

UDK 165.194:81'233

159.946.3:81'37

165.23:81'37

Izvorni znanstveni članak

Prihvaćeno za tisak 23. rujna 2010.

*Marijan Palmović, Laboratorij za psiholingvistička istraživanja,  
Sveučilište u Zagrebu*

*Velimir Išgum, KBC Zagreb, Klinika za neurologiju*

*Magdalena Krbot, Sveučilište u Zagrebu*

*Ana Branka Šefer, Sveučilište u Zagrebu*

*palmovic@erf.hr*

## **Kategorizacija i neodređenost: kako su pojmovi pohranjeni u umnom rječniku<sup>1</sup>?**

Za razliku od filozofije, u kojoj se neodređenost shvaća kao problem vezan za Eubulidove paradokse (npr. paradoks gomile) i pitanje istinitosti sudova koji sadrže predikate kao što su »visok« ili »težak«, u lingvistici se neodređenost shvaća kao bitna i sveprisutna osobina komunikacije. Cilj je ovoga istraživanja bio identificirati psiholingvistički efekt neodređenosti i pokazati na koji bi način kognitivni model ljudske komunikacije mogao uključiti neodređenost kao svoju bitnu osobinu. Teorijska podloga provedenoga eksperimenta Gärdenforsova je teorija pojmovnih prostora u kojoj se neodređenost veže za kategorizaciju pojmova u umnom rječniku. Stoga je upotrijebljena paradigma slaganja riječi i slike (*picture-matching paradigm*) u kojoj ispitanici moraju kategorizirati riječ s obzirom na ponudenu sliku. Mjerenje evociranih potencijala pokazuje dva različita vala kao specifični odgovor na zadatak, komponentu N400 vezanu za semantičku obradu (prizivanje riječi iz umnog rječnika) i P600 vezanu za integraciju slike i riječi. Dok je N400 veći kad god riječ ne odgovara slici, P600 je veće amplitude specifično na pojmove koji su neodređeni u odnosu na sliku. Rezultati upućuju na prizivanje riječi iz umnog rječnika kao (najmanje) dvostupanjski proces u kojem se u prvoj fazi riječ prepoznaje, a u drugoj veže u kontekst.

### **1. Uvod**

Neodređenost je bitna odlika ljudske komunikacije jer se čini da bi ona bila mnogo manje sigurna ili fleksibilna kad je ne bi bilo, tj. kad bi ljudi ustrajali na preciznoj upotrebi svake riječi. S druge strane, neodređenost može uzro-

1 Pojam »umni rječnik« upotrijebili smo kao sinonim za »mentalni leksikon«, uobičajeni pojam za skladište riječi u ljudskome umu. Pojam »umni rječnik« u svojoj je disertaciji predložila Lidija Cvikić (Cvikić, 2009).

kovati probleme, što vidimo u paradoksu ćelavca ili paradoksu gomile. Oba se paradoksa pripisuju grčkom filozofu Eubulidu iz Mileta. Paradoks je jednostavan (uzmimo gomilu za primjer): pitamo se čini li jedno zrno gomilu. Svatko će reći ne. Taj odgovor dobit ćemo i za 2, 3, 4, 5... zrna, sve dok ne dodemo do nekog broja  $n$ . Ali ako taj broj  $n$  čini gomilu, a  $n-1$  ne čini, tada jedno zrno čini gomilu jer dodatak jednog zrna ne-gomilu pretvara u gomilu. Sličan se paradoks može formulirati za bilo koji predikat (u logičkom smislu) koji ima »granične slučajeve«, tj. kad je teško reći zadovoljava li neki objekt taj predikat ili ne (kao na primjer predikat »visok« ili »težak«). Shvaćanje neodređenosti kao prisutnosti graničnog područja istinitosti nekog predikata proteže se i u 20. stoljeće, kod filozofa i logičara kao što su Pierce (1902), Russell (1923), Church (1960) ili Quine (1960).

U filozofiji i logici u prvom je planu pitanje istinitosti sudova s neodređenim pojmovima pa se tvrdi da sudovi koji sadrže neodređene predikate zadovoljavaju zakon isključenja trećega (ili su istiniti ili nisu), ali mi to ne znamo, tj. ne znamo gdje je granica, kao kod epistemicizma (Williamson, 2001), ili se uvode dodatni kriteriji preciznosti potrebni za utvrđivanje istinitosti (tj. »superistinitosti«) sudova s neodređenim pojmovima, kao kod supervaluacionizma (van Fraassen, 1966, Dummett, 1975). Treće je rješenje u uvođenju nove istinosne vrijednosti (Tye, 1990) koja se odnosi na sudove koji uključuju granične vrijednosti. Svako od spomenutih rješenja ima neku slabost: za epistemicizam se može reći da predstavlja rješenje koje sigurno nije u skladu s time kako govornici upotrebljavaju jezik, ali druga rješenja samo prebacuju problem na meta-razinu (Krifka, 2007). Osim toga, neodređenost u jeziku nije ograničena samo na predikate s graničnim slučajevima. Ona je, kao što je to rečeno u prvoj rečenici, bitna za prilagodljivost i robustnost ljudske komunikacije i porast se interesa za njezino proučavanje poklopio s istraživanjima neodređenosti u području umjetne inteligencije (Lawry, 2006), tj. s »modeliranjem razmjene obavijesti između inteligentnih agenata« (ibid., p. xix). Neodređenost omogućuje djelotvornu komunikaciju, a da se sama razmjena obavijesti između »agenata« održava na minimumu pri čemu kontekst ima odlučujuću ulogu. Iz toga slijedi da neodređenost u jeziku ima dva izvora: kontekst i načelo kognitivne ekonomije. Oboje je povezano u Hornovu pravilu (Horn, 1984) kojim se tvrdi da se poruka može ostaviti dvosmislenom dokle god je samo jedno tumačenje prihvatljivo u danom kontekstu. Drugim riječima, neodređenost ima facilitirajući učinak na jezičnu obradu: kad bismo u komunikaciji bili precizniji nego što to kontekst traži, bili bismo manje ekonomični i povećali šanse da komunikacija bude neuspješna.

Teorija značenja koja je formulirana upravo da objasni neodređenost u jeziku Gärdenforsova je teorija pojmovnih prostora (Gärdenfors, 1999, 2004, 2004a). Polazeći od problema modeliranja reprezentacije pojmova u kognitivnoj znanosti, dakle, pitanja o tome kako su pojmovi organizirani u umu da bi ih »kognitivni sustav« mogao upotrijebiti, Gärdenfors se služi prostorom kao metaforom pri čemu bi točke ili područja u tom prostoru bili pojmovi, a svojstva »težinski vektori«<sup>2</sup>. Značenje pojma određeno je položajem pojma s obzirom

2 Na primjer, reprezentaciju okusa činili bi vektori koji kao četverokraka zvijezda izvire iz istog ishodišta i dijele čitav prostor okusa na četiri glavna okusa tako da bi npr. točka

na vektore. Na taj način dolazi se do organizacije pojmova u kontinuumu. Međutim, Gärdenfors uvodi pojam »lomeće« funkcije (engl. *crisp function*) koja oštro dijeli pojmovni prostor na kategorije. Drugim riječima, »lomeća« funkcija jest kategorizacija. Budući da je njezina uloga »upravljanje pojmovima« (engl. *concept management*), ona pojmovni prostor može dijeliti na razne načine, mijenja se tijekom razvoja (npr. dijete prvo sve životinje kategorizira kao »pas«, nakon toga dijeli ih na »pse« i »mačke« itd.) i ovisna je o kontekstu, dakle, precizna je koliko je to pragmatički opravdano. To njezino svojstvo čini teoriju pojmovnih prostora pogodnom za modeliranje neodređenosti u jeziku.

## 2. »Psihološka realnost« teorije značenja

Značenja riječi možemo promatrati na dva načina: prema klasičnom pristupu značenja riječi su objekti u svijetu, ono na što riječi referiraju. Prema kognitivnoj semantici značenja su mentalni entiteti; jezična semantika je preslikavanje jezičnih struktura na kognitivne. Iako je ovakva podjela pojednostavljena, iz nje slijedi da, bar načelno, možemo provjeriti »psihološku realnost« teorija kognitivne semantike, tj. možemo eksperimentalno utvrditi poklapa li se organizacija pojmova u ljudskome umu, kako ona slijedi iz teorije, s onime što možemo izmjeriti kao ispitanikovu reakciju. Za »klasične« teorije značenja to nema smisla, možemo ispitivati samo zna li ispitanik definiciju nekog pojma ili prepoznaje li na što se odnosi.

Teorija prototipnosti (Rosch, 1973) teorija je značenja koja objašnjava rezultate eksperimentalne psihologije, činjenicu da su ispitanici bolji (brži i točniji) u prepoznavanju tipičnih predstavnika neke vrste nego netipičnih. Ipak, izravno izjednačavanje prototipnosti s mjerljivim efektom tipičnosti ne mora značiti da je teorija prototipnosti dobar model kategorizacije u ljudskome umu; Lakoff (1987) efekt tipičnosti vidi samo kao simptom ili površinski fenomen, a ne kao činjenicu koja upućuje na stvarno funkcioniranje ljudskog uma u smislu reprezentacije kategorija. Način na koji su kategorije reprezentirane u umu<sup>3</sup> proizlazi iz njegova pristupa polisemiji. On riječi shvaća kao složene pojmovne kategorije za koje kaže da su radijalne. Za razliku od tradicionalnog shvaćanja da riječ ima jedno značenje, a ostala se izvode s obzirom na kontekst pa je, dakle, i polisemija »površinska« pojava, prema Lakoffu sva su značenja uključena u reprezentaciju riječi, i to već na pojmovnoj razini. To znači da je riječ kao radijalna kategorija u semantičkom pamćenju pohranjena kao razgranata mreža čvorova i odnosa oko prototipnog značenja. Takvo se shvaćanje značenja katkada naziva i »pristup pune specifikacije« leksičkoj semantici (engl. *full-specification approach*, Evans i Green, 2006.)<sup>4</sup>. Empirijska potkrjepa za takvo stajalište istraživanje je

---

između slatkog i kiselog vektora bila reprezentacija slatko–kiseloga; udaljenost bi označavala intenzitet, ako je točka bliže »kiselom« vektoru, točka predstavlja kiseliji okus; što je dalje od ishodišta, točka predstavlja intenzivniji okus.

3 Lakoff reprezentaciju kategorija u umu naziva »semantičkim pamćenjem«. Taj pojam odgovara raširenijem pojmu umnog rječnika (mentalnog leksikona).

4 Prema pristupu pune specifikacije značenje riječi funkcija je svih semantičkih veza te riječi sa svim ostalim riječima u umnom rječniku. To čini semantičke odnose jednostavnim za

Toma Mitchela i sur. (2008). Oni su pokazali predvidljivost stvarne moždane aktivacije (izmjerene funkcionalnom magnetskom rezonancijom) i značenja pojedinih imenica definiranih kao funkcije svih kolokacija imenice u trilijunskom jezičnome korpusu. Sličan su rezultat, samo metodom mjerenja evociranih potencijala<sup>5</sup> ponovili Sikström i Kallioinen (privatna korespondencija, članak u pripremi) s imenicama klasificiranima prema stupnju apstraktnosti. U oba istraživanja značenje je riječi zadano kao neuralna mreža (umjetna i stvarna) koja se aktivira kad se prepozna ili pozove iz umnog rječnika.

Nasuprot tomu, mnoga istraživanja upućuju na ulogu konteksta u određivanju značenja (obično se radi o razrješavanju dvoznačnosti) i nisu uvijek konzistentna sa spomenutim rezultatima ako su obrasci aktivacije neuralne mreže za istu riječ različiti s obzirom na različit kontekst. Najčešće se radi o paradigama s vizualnim pretraživanjem u »ispravnom« i »neispravnom« kontekstu (za pregled vidi Trueswell i Tanenhaus, 2005) te raznim varijantama zadatka leksičke odluke (ispitanik mora odlučiti je li niz slova na zaslonu riječ ili nije). Na primjer, ako se ispitaniku kratko prikaže riječ LIJEČNIK, bit će brži u prepoznavanju riječi BOLESNIK. Riječ BOLESNIK sporije će prepoznati ako joj prethodi riječ LIVADA (zadatak se sastoji u tome čini li neki niz riječ ili ne, npr. BOLESNIK nasuprot LEBOSKIN). Kod dvosmislenih riječi<sup>6</sup> čini se da je »aktivno« samo ono značenje koje je kontekstualno prihvatljivo i da je značenje riječi dinamičko, tj. da ga govornici neprekidno osvježavaju s obzirom na kontekst<sup>7</sup>.

### 3. Neodređenost i kako je izmjeriti

U ovome radu istraživati će se na koji način neodređenost modulira kategorizaciju. Drugim riječima, u eksperimentu će se nastojati pokazati razlika koju različit stupanj neodređenosti čini u istom zadatku kategorizacije čime će se izdvojiti eksperimentalni efekt neodređenosti. Zadatak kategorizacije bit će jednostavan: ispitanik mora odlučiti je li riječ odgovarajuća ili neodgovarajuća s

---

formaliziranje na velikim korpusima: značenje riječi može se definirati kao funkcija svih njezinih veza s ostalim riječima, što se radi u empirijskim istraživanjima.

- 5 Evocirani potencijali su karakterističan odgovor na neki podražaj dobiven usrednjavanjem (izračunavanjem srednje vrijednosti) signala elektroencefalograma s obzirom na podražaj. Na taj se način poništi sva ritmička aktivnost mozga koja nije sinkronizirana s podražajem (npr.  $\alpha$ -ritam), a koja zbog velike amplitude prekriva karakterističan moždani odgovor na podražaj koji nas zanima. Ostane samo ono što je sinkronizirano s podražajem. Taj odgovor može izgledati kao val ili kao pomak u pozitivnom ili negativnom smjeru.
- 6 Često se kao primjer navodi engleska riječ *bank* budući da može značiti ili financijsku instituciju ili obalu rijeke.
- 7 Primjer kojim svoje stajalište ilustriraju spomenuti Trueswell i Tanenhaus je primjer značenja riječi *gradonačelnik* u razgovoru dvojice laboratorijskih tehničara koji pregledavaju pristigle epruvete krvi. U rečenici »Pogledaj, molim te, *gradonačelnika!*« značenje riječi *gradonačelnik* je *epruveta gradonačelnikove krvi*. Nema razloga da pretpostavimo da je to značenje, unaprijed, tj. neovisno o kontekstu, dio reprezentacije pojma *gradonačelnik* pogotovo stoga što bi određivanje značenja tada sadržavalo svojevrstni *regressum ad infinitum*.

obzirom na prikazanu fotografiju, dakle, kategorizirati riječ u dvije kategorije. Pri tome će se upotrebom hiperonima kontrolirati razina neodređenosti (u odnosu na fotografiju hiperonim je neodređeniji u odnosu na niži pojam koji predstavlja naziv za ono što je prikazano na fotografiji, npr. ako je uz fotografiju limuna prikazana riječ *limun*). Eksperimentalna paradigma bit će dobro poznata paradigma slaganja riječi sa slikom (engl. *picture matching paradigm*), tj. zadatak u kojem se ispitaniku prvo prikaže neka slika, a zatim se prikaže riječ koja odgovara prikazanoj slici ili ne. Zadatak je ispitanika pritisnuti odgovarajuću tipku ako riječ odgovara slici i drugu tipku ako ne odgovara.

Za vrijeme dok rješava zadatak ispitaniku se snima elektroencefalogram (EEG) tako da se može izmjeriti moždana aktivnost u trenutku kad ispitanik ugleda riječ na zaslonu (ekranu). EEG ima visoku vremensku rezoluciju pa možemo pratiti moždanu aktivnost od trenutka prikazivanja riječi do trenutka ispitanikove odluke koju tipku pritisnuti. Budući da unaprijed znamo da prepoznavanje riječi traje oko 400 milisekundi, a da za motorički odgovor treba još najmanje 150–200 milisekundi (Jensen, 2006), ako promatramo vremenski odsječak do otprilike 1 sekunde od početka prikaza riječi na zaslonu, dobit ćemo uvid u automatske procese kategorizacije riječi kao odgovarajuće ili ne s obzirom na fotografiju, i to milisekundu po milisekundu. Kategorizacija riječi odgovara spomenutoj Gärdenforsovoj »lomećoj« funkciji koja dijeli prostor značenja na dva dijela i može se očekivati jasna razlika u moždanoj aktivnosti između uvjeta u kojem riječ odgovara fotografiji i uvjeta u kojem ne odgovara. Razlika koju očekujemo bit će na oko 400 milisekundi od početka prikaza riječi, tj. komponenta evociranih potencijala N400 (Kutas i Hillyard, 1980).<sup>8</sup>

U tu dobro poznatu eksperimentalnu paradigmu ubacili smo neodređenost: prikazana riječ u jednom je eksperimentalnom uvjetu hiperonim u odnosu na naziv predmeta na fotografiji. Iz takvog eksperimentalnog nacrtu slijede dva moguća predviđanja: hiperonim će tražiti dodatnu »procesnu snagu«, tj. dodatne *troškove obrade*<sup>9</sup> (engl. *processing costs*) budući da ispitanik treba »obraditi« hiperonim i usporediti ga s nazivom slike, dakle, prizvati dvije riječi iz umnog rječnika, a ne jednu. Razlika u *troškovima obrade* odgovarala bi efektu neodređenosti. Međutim, ako neodređenost ima facilitirajući učinak, hiperonim bi jednostavno predstavljao odgovarajuću riječ pa se nikakav efekt ne bi trebao očekivati pogotovo stoga što je u odnosu na ispitanikov zadatak kategorizacije hiperonim ispravna riječ. U pogledu »psihološke realnosti« teorije predviđanja

8 Komponenta evociranih potencijala karakterističan je val koji se dobiva za neku vrstu eksperimentalnih podražaja. Ima mnogo klasifikacija komponenti, no najčešće se komponente klasificiraju prema polaritetu i latenciji; N400 znači da se radi o negativnom valu s najvećom amplitudom oko 400 ms od početka prikaza podražaja i uvijek je prisutan kad se radi o uklapanju riječi u kontekst. Pojam *efekta* (npr. *efekt N400*) označava razliku između amplituda u komponenti N400 u dvama eksperimentalnim uvjetima, a to odgovara upravo efektu koji je eksperimentom postignut.

9 O povećanim *troškovima obrade* govorimo kad jedan od dvaju eksperimentalnih uvjeta ne sadrži grešku, ali sadrži podražaj koji je iz bilo kojeg razloga teže obraditi od podražaja u drugom eksperimentalnom uvjetu (npr. rečenica s obrnutim redom riječi). *Troškovi obrade* obično su proporcionalni razlici u amplitudi neke komponente evociranih potencijala, što je amplituda u jednom uvjetu veća, to je angažirano više živčanih stanica u obradi.

je teže odrediti. Prema teoriji prototipnosti svaka riječ koja nije naziv za objekt na fotografiji proizvest će elektrofiziološki efekt, dakle, neku razliku u amplitudi N400. Budući da su nazivi za objekte na fotografijama pojmovi osnovne razine (npr. *pas*, *krava*, *mačka*), za hiperonime možemo očekivati veće *troškove obrade* i veću amplitudu N400. S druge strane, iz teorije pojmovnog prostora ne slijedi nikakav eksperimentalni efekt neodređenosti, tj. elektrofiziološki efekt vezan za hiperonime jer su oni, s obzirom na zadatak kategorizacije, tj. »lomeću« funkciju, na pravoj, ispravnoj strani kategoriziranog prostora. Jači elektrofiziološki odgovor, tj. veća amplituda komponente odgovarala bi udaljenosti od središta »izlomljenog« prostora, ali za takvu interpretaciju upotrijebljeni nacrt nije dovoljno osjetljiv. Na kraju, sve se pretpostavke temelje na često ponovljenom i robustnom efektu N400 jer je to jedina komponenta koja se uvijek javlja kad god postoji bilo kakva eksperimentalna manipulacija značenjem podražaja.

#### 4. Materijali i metode

##### 4.1. Ispitanici

U eksperimentu je sudjelovala »prigodna« skupina sudionika, studenata psihologije, logopedije i elektrotehnike (prosječne dobi 23 godine), njih 30 koji su se javili na oglas. U skupini je bilo 25 žena i 5 muškaraca. Svi su sudionici zdravi, bez neuroloških smetnji, uredna ili korigirana vida. Svi su sudionici dešnjaci. Za sudjelovanje u istraživanju nisu dobili nikakve bodove ili novac, a od svakog je sudionika dobiven pismeni informirani pristanak.

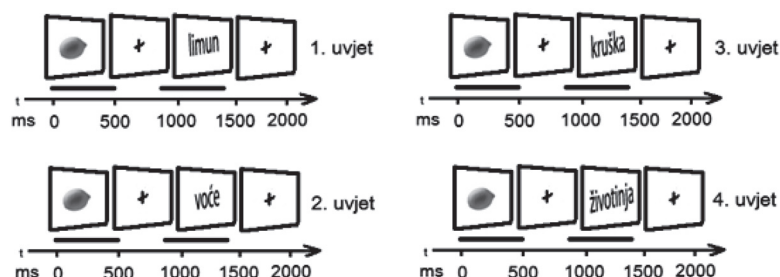
##### 4.2. Ispitni materijal

Ispitni se materijal sastojao od 60 fotografija različitih objekata, životinja ili biljaka i 66 riječi koje se odnose na te fotografije. Od 66 riječi njih 60 nazivi su predmeta na fotografiji, tj. izravno se referiraju na fotografiju (npr. fotografija limuna i riječ »limun«). Preostalih 6 riječi predstavlja hiperonime u odnosu na objekt prikazan na fotografiji (npr. fotografija limuna i riječ »voće«, vidi sliku 1). Iste su fotografije i iste riječi upotrijebljene za četiri eksperimentalna uvjeta, s tim da se svaki od 6 hiperonima upotrebljava za 10 fotografija na kojima se nalaze predmeti na koje se hiperonim odnosi (npr. za sve fotografije voća). Prema uvjetima to izgleda ovako: u prvom uvjetu fotografiju slijedi naziv za predmet ili biće na fotografiji (fotografija limuna i riječ »limun«). U drugom uvjetu fotografiju slijedi »neodređena« riječ, tj. hiperonim (fotografija limuna i riječ »voće«). U trećem uvjetu postoji neslaganje fotografije i naziva za predmet na njoj (npr. fotografija limuna i riječ »mačka«). U četvrtom uvjetu postoji neslaganje fotografije s riječi, ali je prikazana riječ jedan od 5 neodgovarajućih hiperonima (fotografija limuna i riječ »životinja«). Budući da se evocirani potencijali mjere samo na riječima, a ne na fotografijama, time je zadovoljen metodološki zahtjev da se u eksperimentu variraju uvjeti, a ne sami

podražaji (dakle, ista riječ kojoj prethode različite fotografije dat će različit elektrofiziološki odgovor). Nadalje, budući da su od četiri eksperimentalna uvjeta dva »određena«, a dva »neodređena« te da u dva uvjeta postoji slaganje između fotografije i riječi, a u druga dva ne postoji, tj. da se radi o jednostavnom 2x2 nacrtu, statistička obrada može lako pokazati koji se dio razlike u rezultatu odnosi na jedan od faktora, na faktor neodređenosti, a koji na faktor slaganja/neslaganja fotografije i riječi.

### 4.3. Postupak

Sudionici u eksperimentu pritiskom na lijevu ili desnu tipku miša trebali su odlučiti slaže li se riječ s prethodno prikazanom fotografijom ili ne. Svaka fotografija i svaka riječ na zaslonu prikazana je u trajanju od 500 ms.



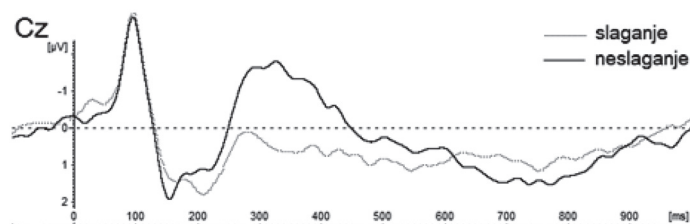
Slika 1. Shematski prikaz predočavanja podražaja: 1. uvjet (fotografija limuna nakon koje slijedi riječ »limun«), 2. uvjet (fotografija limuna i riječ »voće«), 3. uvjet (fotografija limuna i riječ »kruška«) i 4. uvjet (fotografija limuna i riječ »životinja«)

Ispitivanje je provedeno pomoću EEG pojačala QuickAmp 128 s uzorkovanjem od 2 kHz i 32-kanalnim ActiCap kapama sa standardno postavljenim elektrodama prema sustavu 10–10. Signal se snimao s prosječnom referencom, a poslije je re-referiran na mastoidne elektrode (M1/M2). Signal EEG-a filtriran je pojasnopropusnim filtrom s frekvencijskim područjem propuštanja od 0.01 do 30 Hz te usrednjen u intervalu od –100 do 1000 ms s obzirom na trenutak početka prikaza riječi u svakom uvjetu. Radi usporedbe dobivenih valova provedeno je ispravljanje osnovne linije, i to prema intervalu koji prethodi podražaju (–100 – 0 ms) tako da se početak svake krivulje poklapa. Za statističku analizu uzete su srednje vrijednosti napona u intervalima od 50 ms između 200 i 650 ms. Takva je analiza upotrijebljena zato što unaprijed ne znamo moduliraju li eksperimentalni uvjeti samo komponentu N400 ili i neku drugu (Handy, 2004). Nakon identifikacije komponenti upotrijebljena je analiza varijance s ponovljenim mjerenjima.

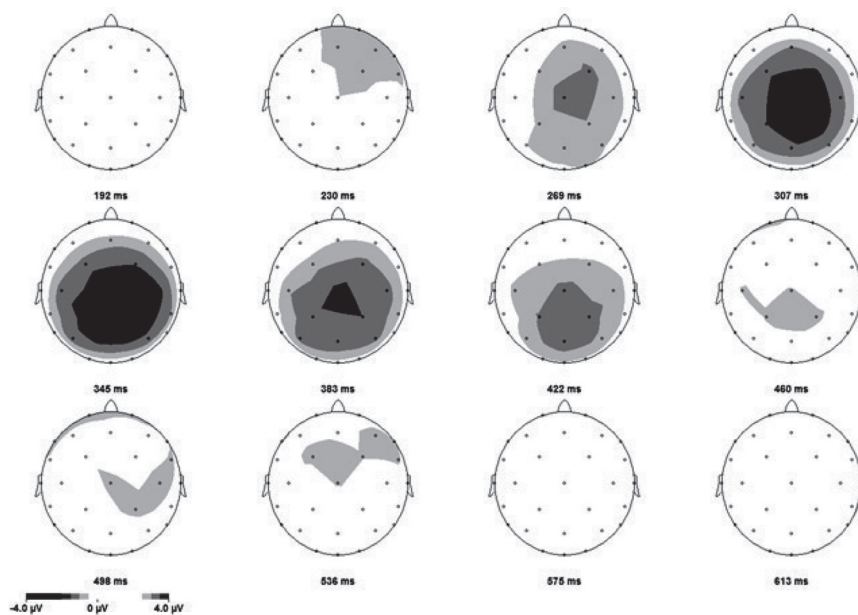
## 5. Rezultati

Rezultati dobiveni mjerenjem evociranih potencijala (ERP) neočekivano otkrivaju dva vala koja se mogu povezati s manipulacijom eksperimentalnih

uvjeta. Jedan od njih je komponenta N400 koja je dobivena u 3. uvjetu; drugim riječima, efekt N400 (tj. razlika 1. i 3. uvjeta) dobiven je između slaganja i neslaganja slike i riječi (npr. fotografija limuna i riječ »kruška«). Efekt N400 tu je očekivan i predstavlja neku vrstu referentne vrijednosti u usporedbi s drugim eksperimentalnim uvjetima. Slika 2. prikazuje karakterističan val N400 na središnjoj elektrodi (Cz). Krivulja predstavlja »veliki prosjek« (krivulja dobivena uprosječivanjem rezultata svih ispitanika), a negativnost je ucrtana prema gore. Slika 3. prikazuje distribuciju N400. Iz slike se vidi da je distribucija centralna i parijetalna s maksimumom blago pomaknutim na desnu stranu, što je tipično za N400.



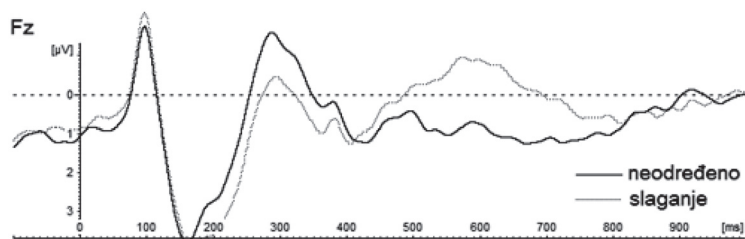
Slika 2. Evocirani potencijali u uvjetima slaganja i neslaganja fotografije i riječi (N400)



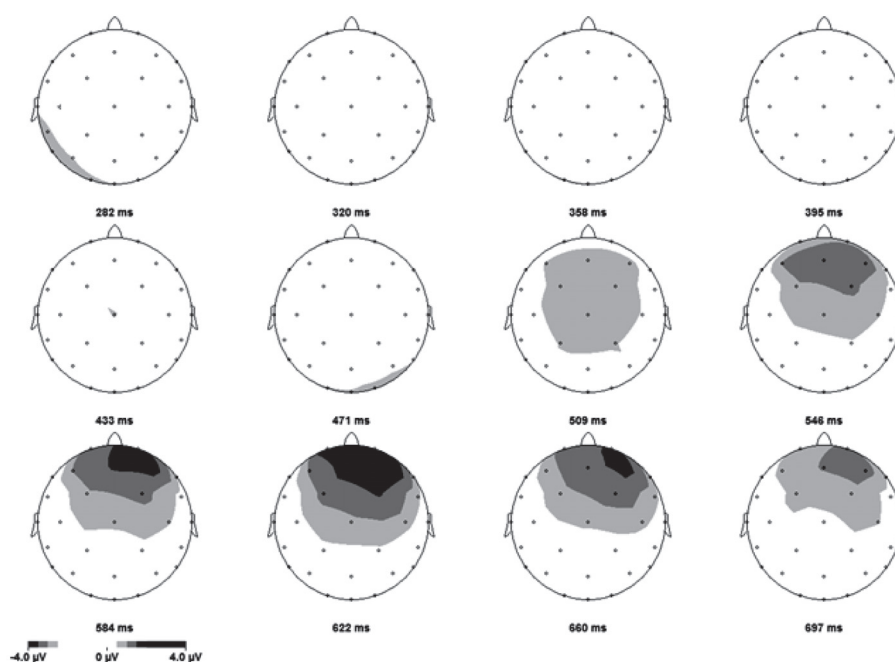
Slika 3. Distribucija komponente N400 – razlika između uvjeta slaganja fotografije i riječi i neslaganja (tamnije: veća razlika)

Drugi val vidljiv je u uvjetu neodređenosti kao pozitivan val kasne latencije (oko 600 ms) i frontalne distribucije s maksimumom na desnoj strani (slike 4. i 5). Pri tome valja zamijetiti mali efekt N400 koji prethodi kasnom pozitivnom valu, a vidljiv je na slici 4.





Slika 4. Evocirani potencijali u uvjetima slaganja fotografije i riječi i odnosa neodređenosti fotografije i riječi (P600)

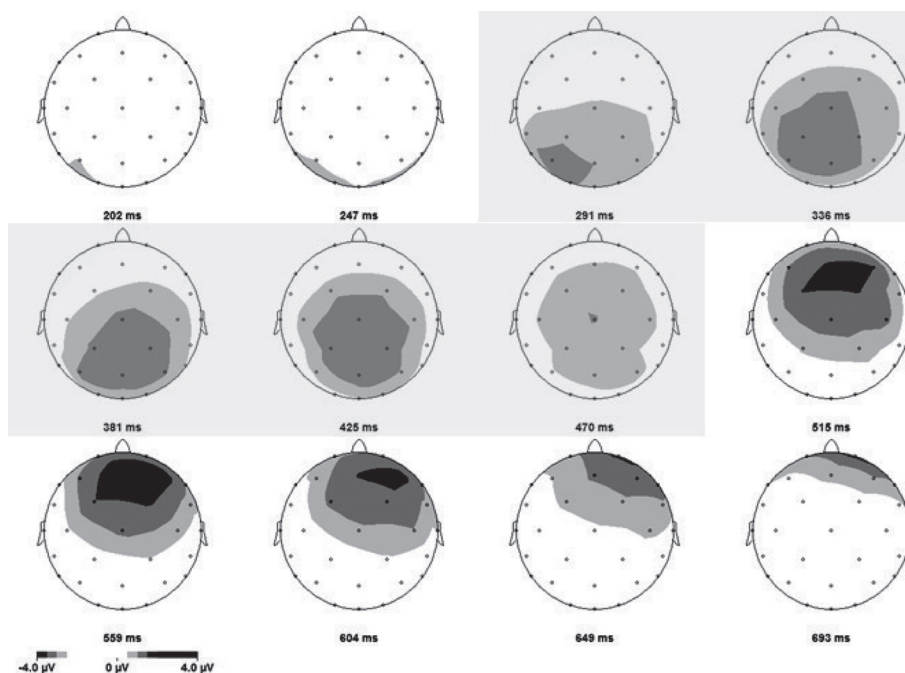


Slika 5. Distribucija kasnoga pozitivnog vala – razlika između uvjeta slaganja fotografije i riječi i odnosa neodređenosti fotografije i riječi (tamnije: veća razlika)

Taj kasni pozitivni val dobiven je u uvjetu neodređenosti, tj. kao razlika 1. i 2. uvjeta (npr. slika limuna i riječ »voće«). Efekt je najveći na frontalnim elektrodama s maksimalnim efektom na desnoj strani. S obzirom na latenciju, može se pretpostaviti da se radi o komponenti evociranih potencijala P600. Ta je komponenta karakteristična za sintaktičku obradu te, općenito, za *troškove obrade* vezane za »integrativne procese« u jezičnoj obradi, obično na kraju rečenice (Hagoort i sur., 1999). Zadnjih godina P600 se dobio kao elektrofiziološki efekt u eksperimentima sa semantičkim manipulacijama (za pregled vidi Bornkessel-Schlesewsky i Schlesewsky, 2008).

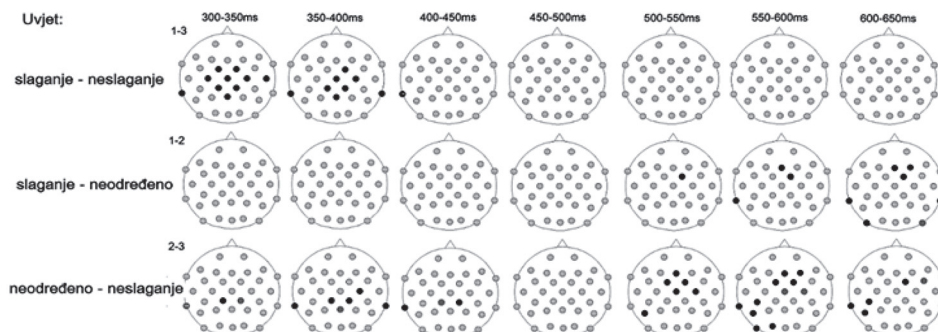
Usporedba uvjeta neslaganja i neodređenosti otkriva da je glavna i najjača razlika između tih dvaju uvjeta upravo u kasnome pozitivnom valu na frontalnim elektrodama (slika 6), dok se N400 javlja i u uvjetu neslaganja i u uvjetu

neodređenosti, samo sa slabijom amplitudom (u tom se smislu na slici 6. vidi razlika na centralnim i parijetalnim elektrodama u latencijama od 336 do 425 ms). Budući da je N400 prisutan u oba uvjeta, kasni je frontalni pozitivni val, P600 *differentia specifica* uvjeta neodređenosti. Komponenta N400 u uvjetu neodređenosti elektrofiziološki je trag semantičke obrade koja postoji i u tom uvjetu zbog odnosa hiperonimije kod riječi na kojima se mjerio elektrofiziološki efekt.



Slika 6. Razlika uvjeta neslaganja i neodređenosti (zasivljena polja predstavljaju razliku u negativnom smjeru (291–470 ms), a bijela u pozitivnome)

Statistička analiza dobivenih rezultata potvrđuje da je riječ o dvama različitim efektima: rani efekt neslaganja i kasni efekt neodređenosti. Jednosmjerna analiza varijance (ANOVA) pokazuje statistički značajnu razliku na frontalnim, frontalnim središnjim i središnjim elektrodama u intervalu od 300 do 350 ms nakon podražaja (npr. za Fz  $F(1, 29)=3,19, p=0,010$ , za Cz  $F(1, 29)=10,89, p<0,001$ ) i u frontalnim elektrodama u intervalu od 550 do 600 ms (npr. za Fz  $F(1, 29)=5,28, p=0,002$ , za F4  $F(1, 29)=4,18, p=0,007$ ). *Post hoc* test (Scheffe) otkriva između kojih je uvjeta u kojem vremenskom intervalu dobivena statistički značajna razlika uz  $p<0,05$ . Rezultati su radi preglednosti prikazani na slici 7.



Slika 7. Usporedba statistički značajnih razlika u eksperimentalnim uvjetima po elektrodama i intervalima od 50 ms (pojedina točka označava elektrodu, zacrnjene točke označavaju elektrode na kojima je razlika između uvjeta statistički značajna)

Slika 7. jasno prikazuje dvije različite komponente: ranu, centralno–parijetalnu, dobivenu kao razliku u uvjetu slaganja i neslaganja slike i riječi (N400) i kasnu (500–550, 550–600 ms) na frontalnim elektrodama kao razliku između uvjeta slaganja slike i riječi i uvjeta neodređenosti. Ako pak usporedimo neslaganje i neodređenost, vidimo malu razliku na dvije do četiri elektrode u N400 i veću razliku upravo u kasnom intervalu (P600).

Dok jednosmjerna ANOVA izvedena na malim odsječcima evociranih potencijala (50 milisekundi) može poslužiti za identifikaciju dviju komponenti, tek analiza varijance s ponovljenim mjerenjem otkriva što (tj. koji faktor) objašnjava dobivene rezultate. Izvedena je na srednjim vrijednostima napona dviju izdvojenih komponenti (N400 i P600), dakle, u dvama karakterističnim vremenskim intervalima, od 300 do 400 ms i od 550 do 650 ms, na temelju rezultata prikazanih na slici 7. Izdvojena su tri faktora: položaj elektrode (»*položaj*«), slaganje/neslaganje fotografije i riječi (»*neslaganje*«) i odnos određenosti/neodređenosti riječi i fotografije (»*neodređenost*«), pri čemu i faktor *položaja* ima dvije razine, tj. vrijednosti su uzete s dvije elektrode, desne frontalne (F4) i središnje elektrode (Cz). U prvom intervalu (300–400 ms) glavni efekt *neslaganja* pokazao se statistički značajan, kao i glavni efekt *neodređenosti*. Glavni efekt *položaja* nije se pokazao statistički značajnim. Interakcije među efektima nisu statistički značajne, što govori o tome da i *neslaganje* i *neodređenost* u ranom intervalu imaju efekt »u istom smjeru« na obje elektrode, tj. da se radi o istoj široko distribuiranoj komponenti, N400. U drugom intervalu (550–650 ms) zabilježen je glavni efekt *položaja* i glavni efekt *neodređenosti*, dok glavni efekt *neslaganja* nije statistički značajan. F–omjeri i razine značajnosti za sva tri faktora u dvama intervalima nalaze se na tablici 1. Osim glavnih efekata u kasnom je intervalu zabilježena i statistički značajna interakcija *položaj*\**neodređenost* ( $F(1, 29)=5,1$ ,  $p=0,031$ ), dok druge interakcije nisu statistički značajne. Ta interakcija govori da faktor *neodređenosti* na oko 600 ms različito djeluje na dvije elektrode što osnažuje tumačenje *neodređenosti* kao faktora koji objašnjava P600 s užom distribucijom od N400.

| Faktor              | 300–400 ms     |            | 550–650 ms      |            |
|---------------------|----------------|------------|-----------------|------------|
|                     | F-omjer        | Značajnost | F-omjer         | Značajnost |
| <i>položaj</i>      | F(1, 29)=1,307 | p=0,262    | (F(1, 29)=32,2  | p<0,001 *  |
| <i>neslaganje</i>   | F(1, 29)=141,5 | p<0,001 *  | F(1, 29)=1,82   | p=0,187    |
| <i>neodređenost</i> | F(1, 29)=34,6  | p<0,001 *  | (F(1, 29)=34,07 | p<0,001 *  |

Tablica 1. Statistička analiza srednjih vrijednosti napona (ANOVA s ponovljenim mjerenjem) za glavne efekte svih triju faktora. Statistička značajnost efekta na razini  $p<0,05$  označena je zvjezdicom (\*).

## 6. Rasprava

Iako su se na temelju dosadašnjih istraživanja mogle očekivati promjene samo na komponenti N400, rezultati ovog eksperimenta pokazuju dvije komponente, N400 i P600. Takav rezultat omogućuje tumačenje prema kojem se postigao efekt neodređenosti kao posljedica upotrijebljenih hiperonima i tumačiti neodređenost kao bitno svojstvo jezika, svojstvo koje olakšava komunikaciju. To se čini proturječnim: ako postignemo elektrofiziološki efekt neodređenosti, onda ne možemo tvrditi da on ima neki facilitirajući učinak na jezičnu obradu; neodređenost traži više obrade, dakle, otežava, a ne olakšava komunikaciju. Međutim, ta je proturječnost vezana za predviđanje jednog jedinog elektrofiziološkog odgovora, komponente N400. Dvije komponente odnose se na dva različita procesa i na (barem) dvije različite faze leksičke obrade u ovome zadatku.

Prvo, tablica 1. pokazuje da se dvije komponente odnose na različite procese: komponenta N400 kaže nam da hiperonim jednostavno nije prava riječ za fotografiju; N400 je mjera pogrešne (više) razine značenja, baš kao što je ta komponenta odgovor na pogrešnu riječ u odnosu na fotografiju. Možemo pretpostaviti da je veća amplituda N400 posljedica usporedbe riječi, koja se ispitaniku automatski priziva kad vidi sliku, i riječi koju treba kategorizirati (koja se prikaže na zaslonu). Ako su različite, amplituda N400 bit će veća. Faktori *neslaganja* i *neodređenosti* zajedno objašnjavaju komponentu N400 jer su u oba slučaja to riječi različite od one koja se ispitaniku automatski »aktivira«. Međutim, komponentu P600 objašnjavaju faktori *položaja* i *neodređenosti*. Dakle, kasni pozitivni val, koji je dobiven usko na desnoj frontalnoj elektrodi (F4), predstavlja efekt neodređenosti, elektrofiziološki trag povećanih *troškova obrade* vezanih za integraciju fotografije i riječi, obrade koje nema kod riječi pogrešne s obzirom na fotografiju.

Drugo, dvije komponente evociranih potencijala znače (barem) dvije faze u obradi koje su, kako vidimo iz tablice 1, neovisne, tj. objašnjavaju ih različiti faktori. Kad govorimo o dvije faze, možemo pretpostaviti da se odgovarajuća riječ u umnom rječniku »aktivira« već kad ispitanik vidi fotografiju. Kad nakon toga pročita riječ, u vremenskom okviru od oko 700 milisekundi događaju se dva procesa: (1.) prepoznavanje riječi i usporedba s riječju koja je prethodno aktivirana i (2.) integracija riječi i fotografije. U prvoj fazi hiperonim je samo greška koja proizvodi N400. Trag druge faze obrade je P600. Integracije nema

kad je riječ pogrešna (*neslaganje*) pa nema ni *troškova obrade*. Riječ osnovne razine lako se integrira u kontekst zadan fotografijom i *troškovi obrade* su mali. Hiperonom *specifično* traži veće *troškove obrade* jer se teže uklapa u kontekst, odatle P600 samo za neodređenost. U toj fazi hiperonom nije greška, a pogrešna riječ i riječ osnovne razine daju sličan elektrofiziološki odgovor. Riječ se, dakle, kategorizira u dvije faze: prvo se prihvati takva kakva jest, prava ili kriva s obzirom na fotografiju, drugo, tek tada govornik lakše ili teže kategorizira riječ s obzirom na zadatak. Dakle, druga je faza ona koja je specifična za zadatak (engl. *task related*) tako da bi različit zadatak mogao dati različit elektrofiziološki odgovor u nekom od uvjeta.

Budući da su spomenuta dva procesa i s njima povezane dvije faze obrade neovisne, možemo zamisliti situaciju u kojoj bi hiperonom bila riječ koja najbolje odgovara kontekstu; na primjer, kad se iz fotografije ne bi razaznalo je li na njoj pas ili mačka pa bi riječ *životinja* bila najprimjerenija. Rezultati su, dakle, konzistentni i s eksperimentalnim efektom neodređenosti kao povećanim *troškovima obrade* i s teorijom prema kojoj neodređenost u jeziku olakšava komunikaciju.

Takvo se tumačenje uklapa u ono što znamo o komponentama dobivenim u ovome eksperimentu. Komponenta N400 veže se za semantičku obradu, ona je mjera prizivanja riječi iz umnog rječnika. Što je prizivanje lakše, manji je N400. Ovaj nam eksperiment govori da je taj proces automatski: čim je ispitanik vidio fotografiju, samo je jedna riječ mogla njoj odgovarati. Svaka druga riječ daje veću amplitudu N400 pa makar prema zadatku i odgovarala fotografiji, kao što je slučaj s hiperonomom. Prema rezultatima ovog eksperimenta automatsko prizivanje riječi precizno je u najvećoj mjeri i neodređenosti tu nema mjesta (dodatni bi eksperimenti trebali pokazati kakvu ulogu igraju faktori kao što su učestalost ili duljina riječi i sl.). Komponenta P600 obično se veže za integrativne procese (najčešće se mjeri na kraju rečenice), a efekt P600 proizvodi ne samo greška nego i preferencije govornika, težina konstrukcije (npr. nekanonski red riječi i sl.) pa se često uzima kao mjera *troškova obrade* (Kaan i sur., 2000). Najčešće se veže za sintaktičku obradu, ali se može dobiti i u eksperimentima u kojima se manipulira značenjem. Veći *troškovi obrade* za hiperonom u kontekstu koji to ne traži primjer su upravo takvog tumačenja P600<sup>10</sup>.

## 7. Zaključak

Istraživanje kategorizacije i neodređenosti metodom evociranih potencijala radi identificiranja elektrofiziološkog korelata neodređenosti u jeziku i ispitivanja »psihološke realnosti« pojedinih teorija značenja dalo je neočekivane

10 Komponentu P600 u manipulaciji tematskim ulogama (u rečenicama koje počinju sa: »Za doručak jaje je pojelo...«) dobili su Albert Kim i Lee Osterhout (Kim, Osterhout, 2005.) i rezultate objasnili *semantičkim privlačenjem*, tj. činjenicom da u kontekstu doručka jaje automatski promatramo kao objekt, a ne kao subjekt doručka. Na sličan način možemo tumačiti i rezultate ovog eksperimenta: fotografija pruža kontekst i *semantički privlači* točno određenu riječ, a ne njezin hiperonom ako za to ne postoji neki dodatni razlog, uklapanje hiperonima u kontekst rezultirat će većim *troškovima obrade*.

rezultate. Budući da se u zadatcima (podražajima) manipuliralo isključivo značenjem riječi, mogla se očekivati promjena u amplitudi ili latenciji komponente N400 za koju znamo da je možemo manipulirati manipulacijom značenjem. Umjesto toga, dobivena su dva različita vala evociranih potencijala: jedan rani, negativan, vezan za neslaganje u značenju, latencije od 300 do 400 ms (N400) i drugi kasni, pozitivan s latencijom između 550 i 650 ms, vezan za neodređeno slaganje fotografije i riječi (P600). Takav rezultat upućuje na to da je razumijevanje riječi dvofazni proces: (1.) usporedba zadane riječi s riječju koja je automatski prizvana u danoj situaciji i njihovo slaganje/neslaganje; (2.) integracija zadane riječi u situaciju ili kontekst. Procesi koje vezemo za jezičnu neodređenost pripadaju kasnijoj fazi u leksičkoj obradi.

Drugo, rezultati upućuju na to da su procesi vezani za »aktivaciju« riječi u umnom rječniku najvećim dijelom automatski i izvan kontrole govornika. Na to upućuje veća amplituda N400 za bilo koju riječ koja ne odgovara nazivu predmeta s fotografije. Fotografija, naime, automatski »aktivira« riječ koja joj odgovara na »najprecizniji« način, svaka druga riječ proizvest će veću amplitudu N400, bez obzira na zadatak.

Treće, postignut je eksperimentalni efekt jezične neodređenosti i možemo ga smjestiti u fazu integracije riječi u kontekst. Zbog toga su rezultati konzistentni i s teorijama prema kojima se predviđa eksperimentalni efekt neodređenosti u smislu povećanih *troškova obrade* i s teorijama prema kojima jezična neodređenost facilitira jezičnu komunikaciju. Ova neodređenost u pogledu odabira teorija može se razriješiti jedino drugim eksperimentom koji bi se poduzeo radi isključenja nekog od ponuđenih tumačenja, ali povezivanje neodređenosti s integracijom u kontekst rezultat je koji odgovara modeliranju »inteligentne interakcije« u kojoj poruka može biti neodređena zbog minimuma razmijenjenih obavijesti, dok se precizno značenje rekonstruira tek na temelju zajedničkih pretpostavki u danom kontekstu.

## Literatura

- Bornkessel-Schlesewsky, I., Schlewsky, M. (2008). An alternative perspective on »semantic P600« effects in language comprehension. *Brain Research Reviews*, 59(1), 55-73.
- Church, A. (1960). Vague, in D. Runes (ed.), *Dictionary of Philosophy*, Philosophical Library, New York, p. 329.
- Cvikić, L. (2009). Odnos morfološke osviještenosti i leksičkoga znanja u hrvatskome jeziku. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet.
- Dummett, M. (1975). Wang's paradox, *Synthese* 30: 301-324.
- Evans, V., Green, M. (2006). *Cognitive Linguistics: An Introduction*. Edinburgh, Edinburgh University Press.
- Gärdenfors, P. (1999). Some Tenets of Cognitive Semantics. U: J. Allwood, P. Gärdenfors (ur.) *Cognitive Semantics: Meaning and Cognition*. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins Publishing Company, 19-36.
- Gärdenfors, P. (2004). Conceptual Spaces as a Framework for Knowledge Representation. *Mind and Matter*, Vol 2(2), 9-27.
- Gärdenfors, P. (2004a). *Conceptual Spaces: The Geometry of Thought*. Cambridge, MA: The MIT Press.

- Hagoort, P., Brown, C.M., Osterhout, L. (1999). The neurocognition of syntactic processing. U: M. Brown, P. Hagoort (ur.) *The Neurocognition of Language*. Oxford: Oxford University Press, 273–307.
- Handy, T.C. (2004). *Event-Related Potentials: A Methods Handbook*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Horn, L. (1984). Towards a new taxonomy of pragmatic inference: Q-based and R-based implicatures. U: D. Schiffrin (ur.) *Meaning, Form, and Use in Context: Linguistic Applications*. GURT84, Washington: Georgetown University Press, 11–42.
- Jensen, A. R. (2006). *Clocking the Mind: Mental Chronometry and Individual Differences*. Oxford: Elsevier Publishers.
- Kaan, E., Harris, A., Gibson, E., Holcomb, P. (2000). The P600 as an index of syntactic integration difficulty. *Language and Cognitive Processes*, 15(2), 159–201.
- Kim, A., Osterhout, L. (2005). The independence of combinatory semantic processing: Evidence from event-related potentials. *Journal of Memory and Language*, 52(2), 205–225.
- Krifka, M. (2007). Negated Antonyms: Creating and Filling the Gap. U: U. Sauerland and P. Stateva (ur.) *Presupposition and Implicature in Compositional Semantics*, Palgrave Studies in Pragmatics, Language and Cognition, New York, 163–177.
- Kutas, M. and Hillyard, S.A. (1980). Reading senseless sentences: brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207: 203–205.
- Lakoff, G. (1987). *Women, Fire and Dangerous Things: What Categories Reveal about the Mind*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Lawry, J. (2006). *Modelling and Reasoning with Vague Concepts*. New York, Springer.
- Mitchell, T. M., Shinkareva S. V., Carlson, A., Chang, K–M., Malave, V. L., Mason, R. A., Just, M. A. (2008.). Predicting Human Brain Activity Associated with the Meanings of Nouns. *Science*, 320, 1191–1195.
- Peirce, C.S. (1902), Vague, in J.M. Baldwin (ed.), *Dictionary of Philosophy and Psychology*, London, p. 748.
- Quine, W.V.O. (1960), *Word and Object*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Rosch, E. H. (1973). Natural categories. *Cognitive Psychology*, 4(3), 328–350.
- Russell, B. (1923), Vagueness, *Australasian Journal of Philosophy and Psychology* 1: 84–92.
- Trueswell, J. C., Tanenhaus, M. K. (ur.) (2005.). *Approaches to Studying World-Situated Language Use: Bridging the Language-as-Product and Language-as-Action Traditions*. Cambridge Massachusetts, The MIT Press.
- Tye, M. 1990. Vague objects. *Mind* 99: 535–57.
- van Fraassen, B. C. 1966). Singular Terms, Truth-Value Gaps, and Free Logic. *The Journal of Philosophy*, Vol. 63, No. 17, 481–495.
- Williamson, T. (2001). *Vagueness*. London, Taylor & Francis e-Library.

### *Categorization and vagueness: How are words stored in the mental lexicon?*

In this study event-related potentials method (ERP) was used to study the effect of vagueness in language. In difference to philosophy, where vagueness is a source of Sorites paradoxes, in linguistics vagueness is regarded as a design feature of human language. In this sense vagueness is modeled in contemporary cognitive science as a feature that allows for keeping the actual amount of exchanged information between the intelligent agents at minimum while preserving the effectiveness of communication. The theory of meaning that accounts for vagueness in language is Gärdenfors' theory of conceptual spaces. According to this theory the concepts are positioned in a continuum along a vector that represents a feature, e. g. *tallness*. Gärdenfors introduces a *crisp* function that corresponds to categorization. The *crisp* function divides the conceptual space into two parts (*tall* and *non-tall* regions in the given example). Categorization

is therefore essential for the account of vagueness because it is the source of vague concepts (e.g. of *being tall* in a continuum of precise measures of *tallness*, say, in millimeters). In this experiment we used a well-known *picture matching paradigm* in which participants had to decide whether a word matches the given photograph or not (categorization task). The vagueness condition was added by adding hyponyms as words to the categorization task, thus creating four experimental conditions (*non-vague match*, *vague match*, *non-vague mismatch* and *vague mismatch*). The difference in N400 component of ERP was expected for all vague and mismatch conditions. However, two different components were obtained: both N400 for all *mismatch conditions* (including *vague*) and P600 for *vague* conditions. Therefore, both the experimental effect of vagueness was obtained and the results can be interpreted in terms of vagueness as facilitation of language communication. These results also indicate that retrieving words from mental lexicon is (at least) a two-phase process in which the word activated by the picture is (1.) compared with the stimulus word and then (2.) integrated into the context. The first phase is highly automatic and beyond speaker's control while the second depends on the context: vague words are correctly categorized, but require additional *processing costs* if there is no other reason for using them.

**Ključne riječi:** neodređenost (psiholingvistika), kognitivni model ljudske komunikacije, umni rječnik

**Key words:** vagueness (psycholinguistics), cognitive model of human communication, mental lexicon

Napomena: Ovaj je rad napravljen u sklopu projekta »*Vagueness, Approximation and Granularity*« programa EUROCORES LogICCC Europske zaklade za znanost (ESF) te financiran sredstvima Nacionalne zaklade za znanost (NZZ).