel Distributed Processing)*. MIT Press.
- Schank, R. C. & Abelson, R. P. (1977). *Scripts, Plans, Goals, and Understanding: An Inquiry Into Human Knowledge Structures*. Lawrence Erlbaum.
- Schneider, W. & Körkel, J. (1989). The knowledge base and text recall: Evidence from a short-term longitudinal study. *Contemporary Educational Psychology*, 14(4), 382-393. doi: 10.1016/0361-476X(89)90023-4.
- Singer, M., Halldorson, M., Lear, J. C. & Andrusiak, E (1992). Validation of causal bridging inferences. *Journal of Memory and Language*, 31, 507-524.
- Taylor, L.J. & Zwaan, R.A. (2008). Motor resonance and linguistic focus. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61, 896-904.
- Thibadeau, R., Just, M. A. & Carpenter, P. A. (1982). A model of the time course and content of reading. *Cognitive Science*, 6,157-203.
- Trabasso, T. & Magliano, J. E (1996). Conscious understanding during comprehension. *Discourse Processes*, 21, 255-287.
- Trabasso, T. & Suh, S. Y. (1993). Understanding text: Achieving explanatory coherence through on-line inferences and mental operations in working memory. *Discourse Processes*, 16, 3-34.

- Tzeng, Y., van den Broek, P., Kendeou, P. & Lee, C. (2005). The computational implementation of the landscape model: modeling inferential processes and memory representations of text comprehension. *Behavioral Research Methods*, 37(2), 286, 277.
- van den Broek, P., Risdén, K., Fletcher, C. R. & Thurlow, R. (1996). A "landscape" view of reading: Fluctuating patterns of activation and the construction of a memory representation. In B. K. Britton & A. C. Graesser (Eds.), *Models of understanding text* (pp. 165-187).
- van den Broek, P., Young, M., Tzeng, Y. & Linderholm, T. (1999). The landscape model of reading. In H. van Oostendorp & S. R. Goldman (Eds.), *The construction of mental representations during reading* (pp. 71-98). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- van Dijk T. A., Kintsch W. (1983). *Strategies in Discourse Comprehension*. Academic, New York.
- van Dijk, T. A. (1987). Episodic models in discourse processing. In R. Horowitz & S. J. Samuels (Eds.), *Comprehending oral and written language* (pp. 161-196). San Diego, CA: Academic Press.
- Wharton, C. & Kintsch, W. (1991). An overview of construction-integration model: a theory of comprehension as a foundation for a new cognitive architecture. *SIGART Bull.*, 2(4), 169-173. doi: 10.1145/122344.122379.
- Wiemer-Hastings, K. & Kurby, C.A. (in prep.). Selective adaptation effects on lexical access: Perceptual concept primitives? Manuscript in preparation.
- Zwaan, R. A. & Radvansky, G. A. (1998). Situation models in language comprehension and memory. *Psychological Bulletin*, 123(2), 162-85.
- Zwaan, R. A. & Whitten, S. N. (in prep.). Effects of temporal markers and discourse order on situation model construction. Manuscript submitted for publication.
- Zwaan, R. A. (1996). Processing narrative time shifts. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 22, 1196-1207.

- Zwaan, R. A., Ericsson, K. A., Lally, C. & Hill, L. (in prep.). Situation-model construction during translation. Manuscript in preparation, Florida State University.
- Zwaan, R. A., Madden, C. J. & Whitten, S. N. (2000). The presence of an event in the narrated situation affects its availability to the comprehender. *Memory & Cognition*, 28(6), 1022-8.
- Zwaan, R.A. & Taylor, L.J. (2006). Seeing, acting, understanding: motor resonance in language comprehension. *Journal of Experimental Psychology: General*, 135, 1-11.
- Zwaan, R.A. (2001). Situation models. In N.J. Smelser & P.B. Baltes (Eds.) *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences* (pp 14137-14141). Pergamon Press, Amsterdam.
- Zwaan, R.A. (2004). The immersed experiencer: toward an embodied theory of language comprehension. In B.H. Ross (Ed.) *The Psychology of Learning and Motivation* (pp 35-62). Academic Press, New York.
- Zwaan, R.A. (v tlači). Mental simulation in language comprehension and social cognition. *European Journal of Social Psychology*.
- Zwaan, R.A., Langston, M.C. & Graesser, A.C. (1995). The construction of situation models in narrative comprehension: an event-indexing model. *Psychological Science*, 6, 292-297.
- Zwaan, R.A., Taylor, L.J. & de Boer, M (v tlači). Motor resonance as a function of narrative time: further tests of the linguistic focus hypothesis. *Brain and Language*.

Prílohy

Množina viet použitých v experimente

Kód pred vetou sa skladá z poradového čísla, kódu farby sledovaného pojmu obsiahnutého vo vete – Y = yellow/žltá, B = blue/modrá, N = nezmyselná, a kódu spôsobu vyjadrenia pojmu vo vete – I = inferencia, E = explicitne. V zátvorke je za každou vetou uvedený sledovaný pojem.

Žlté vety:

- 1YI: *Jano sa pošmykol na odhodenej šupke.* (banán)
 2YI: *Silno stlač a vytlač do čaju trochu šťavy.* (citrón)
 3YE: *Malý Peťo kreslí slnko vždy s úsmevom.* (slnko)
 4YE: *Varená kukurica je veľká pochúťka.* (kukurica)

Modré vety:

- 5BI: *Juro vošiel do plavárne a hneď skočil do vody.* (bazén)
 6BI: *Tropický ostrov je obkolesený niečím zdanlivo nekonečným.* (oceán)
 7BE: *Jasná obloha ma najviac fascinuje v lete.* (obloha)
 8BE: *Jožove nové džínsy sú trochu priveľké.* (džínsy)

Nezmyselné vety:

- 9N: *Peter sa obliekol do trávinatej žiarovky.*
 10N: *V tejto miestnosti môžeme počuť slnko plávať.*
 11N: *Presne o polnoci príde jazero aj s počítačom.*
 12N: *Pavučina sa rozbehla za taxikárom.*
 13N: *Pán riaditeľ s úsmevom na hrudi zjedol Afriku.*
 14N: *Spomalené muchotrávky spievajú o anténe.*
 15N: *Mišo zmodral po začatí rannej chalupy.*
 16N: *Bezfarebné zelené myšlienky zúrivo spia.*

Dizajnový súbor experimentu pre PXLab

Výpis dizajnového súboru *experiment.pxd* pre modrý variant experimentu (v prípade žltého variantu bol použitý rovnaký súbor, zmenili sa len globálne premenné *color* a *colorText*):

```

Experiment() {
  Context() {
    AssignmentGroup() {
      new yes = de.pxlab.pxl.KeyCodes.LEFT_KEY; //klávesa pre odpoveď „áno“
      new no = de.pxlab.pxl.KeyCodes.RIGHT_KEY; //klávesa pre odpoveď „nie“
      new color = fromDevRGB([0, 0, 255]); //farba habituačného stimulu
      new colorText = fromDevRGB([0, 0, 225]); //farba odpočítavania pri habituačnom stimule
    }
    Session() {
      Instruction() {
        Text = ["Rozumná alebo nezmyselná veta?", " ", "Najsťor uvidíš farebnú obrazovku po dobu 2 minút. JE
        DOLEŽITÉ aby si sa na obrazovku pozeral celý čas. Potom uvidíš postupne niekoľko viet. Tvojou
        úlohou bude rozlíšiť, či veta má zmysel alebo je nezmyselná.", "Použi ľavú šípku NA KLÁVESNICI ak
        má veta zmysel alebo pravú šípku ak je nezmyselná. NEKLIKAJ na zobrazené šípky myšou.", "Skús
        odpovedať čo najrýchlejšie, ale zároveň správne.", " ", "Teraz stlač ľubovoľné tlačidlo pre začatie
        experimentu!"];
      }
    }
    Trial:Name( TextInput.Text ) { //zadanie mena participanta
      TextInput() {
        Label = "Tvoje meno:";
      }
    }
    Trial:Habit( ScreenBackgroundColor ) { //prvá fáza experimentu, parameter - farbu habituačného stimulu
      Counter() {
        Step = -1;
        InitialCount = 120;
        FrameDuration = 1000;
        Timer = de.pxlab.pxl.TimerCodes.CLOCK_TIMER;
        Duration = 120000;
        Color = colorText;
      }
    }
    Trial:Veta( Message:Veta.Text, Feedback:CorrectCode, Message:Veta.ResponseCode,
    Message:Veta.ResponseTime, Feedback:Response ) { //jeden pokus druhej fázy experimentu
      Beep() { //pípnutie
        Duration = 100;
      }
      FixationMark() { //biely fixačný križ
        LineWidth = 3;
        Timer = de.pxlab.pxl.TimerCodes.CLOCK_TIMER;
        Duration = 600;
      }
      ClearScreen() { //prázdna obrazovka
        Timer = de.pxlab.pxl.TimerCodes.CLOCK_TIMER;
        Duration = 200;
      }
      Message:Info() { //zobrazenie pomôcky
        Text = "<- zmysel | nezmysel ->";
        Timer = de.pxlab.pxl.TimerCodes.NO_TIMER;
        LocationY = 150;
        FontSize = idiv(screenHeight(), 25);
      }
      Message:Veta() { //zobrazenie experimentálnej vety
        Overlay = de.pxlab.pxl.OverlayCodes.JOIN;
        Timer = de.pxlab.pxl.TimerCodes.RESPONSE_TIMER; // čakanie na odpoveď
      }
      Feedback() { //zobrazenie spätnej väzby
        ResponseParameter = Trial:Veta.Message:Veta.ResponseCode;
        Evaluation = de.pxlab.pxl.EvaluationCodes.COMPARE_CODE;
        CorrectText = "OK";
        FalseText = "Zle!";
        Timer = de.pxlab.pxl.TimerCodes.CLOCK_TIMER;
        Duration = 1500;
      }
    }
  }
}

```

```

}
ClearScreen:Break() {
  Timer = de.pxlab.pxl.TimerCodes.CLOCK_TIMER;
  Duration = 500;
}
}
SessionEnd() { //ukončenie experimentu
  SessionEndMessage() {
    Text = "HOTOVO, ĎAKUJEM";
  }
}
}
Procedure() { // experimentálna procedúra – jednotlivé fázy v poradí
  Session() {
    Block() { Trial:Name( ? ); } // zadanie mena participanta
    Block() { Trial:Habit( color ); } // prvá, habituačná fáza
    Block() { // druhá fáza, jednotlivé pokusy z tohto bloku sa vykonávajú v náhodnom poradí
      Trial:Veta( "Jano sa pošmykol na odhodenej šupke.", yes, ?, ?, ? );
      Trial:Veta( "Silno stlač a vytlač do čaju trochu šťavy.", yes, ?, ?, ? );
      Trial:Veta( "Malý Peťo kreslí slnko vždy s úsmevom.", yes, ?, ?, ? );
      Trial:Veta( "Varená kukurica je veľká pochúťka.", yes, ?, ?, ? );
      Trial:Veta( "Juro vošiel do plavárne a hneď skočil do vody.", yes, ?, ?, ? );
      Trial:Veta( "Tropický ostrov je obkolesený niečím zdanlivo nekonečným.", yes, ?, ?, ? );
      Trial:Veta( "Jasná obloha ma najviac fascinuje v lete.", yes, ?, ?, ? );
      Trial:Veta( "Jožove nové džínsy sú trochu priveľké.", yes, ?, ?, ? );
      Trial:Veta( "Peter sa obliekol do trávinatej žiarovky.", no, ?, ?, ? );
      Trial:Veta( "V tejto miestnosti môžeme počuť slnko plávať.", no, ?, ?, ? );
      Trial:Veta( "Presne o polnoci príde jazero aj s počítačom.", no, ?, ?, ? );
      Trial:Veta( "Pavučina sa rozbehla za taxikárom.", no, ?, ?, ? );
      Trial:Veta( "Pán riaditeľ s úsmevom na hrudi zjedol Afriku.", no, ?, ?, ? );
      Trial:Veta( "Spomalené muchotrávky spievajú o anténe.", no, ?, ?, ? );
      Trial:Veta( "Mišo zmodral po začatí rannej chalupy.", no, ?, ?, ? );
      Trial:Veta( "Bezfarebné zelené myšlienky zúrivo spia.", no, ?, ?, ? );
    }
  }
}
}
}
}

```