SUSTAVI

časopis za razumijevanje naše okoline / broj 6 / godina 3. / studeni 2010. / ISSN 1864 5080 / cijena 15 kn

TAJNE MOZGA / TEMA BROJA

- *studirati kognitivnu znanost*
- *umjetne neuronske mreže*
- *evocirani potencijali*



ENA VRBEK

- Hrvatica na krovu svijeta

9 771846 508074

European Commission TEMPUS

SUSTAVI

časopis za razumijevanje naše okoline

Izdavač
Hrvatsko interdisciplinarno društvo
Šimunčevečka 38b, 10360 Sesvete
http://www.idd.hr, sustavi@idd.hr

Glavni i odgovorni urednik
doc.dr.sc. Josip Stepanić

Urednica
Anna Vrca, prof.soc., urednica@idd.hr

Direktorica
Danijela Žura, dipl.uč., sustavi@idd.hr

Pretplate
Miljenka Ćurković, sustavi@idd.hr

Uredništvo
dipl.inž. Petar Ćurković,
mr.sc. Predrag Đukić,
doc.dr.sc. Robert Fabac,
dipl.oecc. Željko Grgić,
Mladen Iličković, prof.,
doc.dr.sc. Josip Kasać,
dipl.inž. Zvonko Kostanjčar,
dipl.soc. Boško Kuzmanović,
doc.dr.sc. Mirta Mileusnić,
dr.sc. Armano Srbljinović,
dr.sc. Tatjana Tkalčec

Savjet časopisa
prof.dr.sc. Vjekoslav Afrić,
prof.dr.sc. Aleksa Bjeliš,
prof.dr.sc. Mirjana Bonković,
prof.dr.sc. Juraj Božičević,
prof.dr.sc. Tino Bucak,
prof.dr.sc. Igor Čatić,
prof.dr.sc. Vesna Dušak,
mr.sc. Željko Jakopović, savjetnik,
prof.dr.sc. Bojan Jerbić,
prof.dr.sc. Melita Kovačević,
prof.dr.sc. Zdenko Kovačić,
prof.dr.sc. Mladen Kučinić,
prof.dr.sc. Mirjana Pejić Bach,
prof.dr.sc. Karin Šerman,
prof.dr.sc. Marko Tadić

Lektorica
Valerija Karačić, prof.

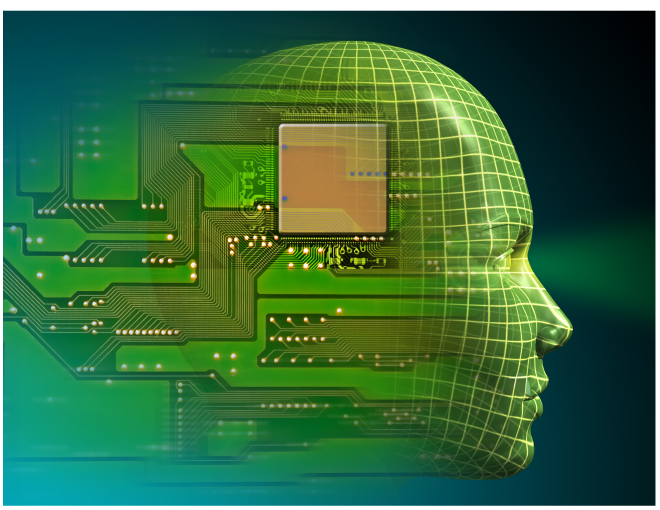
Naslovnica
Borna Poljak

Mrežna programiranje i tehnička priprema
Danijel Ostović i Igor Cerin

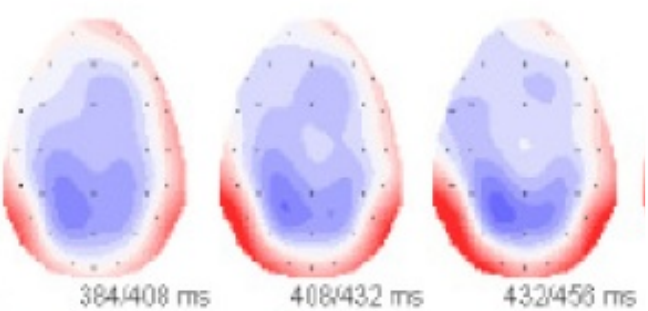
Tisak i naklada
Ekološki glasnik d.o.o., 2000 kom



str. 5 Liga kumpanija



str. 16 Umjetne neuronske mreže



str. 22 Evocirani potencijali

Časopis Sustavi financijski su poduprli projekt TEMPUS CD_JEP-41043-2006, Sveučilište u Zagrebu, Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa te Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu.

Mišljenjima Agencije za odgoj i obrazovanje te Agencije za strukovno obrazovanje, časopis Sustavi se preporuča kao neobvezno, dodatno obrazovno sredstvo.

SADRŽAJ

Aktivnosti HID-a

5 Liga kumpanija

8 Opisujemo sustave

10 Prozor snova



str. 12 Studiji vezani uz kognitivnu znanost

Tema broja

12 Studiji vezani uz kognitivnu znanost

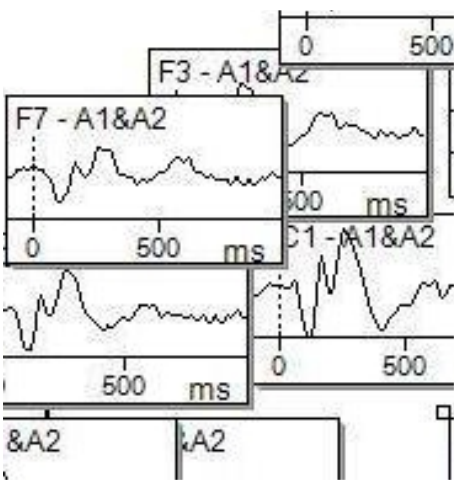
16 Umjetne neuronske mreže

22 Evocirani potencijali

28 Evocirani potencijali i istraživanje jezika

33 Evolucija jezika

40 Poezijom protiv straha



str. 28 Evocirani potencijali i istraživanje jezika

Pogled u dubinu

45 Ena Vrbek - Hrvatica na krovu svijeta

48 Putovanje Indijom

55 Andrija Štampar

64 Ekološko gospodarenje otpadom



str. 48 Putovanje Indijom

Riječ urednice

Drage čitateljice i čitatelji,

nakon što smo između svih ostalih tema o kojima smo pisali i donosili vam nova saznanja u prošlom broju Sustava obradili i temu Ruke, razmišljala sam koja bi sljedeća tema bila ta koja bi vas mogla zaintrigirati. Nakon pomnog promišljanja i razgovora s mnogim drugima, shvatila sam da bi logičan slijed vodio do mozga. Naime, što bi ruke bez mozga? Što bi cijelo tijelo bez mozga?

Teško je pobrojati sve grane znanosti koje se bave proučavanjem mozga, a da se pri tom neka ne izostavi. Unatoč tome, mnogi ljudi smatraju da nikad nećemo saznati sve tajne koje krije ljudski mozak. Međutim, moramo priznati da se misteriji oko ovoga organa sve više razotkrivaju i to zahvaljujući suvremenoj tehnologiji, kao i stručnjacima iz raznih područja.

U temi broja težište je na kognitivnoj neuroznanosti. Tako su u člancima opisane više moždane funkcije ili kognitivni proces. Jezik je jedna od najsloženijih kognitivnih funkcija, a istraživanje jezika provodi se evociranim potencijalima o čemu možete pročitati u člancima Marjana Palmovića i Velimira Išguma. Ako vas zanima kako je razvoj jezika tekao kroz povijest, tada pročitajte članak Tene Gnjatović. Jeste li ikad čuli za umjetne neuronske mreže? Čemu služe? Odgovore možete pronaći u članku Bojane Dalbelo Bašić, Marka Čupića i Jana Šnajdera.

Osjećate li strah kad ugledate zmiju? Postoje razni načini kako pobijediti fobije, no jedan je posebno zanimljiv. O čemu se radi? Ukoliko vas zanima, pročitajte članak Jelene Vlašić Duić i Ivane Vrljec. Dio teme broja je i članak o studiranju kognitivne znanosti i neuroznanosti, namijenjen svima vama koji svoj životni put želite nastaviti u tim područjima

Što nam ovaj put donosi Pogled u dubinu?

Pogledom arhitekta Nikole Paunovića možete doživjeti drugačiju egzotičnu Indiju i to u obliku putopisa koji je, dakako, popraćen fotografijama s putovanja. Čime nas je zadužio Andrija Štampar, pročitajte u članku Nikice Viličić i spoznat ćete koliko je zadužio i pomogao ne samo Hrvatima, nego i cjelokupnom čovječanstvu.

O provedenom većem broju aktivnosti našega Društva, čitajte u odgovarajućoj rubrici.

Pozivam vas na što češće posezanje za časopisom kao pouzdanim izvorom trajnih i korisnih informacija.

Naše redovite aktivnosti možete pratiti na živahnoj mrežnoj stranici www.sustavi.net. Ovim se putem ujedno zahvaljujem Danijelu Ostoviću i Danijeli Žuri na uloženom trudu u pripremi stranice kao i na njenu održavanju. Također nam se možete pridružiti u grupi na Facebook-u "Sustavi – časopis kojeg ste čekali" (a stvarno i dočekali!) koja je i dinamična i vesela, a nadasve druželjubiva. Ukoliko niste na *Facebook*-u, uvijek vam preostaje *Twitter*.

Vaša Anna

Liga kumpanija

Nacionalni susreti grupa učenika i učenica srednjih škola na temu mobilne robotike – Liga kumpanija – i u prošloj su se školskoj godini održavali tijekom cijele školske godine. U ovom tekstu ukratko prikazujemo veći broj održanih susreta.

Susreti su održani u dvije grupe: prvi su bili regionalnog karaktera i održavani su tijekom listopada i studenog 2009. Drugi je susret bio nacionalnog karaktera, a održan je u siječnju 2010. godine.

Josip Stepanić

Prvi susreti

17. - 18. X. 2009. dvodnevni susret održan je na Fakultetu elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje u Splitu te u Zvjezdanom selu na Mosoru. Susret se sastojao od tematskih predavanja, radionice mobilne robotike i samostalnog rješavanja zadataka. Sudjelovale su Srednja škola Gračac, Tehnička škola Zadar, Srednja strukovna škola „Blaž Jurjev Trogiranin“ iz Trogira, Srednja škola Blato, Srednja škola Metković te učenici koji su sudjelovali kao predstavnici domaćina, Županijske zajednice Splitsko-Dalmatinske županije. Plenarno predavanje o naprednim tehnologijama održao je prof.dr.sc. Darko Stipaničev. Predavanja o različitim vrstama robota i softvera održali su Tea Marasović, Josip Musić i Ivo Stančić, djelatnici Zavoda za elektroniku s Fakulteta elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu. Zanimljivo predavanje održala je Maja Marasović, na temu nagrađenu na međunarodnom natjecanju *FameLab*.

24. X. 2009. Tehnička škola Ruđera Boškovića u Zagrebu. Sudjelovalo je 8 škola: Tehnička škola Karlovac, Tehnička škola Sisak, Gimnazija Velika







Slika desno gore: studenti Nikola Hranj i Jakov Bartulović u radu s učenicima tijekom praktičnog rada s robotima na Zvjezdanom selu. Slikala studentica Marija Ivančević (vidjeti i sliku na str. 10).

Tijekom praktičnog rada s robotima (desno u sredini). Predavači i suradnici susreta u Splitu i Zvjezdanom selu (desno).

Gorica, Srednja strukovna škola Velika Gorica te škole iz Zagreba: I. tehnička srednja škola Tesla, Tehnička škola Fausta Vrančića, IX. gimnazija i škola domaćin.

6. XI. 2009. Osijek. Susret je održan u zgradi koju dijele Srednja strojarska škola te Elektrotehnička i prometna škola, a koje obje sudjeluju u Ligi kumpanija. Uz njih na susretu su sudjelovale Tehnička škola Požega, Tehnička škola Slavonski Brod, Tehnička škola Ruđera Boškovića Vinkovci i Srednja strukovna škola braće Radića Đakovo.

13. XI. 2009. susret je održan na Odsjeku za politehniku Filozofskog fakulteta u Rijeci.







Dvije slike sa susreta u Srednjoj strojarskoj školi u Osijeku (gore u ovom stupcu).

Učenik I. tehničke škole TESLA, Filip Kovačić Popov (stoji) opisuje robot kojeg je konstruirao (lijevo).





Dvije slike sa susreta u Tehničkoj školi Ruđera Boškovića (gore).

SMS dvoboj

SMS dvoboj je **inovacija** koju su na susretu u Tehničkoj školi Ruđera Boškovića predstavili učenici Gimnazije Velika Gorica, razvijena pod mentorstvom prof. Snježane Ruklić u Informatičkom klubu VEL_IK iz Velike Gorice. U dvoboju, sudionici u istom trenutku dobiju kôd programa za upravljanje robotom u kojemu dio naredbi nedostaje. Sudionici trebaju otkriti kôd koji nedostaje i poslati ga kao SMS poruku na broj mobitela koji je izravno spojen s robotom. Specifičnost je da se iz gibanja robota jasno vidi tko je poruku poslao. Primjer je robot postavljen ispred sudionika dvoboja kojima je zadano robota pokrenuti na različite strane - jedan sudionik nalijevo, drugi nadesno.

A zašto naziv Liga kumpanija?

Ovo je jedno od pitanja postavljenih tijekom susreta, a odgovor je sljedeći: Liga zato što se planira održavanje većeg broja susreta, slično sportskim ligama. Budući da se u ligi očekuje sudjelovanje timova, a ne pojedinaca, to je naznačeno našim nazivom kumpanije.







Lijevo, odozgo nadolje: jedna slika su susreta u Elektrostrojarskoj školi Varaždin, dvije slike sa susreta na Filozofskom fakultetu u Rijeci. Najdonja slika: sudionici nacionalnog susreta.

Sudjelovale su sljedeće škole iz Rijeke: Srednja škola za elektrotehniku i računarstvo, Elektrostrojarska i obrtnička škola te Strojarsko brodograđevna škola za industrijska i obrtnička zanimanja.

17. XI. 2009. Elektrostrojarska škola Varaždin. Sudjelovale su tri škole koje po prvi puta sudjeluju u Ligi kumpanija: Tehnička škola Krapina, Tehnička i industrijska škola Čakovec i škola domaćin.

Nacionalni susret

Nacionalni susret održan je 16. i 17. I. 2010. u Velikoj Gorici i sastojao se od tematskog predavanja, radionica i samostalnog rješavanja zadataka. Sudjelovalo je 63 učenika i mentora iz 18 srednjih škola iz cijele Hrvatske. Kao i prošle školske godine, zadaci su bili zahtjevniji od onih rješavanih na prvoj grupi susreta.

Zaključno

Roboti koji su korišteni modificirani su u odnosu na prošlu godinu. Naime, imali su univerzalni nosač senzora, inovaciju za koju zahvaljujemo zadruzi Tehničke škole Karlovac Mladi tehničari Karlovca i njihovom mentoru prof. Milanu Bijeliću.

Održavanje susreta i nabavu mobilnih robota za škole uključene od ove školske godine, omogućila su sredstva Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa te Zagrebačke banke d.d.



Opisujemo sustave

*Nedavno je završena četvrta provedba natjecanja **Opisujemo sustave**. Riječ je o natjecanju učenica i učenika srednjih škola iz primjene znanosti o sustavima. Natjecanje organizira Hrvatsko interdisciplinarno društvo, a karakteristično je po interdisciplinarnom pristupu u kojemu đaci znanja stečena na redovnoj nastavi primjenjuju na opise sustava iz naše okoline.*

Josip Stepanić

Propozicije

Ponovimo ukratko pravila natjecanja: u prvom dijelu po dva učenika ili učenice pripremaju zajedno esej na temu koju sami odaberu. Određeni elementi strukture i sadržaja eseja se vrjednuju. Tako se pravilnom strukturom eseja dobiva do 10 bodova, a cjelovitim sadržajem do 60 bodova. Time je najveći broj bodova koje se dodijeljuje eseju jednak 70 bodova. U propisanim cjelinama, relativno velik broj bodova dobiva se za pravilno izdvojen, prikazan i objašnjen dijagram uzročno-posljedičnih veza, što je značajna cjelina iz pristupa znanosti o sustavima. Drugi dio natjecanja je javno izlaganje, u kojemu se izlažu teme čiji su eseji dobili određen broj bodova. Propisane su karakteristike javnog izlaganja, prezentacije trajanja do 10 minuta, koje nose do 30 bodova. Bodovi eseja i izlaganja se zbrajaju, što daje zaključni redoslijed. Autori i autorice tri rada s najvećim ukupnim brojem bodova se nagrađuju. Na natjecanju su učenici podijeljeni u dvije dobne skupine, mlađu i stariju. U mlađu skupinu ulaze radovi učenika iz I. i II. razreda, dok u stariju skupinu ulaze radovi učenika iz III. i IV. razreda.



Sudionici završnog skupa natjecanja "Opisujemo sustave" u šk.god. 2009./2010.

Natjecanje u šk.god. 2009./2010.

U školskoj godini 2009./2010. bila su prijavljena 22 rada. Ukupno je zaprimljeno 18 radova. Za izlaganja na završnom susretu pozvano je 10 radova. Od tog broja, 7 radova je bilo u starijoj skupini, a 3 u mlađoj. Eseje je procjenjivalo povjerenstvo u sastavu: dipl.ing. Zvonko Kostanjčar, doc.dr.sc. Josip Stepanić i mr.sc. Nikica Viličić. Izlaganja je procjenjivalo povjerenstvo u sastavu: viši savjetnik mr.sc. Željko Jakopović, doc.dr.sc. Tomislav Janović, mr.sc. Maja Rujnić Sokele, i prof. Renata Špehar, dok je zbog zdravstvenih razloga izostala prof. Maša Mikšić. Završni susret održan je u prostorijama Hrvatskih studija Sveučilišta u Zagrebu. Zahvaljujemo Hrvatskim studijima Sveučilišta u Zagrebu na omogućavanju održavanja završnog susreta natjecanja "Opisujemo sustave".

Radovi istaknuti u svakoj od skupina navedeni su u tablici. Ostali radovi pozvani na javno izlaganje na završnom susretu su: Zelena energija (učenici Tomislav Horvat i Josip Vizec, mentor prof. Damir Drezga, Tehnička škola Ruđera Boškovića u Zagrebu), Sustav mehanizama ovisnosti o drogama (učenice Nikolina Džanko i Ana Maričić, mentorica prof. Tanja Kuprešak, Obrtničko-industrijska škola u Županji), Sustav vrijednosti (učenice Maja Pašalić i Gorana Župarić, mentorica prof. Tanja Kuprešak, Obrtničko-industrijska škola u Županji), te Hibridni pogon automobila (učenici Josip Bernat i Marija Aleksić, mentor prof. Neven Maleš, Tehnička škola Ruđera



Pobjednici natjecanja "Opisujemo sustave" u šk. god. 2009./2010. u starijoj skupini, učenici Tehničke škole Požega, Daniel Devčić (lijevo) i Dinko Jakovljević (desno), s mentoricom prof. Marinom Mirković.

Rezultati natjecanja "Opisujemo sustave" u šk.god. 2009./2010. Prva tri mjesta u svakoj skupini. Uz ukupni broj bodova u zagradi su navedeni bodovi posebno za esej i za javno izlaganje.

Naziv rada	Učenici	Mentor	Škola	Bodovi
III. i IV. razredi				
Sustav videonadzora škole	Daniel Devčić, Dinko Jakovljević	Marina Mirković	Tehnička škola Požega	**88** (63 + 25)
Međunarodni interdisciplinarni susret Alpe Adria	Barbara Babić, Josipa Pavelić	Nataša Frković Đorđević	Gimnazija Eugena Kumičića Opatija	**87** (65 + 22)
Javna rasvjeta	Ivan Čović, Franjo Beštak	Neven Maleš	Tehnička škola Ruđera Boškovića Zagreb	**83** (59 + 24)
I. i II. razredi				
Kako razviti bolju fotografiju u tamnoj komori?	Klara Šimić, Lucija Bubenik	Ana Sović	Srednja škola Ivan Švear, Ivanić-Grad	**82** (65 + 17)
ICT sustavi	Vanja Bijelić, Tomislav Tkalec	Danijel Mustafa	Obrtnička škola Koprivnica	**61** (38 + 23)
Jezik - sustav znakova	Ivana Široki, Valentina Vrhovski	Danijela Vrtiprah	Obrtnička škola Koprivnica	**54** (39 + 15)

Prozor snova

Kako se u protekloj godini odvijao Prozor snova (= Pomoću robota omogućen znanstveno obrazovni rad studenata i novaka) ukratko je navedeno u ovom prikazu.

Josip Stepanić

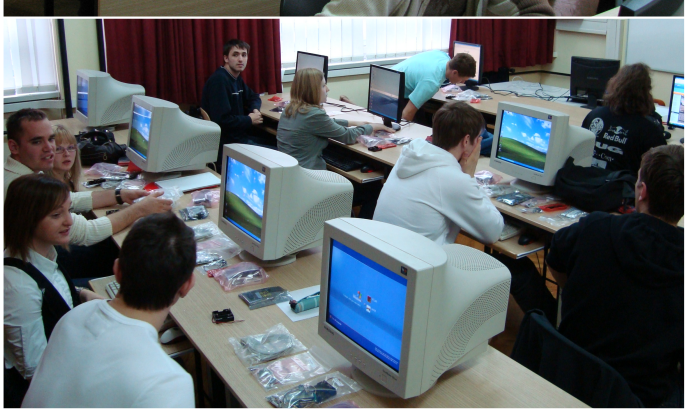
Edukativni program bavljenja studenata i studentica mobilnom robotikom nastavljen je tijekom 2009. i 2010. godine kombinacijom održavanja predavanja, praktičnog rada s robotima i dodatnom pripremom dijela studenata za sudjelovanje u provedbi Lige kumpanija, edukativnog projekta za srednje škole opisivanog u ovom i prethodnim brojevima Sustava.

Predavanja za studente održana su u travnju i svibnju 2009. godine na Fakultetu strojarstva i brodogadnje Sveučilišta u Zagrebu. Na istoj lokaciji održana je radionica praktičnog rada s robotima. Na predavanjima i na radionici sudjelovali su studenti i studentice Odjela za politehniku Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, zatim Fakulteta elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu te Fakulteta strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu.

Studenti i studentice su nakon radionica razvili ili stekli kompetencije za samostani rad s robotima, što su nastavili u matičnim institucijama pomoću robota koji su im dodijeljeni.

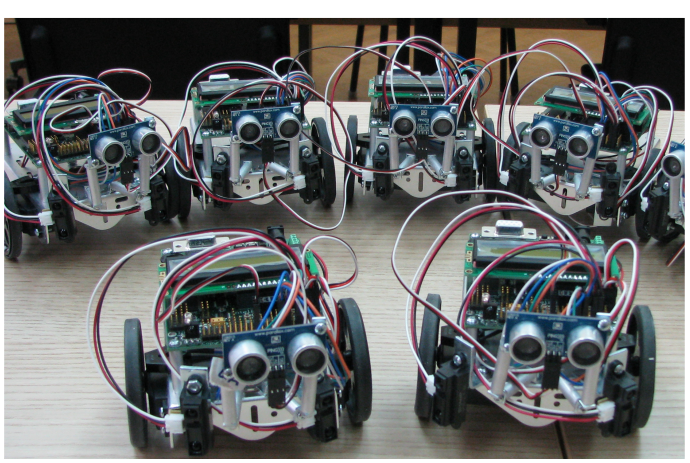
Među njima je izdvojena grupa koja je sudjelovala u sastavljanju zadataka i provođenju Lige kumpanija u ovoj nastavnoj godini, kao što se može zaključiti i iz slika u sljedećem članku.





Radionica o mobilnoj robotici u IV 2009. na FSB-u Sveučilišta u Zagrebu (gore). Studenti i studentice koji su sastavili zadatke za susrete Lige kumpanija u ovoj školskoj godini, snimljeno X. 2009. (dolje).







Tema broja

Tajne mozga

Studirati kognitivnu znanost i kognitivnu neuroznanost



O proteklom smo desetljeću često mogli slušati kao o "desetljeću uma". Osvrnimo se ovim člankom na pitanje "kako i gdje studirati" odgovarajuću znanstvenu disciplinu?

Marijan Palmović

Doba u kojem živimo

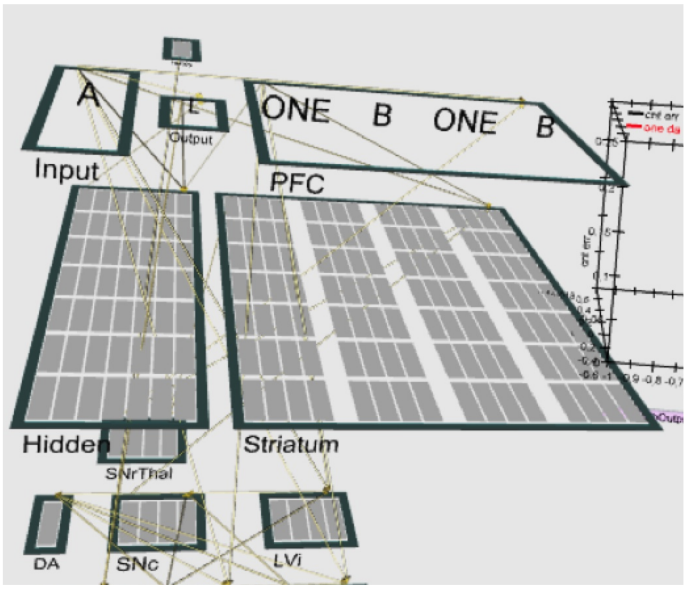
O proteklom smo desetljeću često mogli slušati kao o "desetljeću uma". U tom se desetljeću dogodio velik napredak u istraživanju ljudskog uma i ljudskoga mozga, najviše zahvaljujući razvoju neinvazivnih tehnika funkcionalnog oslikavanja mozga, ponajprije zahvaljujući razvoju funkcionalne magnetske rezonance. Nove metode omogućile su nam da istražujemo moždane funkcije dok se one obavljaju on-line, uz izravni uvid u aktivna i manje aktivna područja mozga. S druge strane, razvoj računalstva - prije svega razvoj na području umjetnih neuralnih mreža - pridonio je formuliranju računalnih modela pojedinih funkcija. Danas tako postoje umjetne računalne mreže koje simuliraju prepoznavanje objekata ili njihovu klasifikaciju, učenje jezika, razumijevanje rečenica i sl.

U proteklih dvije - tri godine ova se dva pravca istraživanja nastoje spojiti: umjetne neuralne mreže nastoje se izgraditi tako da budu anatomski prihvatljive, npr. program *Emergent* razvijen na temelju prijašnjeg PDP++ (vidi http://grey.colorado.edu/emergent/index.php/Main_Page).

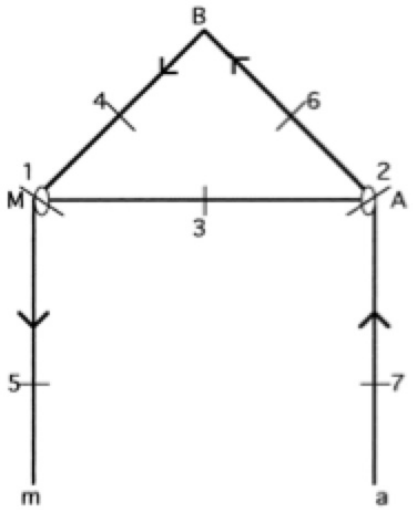
Primjer neuronske mreže na sljedećoj stranici grubo skicira dva interdisciplinarna znanstvena područja: prvo je područje kognitivne znanosti, a drugo područje kognitivne neuroznanosti. Područje kognitivne znanosti u najužem određenju i jest izgradnja računalnih modela kognitivnih funkcija kao što su pažnja, pamćenje, jezik, donošenje odluka, rezoniranje itd. U širem smislu to su istraživanja koja nam trebaju otkriti "kognitivnu arhitekturu" neke funkcije. "Kognitivna arhitektura" ili nacrt (prema engleskom *blueprint*), shematski je prikaz neke funkcije podijeljen na neke prirodne dijelove. Nekad su ti dijelovi ovisili o nalazima koji su se temeljili na gubitku funkcije, na primjer kod

Mozak i um

Mozak je dio centralnog živčanog sustava koji se nalazi u lubanji i koji prima, obrađuje i odašilje podatke za naše tijelo. Mozak je središte viših, "kognitivnih" funkcija, kao što su pažnja, pamćenje, donošenje odluka, jezik ili rasuđivanje. Um je, najopćenitije rečeno, supstancija mišljenja. U psihologiji se određuje kao sveukupnost svjesnih i nesvjesnih mentalnih procesa i aktivnosti.



Primjer neuronske mreže, simulacija zadatka za radnu memoriju, zadatka koji uključuje prefrontalni korteks i bazalne ganglije. Zadatak se sastoji od zadržavanja jedne vrste ulaznih podataka i osvježavanja druge vrste ulaznih podataka radi njihove usporedbe. Manipulacijom podatcima postiže se razlika u aktivaciji pojedinih dijelova umjetne neuralne mreže (ovisno o "težini" zadatka). Ono što je trenutni "trend" u takvim istraživanjima jest istovremeno istraživanje na živim ispitanicima pomoću funkcionalne magnetske rezonance (fMRI). Slični obrasci aktivacije na fMRI-ju i na računalnom modelu, govore u prilog realističnosti modela. Model prikazan na slici naučio je razlikovati dva tipa nizova: A-X i B-Y. Naime, mreža je naučila da ako je dan dio A, onda slijedi dio X, a ako je na početku B, onda slijedi Y. Da bi to postigla, trebala je zadržati A dok ne dođe sljedeći ulazni podatak i onda usporediti.



Prikaz jednog oblika kognitivne arhitekture.

moždanog udara. Jezična funkcija tako se dijelila na receptivni i motorički dio, tj. na razumijevanje i proizvodnju budući da su to najčešći oblici gubitka jezične funkcije, tj. afazije: bolesnici s oštećenjem u Brocinom području imaju problema s jezičnom proizvodnjom, govor im je često agramatičan, a izražavaju se u kratkim rečenicama. Nasuprot tome, bolesnici s oštećenjem u Wernickeovom području imaju problema s razumijevanjem. Iako im je jezična proizvodnja očuvana, često govore besmislice. Kognitivna arhitektura jezika koja se temeljila na gubitcima pojedinog dijela funkcije izgledala je, gle slučaja, kao kućica (gornja slika).

Čvorovi na kućici (M, A, B) označavaju pojedina područja, dok su crte veze među tim područjima. Kao i oštećenja na područjima i oštećenja veza uzrokuju pojedine tipove afazija.

Kognitivna neuroznanost temelji se na spoznajama funkcionalnog oslikavanja mozga. Osim identifikacije moždanih područja koja sudjeluju u izvršavanju neke funkcije, istražuje se i vremenska dimenzija obrade podataka u mozgu. U tu svrhu upotrebljava se elektroencefalograf (EEG)



ili magnetoencefalograf (MEG). Dok EEG mjeri struju koju proizvode živčane stanice, MEG mjeri magnetno polje oko živčanih stanica kao vodiča. Budući da na magnetno polje ne djeluju razlike u vodljivosti pojedinih slojeva kože, kostiju ili tkiva, MEG omogućuje bolju lokalizaciju izvora struje u mozgu. Najdojmljiviji proizvod takvih istraživanja mali su filmovi koji nam pokazuju kako se val aktivacije širi mozgom, milisekundu po milisekundu. Spoznaje dobivene bilo kojom od metoda funkcionalnog oslikavanja mozga uvelike su promijenile način na koji promatramo i analiziramo pojedine kognitivne funkcije.

Kako i gdje to studirati?

Na mnogim svjetskim sveučilištima postoji bilo studij, bilo odsjek za kognitivnu znanost (npr. na MIT-u postoji Odsjek za mozak i kognitvne znanosti, na Kalifornijskom sveučilištu u San Diegu postoji vrlo jak odsjek za kognitivnu znanost itd. U Europi je poznat Odsjek za kognitivnu znanost u Lundu, a američko sveučilište Cornell ima i preddiplomski i diplomski studij kognitivne znanosti).

Na studijima kognitivne znanosti najviše se



Studiji kognitivne znanosti npr. na Sveučilištu u Zagrebu:



diplomski studij MeiCogSci

http://www.meicogsci.eu

doktorski studij JEKON

http://www.jekon.unizg.hr

pozornosti posvećuje proučavanju reprezentacije znanja, umjetne inteligencije i logike. Radi se o interdisciplinarnom području koje objedinjuje mnoga područja, od računalstva, lingvistike, psihologije ili neurobiologije do filozofije, sociologije, matematike ili čak dizajna.

Međunarodni diplomski studij

Na Sveučilištu u Zagrebu kognitivna znanost može se studirati na diplomskom studiju *Middle European Interdisciplinary Master Programme in Cognitive Science* - MeiCogSci. Radi se o međunarodnom studijskom programu pet srednjoeuropskih sveučilišta: Sveučilišta u Zagrebu, Beču, Budimpešti, Ljubljani i Bratislavi.

Ideja je da se iskoriste prednosti svakog od sveučilišta: Sveučilište u Zagrebu, na primjer, ima najbolje uvjete za eksperimentalni rad. Laboratorij u Zvonimirovoj ulici opremljen je četirima sustavima za EEG, uređajem za praćenje pokreta očiju, raznovrsnim alatima za analizu podataka, a na raspolaganju su i brojni testovi.

Studenti kognitivne znanosti na pet srednjoeuropskih sveučilišta imaju obvezu bar jedan od semestara provesti na drugom sveučilištu. Tako je akademske godine 2009./2010. četvero studenata (po dvoje iz Beča i Bratislave), jedan semestar provelo u Zagrebu, dok su dvije studentice iz Zagreba semestar provele u Beču. Zadovoljstvo je bilo obostrano: dvoje studenata, koji su bili u Zagrebu, odabrali su tu i završiti svoj završni rad; zagrebačke su studentice našle u Beču baš prave ljude za svoja istraživanja. Sljedeći semestar u Zagrebu se očekuje veća grupa studenata iz Ljubljane.

Studenti slušaju nastavu iz predmeta koji sami odaberu (uz obvezne predmete koji bi im trebali



pružiti ona znanja koja nisu mogli steći na preddiplomskom studiju). Također, dio se nastave provodi kao "projektna" nastava, tj. kao vlastiti istraživački rad studenata. Troje je stranih studentata prošli semestar za projektnu nastavu izabralo baš Zagreb: jedan se bavio utjecajem konteksta na prepoznavanje riječi, drugi je tražio eksperimentalnu potvrdu teorijskog modela prizivanja riječi iz mentalnog leksikona, dok se treća studentica bavila elektrofiziološkim tragovima koje može povezati s nekim gramatičkim kategorijama u različitim jezicima s tim da se te kategorije razlikuju od jezika do jezika.

Doktorski studij JEKON

Studij "Jezik i kognitivna neuroznanost - JEKON", interdisciplinarni je sveučilišni poslijediplomski doktorski studij na kojem nastavu izvode sveučilišni nastavnici s nekoliko zagrebačkih fakulteta (Medicinskog, FER-a, PMF-a, Filozofskog, Edukacijsko-Rehabilitacijskoga). Nastavu izvode istraživači s Instituta Ruđer Bošković, ali i brojni nastavnici i istraživači s najuglednijih svjetskih sveučilišta (oko 1/3 nastavnika). Osim predavanja i seminara tijekom tri godine studija studenti imaju prilike otići na neke od ljetnih škola neuroznanosti, a ono što je naročito važno, moraju osmisliti i provesti vlastita istraživanja primjenjujući neku od metoda funkcionalnog oslikavanja mozga. Najčešće je to metoda kognitivnih evociranih potencijala.

Studij je koncentriran na istraživanja jezične funkcije, dakle, jezičnoga razvoja u djece, jezičnih poremećaja i urednog jezičnog funkcioniranja. Danas se tradicionalni termini "psiholingvistika" i "neurolingvistika" sve više zamjenjuju nazivom "kognitivna neuroznanost jezika".

Studij "Jezik i kognitivna neuroznanost", danas je već dobro uhodan studij koji je upisao četvrtu generaciju studenata.

Tko može studirati ove studije?

Oba su studija interdisciplinarna. To znači da za praćenje programa valja imati dosta široka znanja ili barem detaljna znanja iz bar jednog od područja koja čine ta dva interdisciplinarna područja. Dakle, ako završite preddiplomski studij na Filozofskom fakultetu, a mislite da vam nedostaje tehničkih znanja ili znanja iz prirodnih znanosti ili čak samo čvrste metodologije, diplomski studij MeiCogSci pravo je mjesto za vas. Naravno, ako ste završili preddiplomski studij na FER-u, a vidite da nemate dovoljno znanja koja će vam trebati za konstrukciju elektroničkih uređaja koji, recimo, pomažu invalidima, MeiCogSci je pravo mjesto za vas. Slično je i na JEKON-u, s tom razlikom što se na doktorskom studiju nekako očekuje da kandidat zna što želi.

Još nekoliko detalja o studiju: Studij MeiCogSci upisuje se kao diplomski studij, dakle, svake godine (za detalje vidi http://www.meicogsci.eu. Poslijediplomski, tj. doktoralni studij upisuje se svake druge godine. Prijave i upisi su u jesen, a svi su podatci dostupni na http://www.jekon.unizg.hr. Prije upisa sa svakim se kandidatom obavi intervju, a upisuje se u pravilu do deset studenata po generaciji; taj broj može biti i manji, ovisno o interesima i očekivanjima kandidata, broju prijavljenih, ali i raspoloživosti mentora s obzirom na to da je samostalni istraživački rad ključ studija.



Umjetne neuronske mreže

Osnovno obilježje umjetne neuronske mreže jest sposobnost učenja na temelju primjera, kao što to čini i ljudski mozak.

Marko Čupić,
Jan Šnajder,
Bojana Dalbelo Bašić

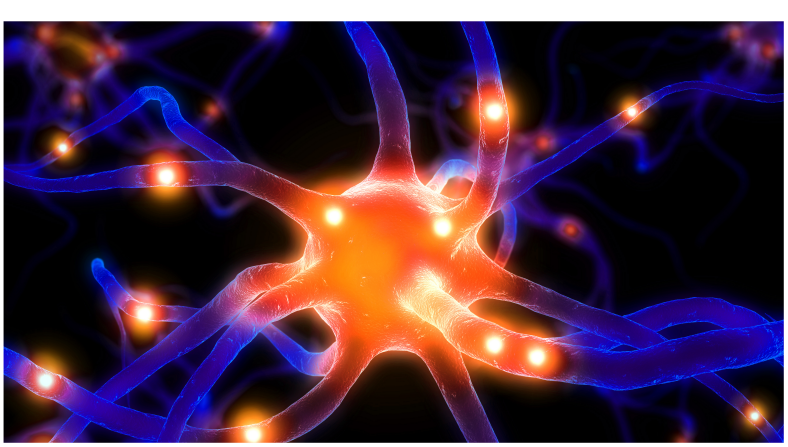
Uvod u neuro-računarstvo

Digitalna računala svakodnevno obrađuju ogromnu količinu podataka - zapravo gotovo sva automatizirana obrada radi se pomoću računala. No, to je tek malen dio podataka naspram onih koji se iz sekunde u sekundu obrađuju u mozgovima živih bića što nastoje preživjeti u svojoj okolini. Ako obradu podatka promatramo na spomenuti način, shvaćamo želju za ostvarenjem drugačijeg koncepta kojim bi bilo moguće oponašati obradu podataka kakva već milijunima godina postoji u prirodi.

Području umjetne inteligencije inherentan je cilj ostvarenje imitacije ljudskog mozga, budući da ljudski mozak sadrži vrhunac inteligencije koju poznajemo. Čovjek je sposoban učiti koristeći se različitim strategijama, a sposobnost učenja važno je svojstvo sustava umjetne inteligencije kojemu omogućava da obavlja promjenu nad samim sobom. Stoga je opravdano očekivati da sustav umjetne inteligencije koji (uspješno) oponaša rad ljudskog mozga ima sposobnost učenja.

Danas znamo da se ljudski mozak sastoji od velikog broja neurona (živčanih stanica), koji pri obradi različitih vrsta informacija rade paralelno. Neurofiziološka istraživanja, koja su nam omogućila bolje razumijevanje strukture mozga, pa čak i kognitivna psihologija – koja promatra obradu podataka čovjeka na visokoj razini - daju naslutiti da je modelu mozga najsličniji model u kojem brojni procesni elementi podatke obrađuju paralelno. Područje računarstva koje se bavi tim aspektom obrade informacija zovemo *neuroračunarstvo*, a odgovarajući model obrade podataka zovemo *umjetna neuronska mreža* (engl. *Artifical Neural Network*, ANN).

Osnovno obilježje umjetne neuronske mreže jest sposobnost učenja na temelju primjera, kao što to čini i ljudski mozak. Pored toga, umjetne neuronske mreže imaju niz drugih pogodnih svojstava: mogu obavljati klasifikaciju podataka, aproksimaciju ponašanja stvarnih sustava te predviđanje nekih

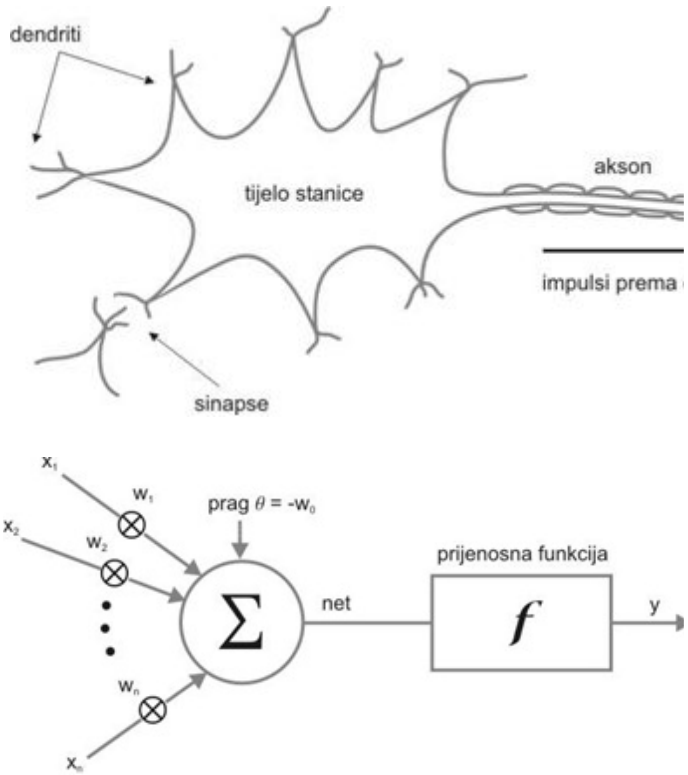


vrijednosti na temelju poznatih podataka. Mogu obrađivati čak i nejasne i neprecizne podatke te često rade dobro i uz veliku količinu pogrešaka u podatcima. Neki od poznatih primjera jesu neuronska mreža koja uspješno upravlja vozilom na autocesti, neuronska mreža koja predviđa cijene dionica na burzi, neuronska mreža za raspoznavanje osoba na temelju video zapisa sl.

Neuron

Za razumijevanje sposobnosti mozga nužno je upoznati građu njegova sastavna dijela: neurona (živčane stanice). Ljudski mozak sastavljen je od oko sto milijardi neurona kojih ima više od stotinu vrsta i koji su shodno svojoj funkciji raspoređeni prema točno određenom rasporedu. Svaki je neuron u prosjeku povezan s deset tisuća drugih neurona. Četiri su osnovna dijela neurona, skicirana na slici desno gore: *tijelo stanice* (soma), *skup ogranaka* (dendrita) preko kojih neuron dobiva podražaje od drugih neurona, *akson* (dugačak ogranak koji prenosi električke poruke), te *niz završnih ogranaka aksona* kojima taj neuron pobuđuje druge neurone na koje je povezan. Mjesto prijenosa signala s aksonskih završetaka jednog neurona na dendrite drugog neurona zove se sinapsa. U tijelu neurona ti se signali prikupljaju kao električki naboj čija se količina s vremenom povećava. U trenutku kada naboj dosegne određeni prag, neuron "pali", odnosno odašilje električki impuls kroz akson, pobuđujući na taj način druge neurone.

Pojednostavljeni model biološkog neurona prikazan je na donjoj slici desnog stupca. Ulazni signali neurona, njih ukupno n, modelirani su vrijednostima x_1, x_2,... x_n. Jakosti sinaptičkih veza modelirane su tzv. težinama (težinskim faktorima) koje označavamo s w_1, w_2, ... w_n. Prag paljenja neurona odgovara vrijednosti T. Tijelo neurona



Skica građe neurona (slika sasvim gore) i model neurona opisan u tekstu (slika gore).

akumulira ulazne podražaje pri čemu se svaki ulaz množi odgovarajućom težinom koja modelira jakost povezanosti. Potom se od zbroja oduzima vrijednost praga T i tako se dobiva vrijednost *net* koja modelira prikupljeni električki naboj neurona. Izlazni signal neurona proizlazi dobiva se tako da se vrijednost *net* propusti kroz prijenosnu funkciju *f*, čime se modelira odašiljanje signala kroz akson. Najčešće funkcije prikazane su u tablici lijevo dolje.

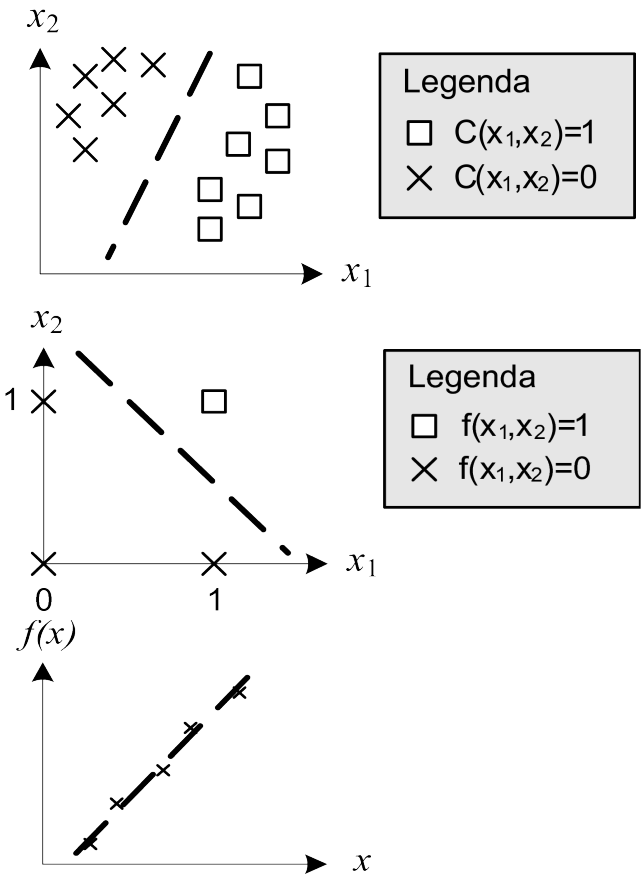
$$net = \sum_i w_i x_i - T \quad \& \quad y = f(\sum_i w_i x_i - T) = f(net)$$

Uporaba za klasifikaciju

Tipičan zadatak koji se rješava uporabom umjetnih neuronskih mreža jest *klasifikacija*, odnosno razvrstavanje objekata temeljem njihovih značajki u neke predodređene razrede (klase). Primjeri su razvrstavanje elektroničke pošte na željene i neželjene (engl. *spam*) poruke, raspoznavanje rukom pisanih znakova te raspoznavanje novčanica. Kod klasifikacijskih problema unaprijed je poznat niz objekata – tzv. uzoraka – s pripadnom klasifikacijom. Na primjer, u slučaju klasifikacije elektroničke pošte, to su unaprijed pripremljeni skupovi željenih i

Najčešće prijenosne funkcije

identitet	$f(net) = net$	
funkcija praga	$f(net) =$	$0, \; za \; net < 0$ $1,$ inače.
logistička funkcija	$f(net) =$	$\frac{1}{1+\exp(-a \; net)}$



Primjeri klasifikacije uzoraka.

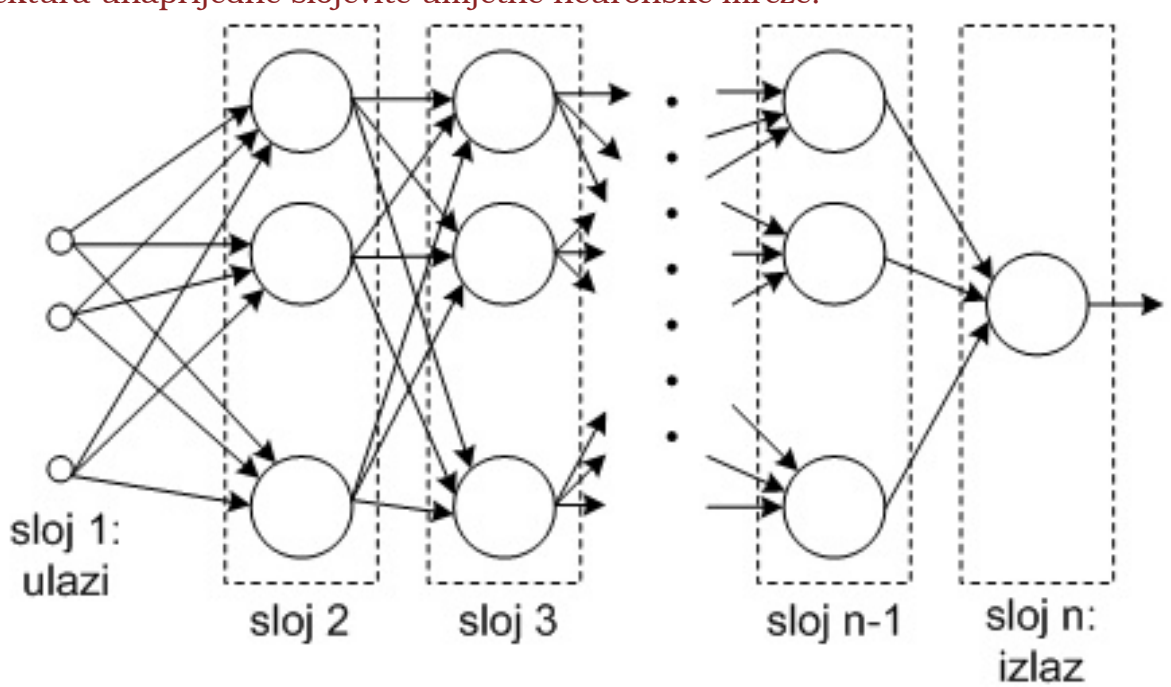
Uzorci za učenje perceptrona.

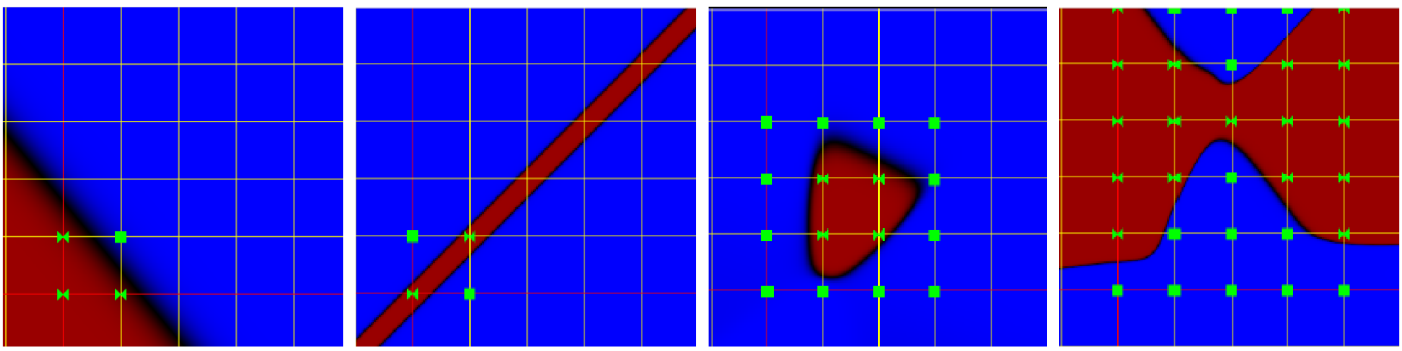
Uzorak	x_1	x_2	Klasifikacija (t)
Uzorak 1	0	0	0
Uzorak 2	0	1	0
Uzorak 3	1	0	0
Uzorak 4	1	1	1

neželjenih poruka. U jednostavnom slučaju, kada uzorci koje treba klasificirati imaju samo dvije značajke, oni se mogu prikazati kao točke u ravnini. Primjerice, na slici gornjoj slici lijevo prikazani su uzorci koji pripadaju dvjema različitim kategorijama, označene kružićima odnosno kvadratićima. U prikazanom primjeru, zadaća klasifikacije jest pronaći liniju razdvajanja između ta dva razreda. Nešto jednostavniji primjer prikazan je na srednjoj slici lijevo, gdje jednom razredu pripada samo jedan uzorak, i to onaj uzorak za koji je x_1=1 i x_2=1. Tablični prikaz uzoraka i pripadne klasifikacije (vrijednost t) dan je u gornjoj tablici.

Prikazane klasifikacijske zadatke uspješno može riješiti *perceptron* - najjednostavniji umjetni neuron, koji upotrebljava prijenosnu funkciju praga (vidi

Arhitektura unaprijedne slojevite umjetne neuronske mreže.





a) b) c) d)

Primjeri različitih klasifikacija ostvarenih umjetnim neuronskim mrežama (opis na str. 20).

tablicu na stranici 17). Budući da su uzorci opisani dvjema značajkama, prikladno je koristiti perceptron s dva ulaza, kojima su pridijeljene težine w_1 *i* w_2. Perceptron je sposoban pronaći liniju razdvajanja između ovih dvaju razreda. Ta se linija pronalazi se u koracima, kroz postupak postupnog podešavanja težinskih faktora, koji nazivamo *učenjem*. Jedan od algoritama učenja perceptrona osmislio je još 1958. godine američki znanstvenik Frank Rosenblatt. Algoritam se može opisati na sljedeći način: algoritam obrađuje slijedno uzorak za uzorkom, korigirirajući pritom težine perceptrona ukoliko klasifikacija uzorka nije ispravna. Ako je klasifikacija uzorka ispravna, težinske vrijednosti ostavljaju se nepromijenjene. Kada se obrade svi uzorci, postupak kreće ispočetka sve dok svi uzorci zaredom ne budu klasificirani ispravno. Korekcija težinskih faktora dana je izrazom

$$w_i(k+1) = w_i(k) + s(t-o)x_i(k).$$

U ovoj formuli $w_i(k)$ odnosno $w_i(k+1)$ predstavljaju vrijednosti težine w_i u k-tom odnosno (k+1)-om koraku, s predstavlja stopu učenja (obično mali pozitivan broj npr. 0,1), t je točna klasifikacija uzorka, o klasifikacija koju na temelju ulaznih podataka daje sam perceptron, a $x_i(k)$ je i-ta komponenta ulaznog uzorka koji se obrađuje u koraku k. Algoritam učenja započinje sa slučajno odabranim vrijednostima težina perceptrona. Opisanim postupkom perceptron postepeno pronalazi ispravne težine, kojima je zapravo određena linija razdvajanja između razreda. Osim za klasifikaciju, umjetni neuron može se koristiti i za aproksimaciju nekih funkcija. Više o primjeni umjetnog neurona za zadatke klasifikacije te aproksimacije funkcija možete pogledati u dodatnoj literaturi navedenoj na kraju ovog teksta.

Višeslojne neuronske mreže

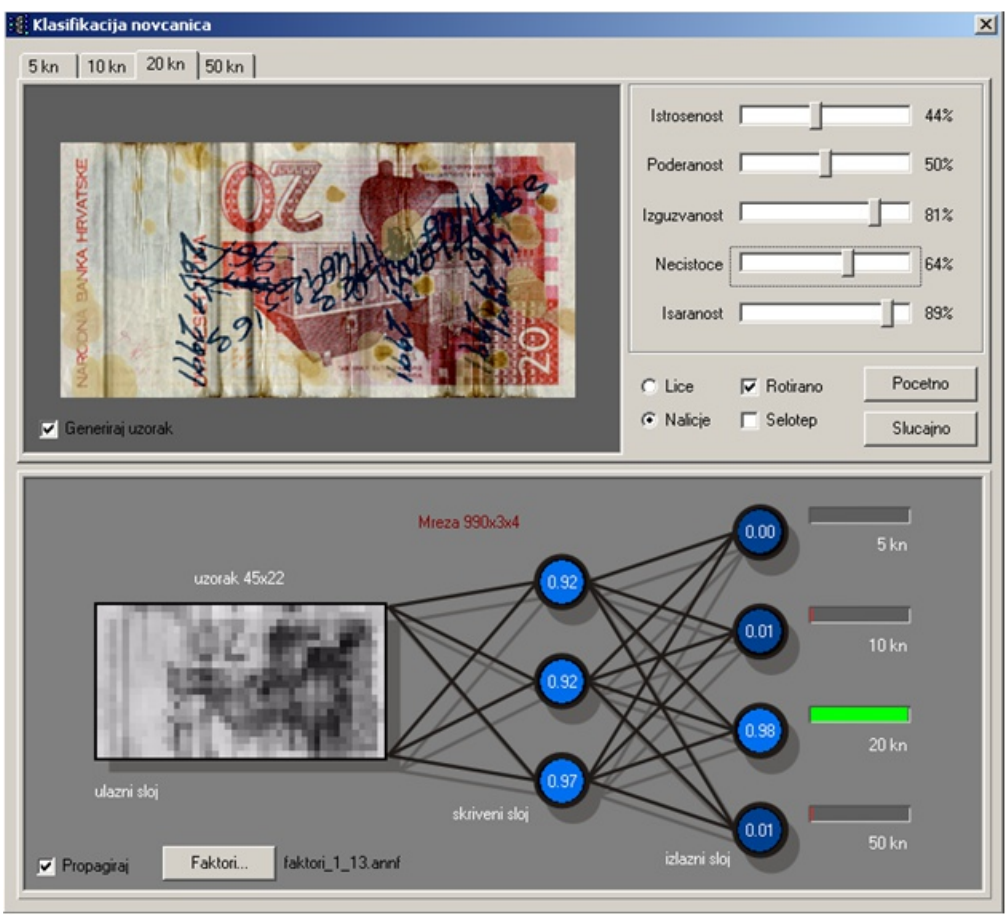
Jedan neuron vrlo je jednostavan element koji ne može rješavati složenije klasifikacijske probleme. Neke od mogućnosti uporabe neurona već smo spomenuli, no primjeri koje smo pokazali bili su prikladno izabrani. Naime, u zadacima klasifikacije uzorci pojedinih razreda uvijek su bili smješteni tako da ih se moglo razdvojiti ravnom linijom, odnosno pravcem (vidi gornje slike na stranici 18).

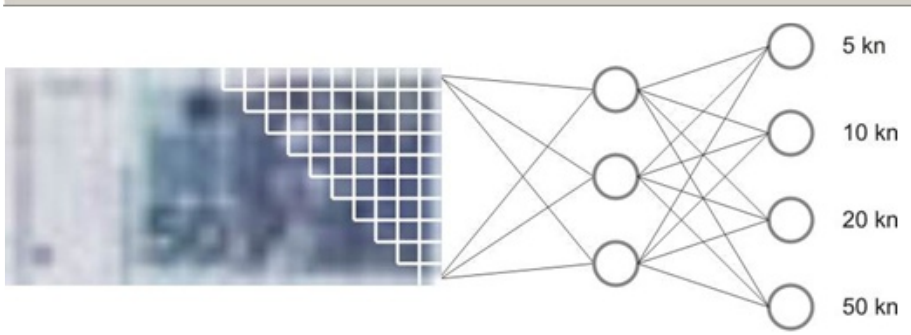
Ukoliko uzroci nisu razdvojivi pravcem, tada koristimo strukture sastavljene od više umjetnih neurona – neuronske mreže. Ovisno o načinu povezivanja neurona u neuronskoj mreži, a i vrsti samih neurona, razlikujemo čitav niz neuronskih mreža zanimljivih matematičarima, fizičarima, psiholozima, računarcima i dr. Najčešći korištena vrsta neuronskih mreža, koje se upotrebljavaju za predviđanje, aproksimaciju te klasifikaciju, su unaprijedne slojevite neuronske mreže (gdje slojeva može biti jedan ili više). To su mreže kod kojih su neuroni spojeni tako da se podatci uvijek propagiraju u istom smjeru. Izlaz jednog neurona pri tome je uvijek spojen na ulaze neurona u sljedećem sloju, a ciklusi su zabranjeni. Takva struktura umjetne neuronske mreže prikazana je na slici dolje na suprotnoj stranici. Kod takvih mreža kao prijenosna se funkcija uobičajeno koristi logistička prijenosna funkcija (tablica na stranici 17). Prvi sloj mreže naziva se ulazni sloj i zapravo ne sadrži neurone, već samo prima podatke koje mreža obrađuje. Slojevi mreže od 2 do n-1 nazivaju se skriveni slojevi, a zadnji sloj naziva se izlaznim slojem. Građu unaprijedne slojevite umjetne neuronske mreže tipično opisujemo oznakama kao što je, primjerice, 2×3×1. Ova oznaka opisuje troslojnu mrežu koja u prvom sloju ima dva, u

skrivenom sloju tri te u izlaznom jedan neuron. Iako je i na slici na stranici 18 u izlaznom sloju mreže samo jedan neuron, izlazni sloj općenito može sadržavati više neurona.

Zahvaljujući raspodijeljenoj obradi podataka, u kojoj svaki neuron obrađuje dio podataka i rezultat prosljeđuje sljedećem sloju, ova vrsta neuronskih mreža može obavljati vrlo kompleksne operacije. Za ilustraciju ćemo se opet poslužiti uzorcima u dvije dimenzije, tako da ih odmah možemo prikazati i vizualizirati način na koji mreža radi.

Slika na stranici 19 prikazuje primjer jednostavnog klasifikacijskog zadatka koji može riješiti i perceptron, jer su razredi odvojivi pravcem. Problem je riješen uporabom neuronske mreže 2×1: to je zapravo mreža koja se sastoji od dvije ulazne vrijednosti i jednog neurona u izlaznom sloju. Bojom je prikazan izlaz mreže za svaki mogući uzorak. Plavom bojom označeno je područje jednog razreda, a crvenom bojom područje drugog razreda. Mjesta gdje se ta dva područja susreću čine liniju razdvajanja razreda. Slike a), b), c) i d) na stranici 19 prikazuju sve složenije klasifikacijske zadatke, koje više nije moguće riješiti uporabom jednog perceptrona. Problem sa slike b) riješen je mrežom građe 2×2×1. Slike c) i d) prikazuju još složenije slučajeve gdje su upotrijebljene mreže građe 2×5×1 te 2x5x2x1.





Umjetna neuronska mreža za raspoznavanje novčanica: arhitektura (lijevo) i program (gore).

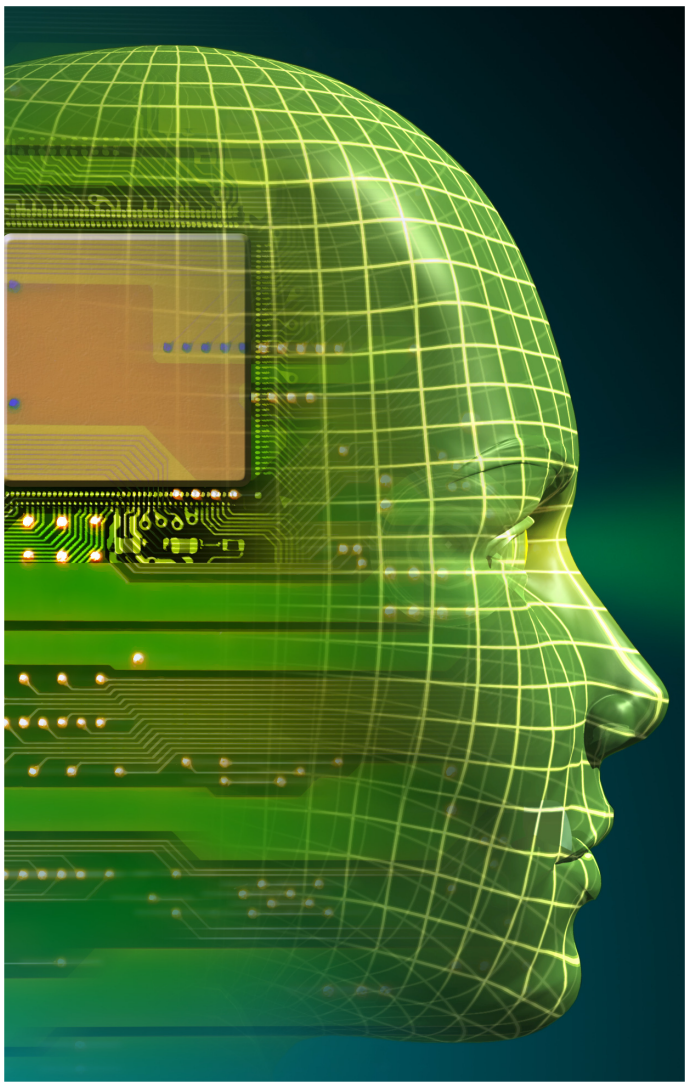
Učenje neuronskih mreža povijesno je krenulo otkrićem algoritma povratka pogreške unatrag (engl. *backpropagation*), 1986. godine. Danas nam na raspolaganju stoji još čitav niz drugih tehnika, od kojih su najčešće korišteni genetički algoritmi odnosno algoritam roja čestica (engl. *particle swarm optimization*). Više detalja o tome možete naći u dodatnoj literaturi navedenoj na kraju ovog teksta.

Neuronska mreža za raspoznavanje novčanica

Moć umjetne neuronske mreže ilustrirat ćemo na konkretnom primjeru sustava za raspoznavanje novčanica od 5, 10, 20 i 50 kuna. Sustav ove novčanice može klasificirati bez obzira jesu li mu predočene licem ili naličjem, i neovisno o njihovoj orijentaciji i razini oštećenosti. Za ovaj zadatak korištena je unaprijedna neuronska mreža građe 990×3×4 prikazana lijevom slikom. Novčanica se najprije skenira, umanjuje na dimenzije 45×22 slikovnih elemenata (piksela), a potom se pretvara u 256 nijansi sive boje. Rezultat je sličica od 990 slikovnih elemenata koja se dovodi na ulaz neuronske mreže.

Mreža je učena na 4 primjerka svake novčanice, tj. na ukupno 64 uzoraka za učenje. Rad mreže ispitan je na novčanicama koje se bile izgužvane, zalijepljene, pošarane i zalivene kavom, i pokazalo se da mreža daje odlične rezultate. Snagu neuronske mreže možemo shvatiti ako razmotrimo složenost ovog problema. Naime, ukupan broj različitih ulaznih uzoraka koje mreži možemo predočiti je 256^{990}: prvi piksel može imati jednu od 256 nijansi sive, drugi isto tako, pa je broj mogućih kombinacija 256^2, treći isto tako pa sve do 990. piksela. Broj 256^{990} približno je jednak broju 10^{1384} – to je jedinica i iza nje još 1384 nula!

Program koji za raspoznavanje novčanica koristi opisanu mrežu prikazan je na slici lijevo. U donjem dijelu prozora vidi se novčanica kako je predočena neuronskoj mreži, struktura mreže i vrijednosti izlaza pojedinih neurona, s interpretacijom odgovora mreže.



Uporaba neuronskih mreža

Neuronske mreže danas se koriste u širokom spektru zadataka: za klasifikaciju tekstovnih sadržaja, raspoznavanje govora, očitavanje i raspoznavanje rukom pisanih tekstova, upravljanje sustavima, predviđanje trendova (kretanje cijena, dionica) i još mnogo drugih. Ovo područje razvija se posljednjih sedamdeset godina te se i danas još uvijek intenzivno istražuje.

Za one koji žele znati više

1. Marko Čupić, Jan Šnajder; Web-orijentirani simulator modela neuronskih mreža s primjerom raspoznavanja novčanica i generatorom uzoraka. Rad, simulator te demonstracijski program, http://www.zemris.fer.hr/predmeti/su/seminari,
2. Phil Picton; *Introduction to Neural Networks*. Palgrave Macmillan; 2nd *revised edition*, 2001.,
3. Marko Čupić; Prirodom inspirirani optimizacijski algoritmi, http://java.zemris.fer.hr/nastava/ui.

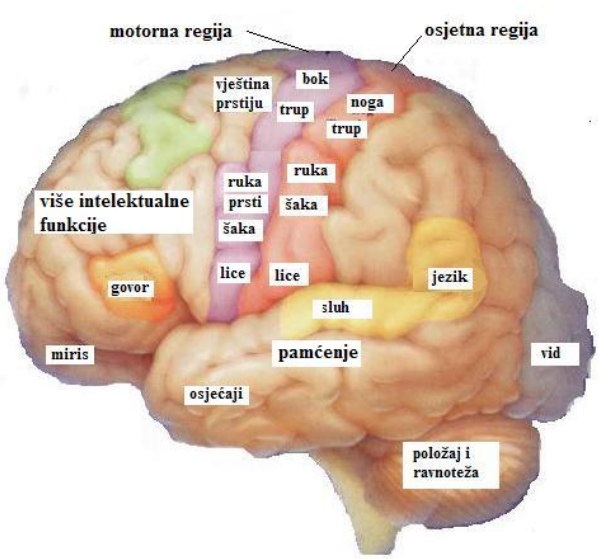
Evocirani potencijali

Spoznaje o svijetu koji nas okružuje doživljavamo interpretirajući aktivnost svojih osjetila dok interakciju s okolinom ostvarujemo kontrolom svojih mišića upravljajući pokretima, mimikom, gestikulacijom, govorom i slično. Oba sustava, osjetilni i motorički, dio su živčanog sustava. Prvi prenosi osjetne informacije od osjetila do odgovarajućih osjetnih regija u mozgu, vidnih, slušnih i somatosenzornih, dok drugi upravlja mišićima naših izvršnih organa. U ovoj slici ipak nedostaje ono bitno, a to su odgovori na neka pitanja, primjerice: Kako se interpretiraju doživljeni osjeti? Kako se obrađuju? Kako se procjenjuje njihovo značenje? I konačno, kako se donose odluke o reakciji na njih?

Velimir Išgum

No, da ne duljimo, svima je poznato da je to uloga mozga u kojem se osim spomenutih centara nalaze i strukture zadužene za kontrolu i održavanje životnih funkcija kao i za procese koji odražavaju svijest, budnost, pažnju, pamćenje, razumijevanje i pripremu govora i sve ono što nazivamo višim moždanim funkcijama ili kognitivnim procesima. Mozak je anatomski podijeljen u moždane hemisfere čiji dijelovi ili regije posjeduju odgovarajuće funkcije. Tako je, na slici desno dolje, prikazana i identificirana vidna regija koja je smještena u zatiljnom dijelu obih mozgovnih hemisfera i u koje dolaze sve vidne informacije. Slušne regije smještene su u postraničnim dijelovima moždanih hemisfera, osjetne u postcentralnim, a motoričke regije u pricentralnim dijelovima mozga. U ovim centrima stvara se npr. slika predmeta koji gledamo, zvuka koji slušamo, ali interpretacija slike je znatno složeniji proces. Tako se prepoznavanje izgovorene riječi i interpretacija njezinog značenja odvija u posebnoj, tzv. Wernicke regiji (koja je dobila ime po njemačkom liječniku Carl Wernicke koji je 1874. godine ustanovio da kod bolesnika s ozljedom te regije ne postoji sposobnost spoznaje njezinog značenja, iako bolesnik čuje izgovorenu riječ). Također su poznata i druga područja povezana s različitim kognitivnim funkcijama. Brockino područje vezano je uz produkciju govora, određeni dijelovi prednjih moždanih regija vezani su uz emocije, neke uz pamćenje, kratkotrajno i dugotrajno. Svi dijelovi mozga međusobno komuniciraju i njihova zajednička aktivnost omogućava nam da budemo to što jesmo, tj. inteligentna ljudska bića.

Kako ispitati funkciju ovog sustava, kako spoznati činjenice koje nas zanimaju, a na koje još nemamo odgovore. Ovaj složeni sustav razmatra se s više strana i izrazit je primjer interdisciplinarnog pristupa. Od medicine, biologije, psihologije, fizike, tehničkih znanosti, matematike, lingvistike i sl. Nemoguće je nabrojiti sve grane znanosti koje se bave proučavanjem mozga, a da se pri tom neke ne izostavi. Stoga je i prošlo desetljeće bilo proglašeno dekadom mozga, ali s obzirom da su još bezbrojna pitanja ostala otvorena, a istraživanja nastavljena, slobodno možemo govoriti i o stoljeću, a vjerojatno i o mileniju istraživanja mozga.



Ljudski mozak s naznačenim sjedištima nekih funkcija.

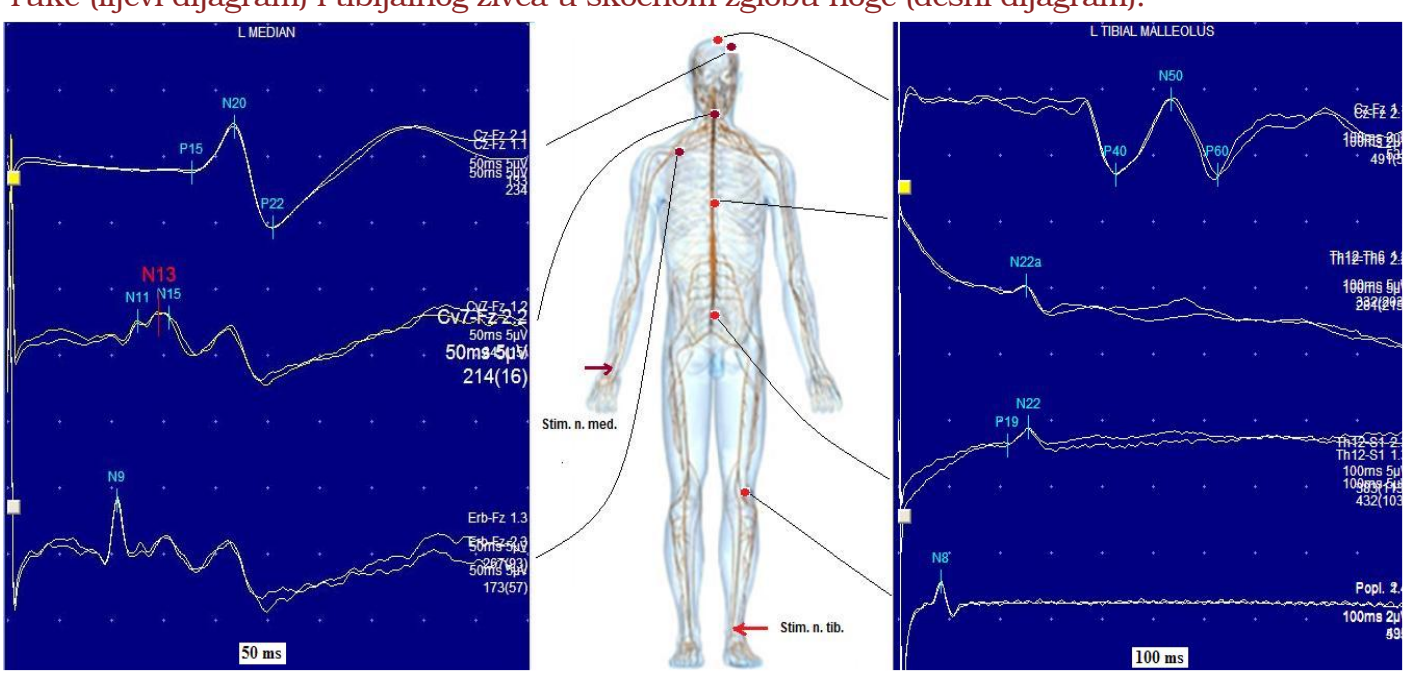
Elektrofiziološki pristup

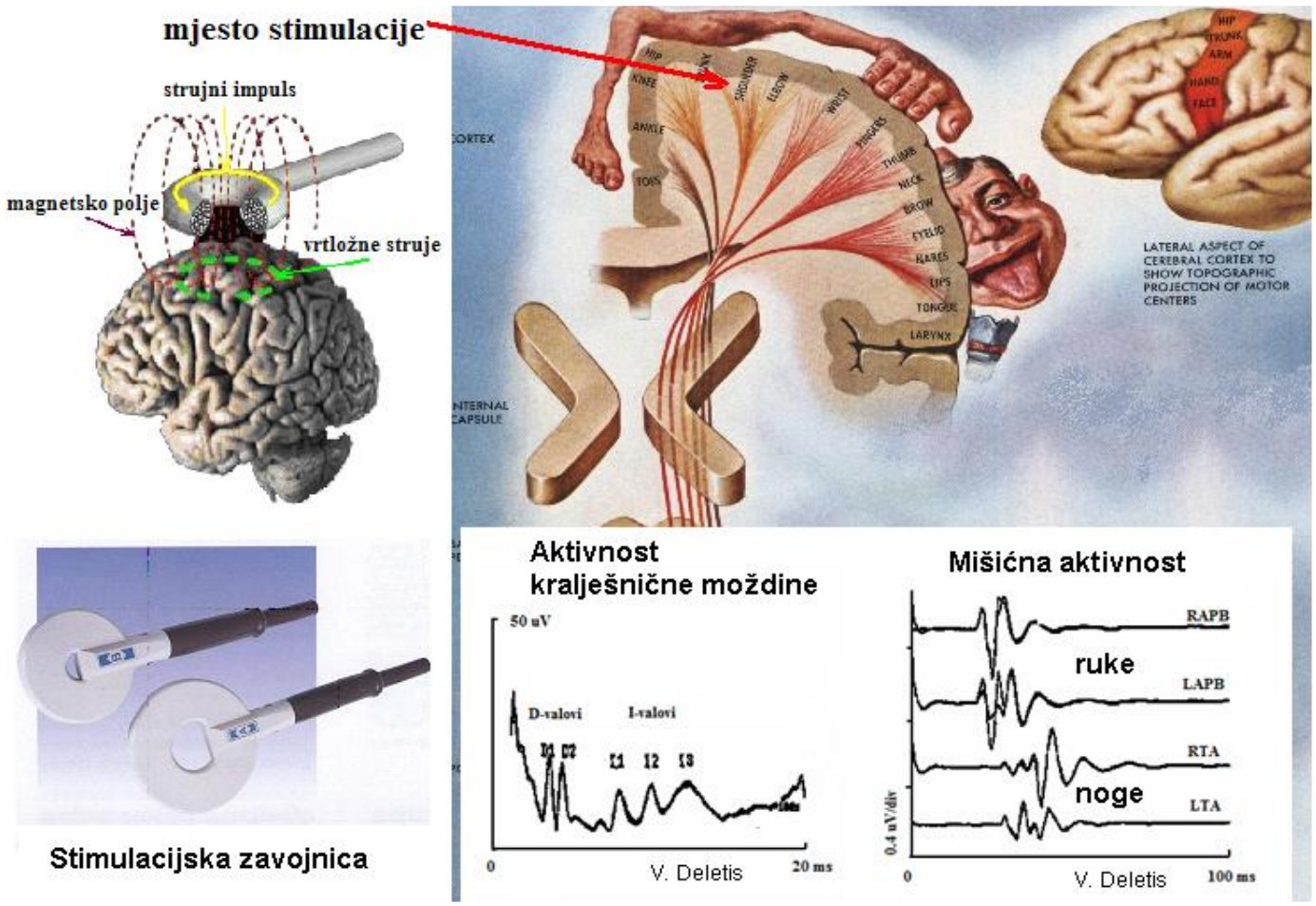
Jedan od spomenutih pristupa je i elektrofiziološki pristup. On se zasniva na činjenici da se elektrokemijska aktivnost neurona, osnovne gradbene jedinice živčanog sustava, a time i promatranih sustava u cjelini, očituje stvaranjem promjenljivog električnog i magnetskog polja. Ona nastaju kao posljedica izmjene tvari između unutrašnjosti živčane stanice i njezine okoline do koje dolazi prilikom aktivacije neurona. Ovdje se prvenstveno radi o ionima, odnosno električki nabijenim česticama natrija i kalija. Njihovo gibanje predstavlja tijek električne struje, a svaki tok struje ima za posljedicu stvaranje električnog i magnetskog polja u njegovom okruženju. Kako se te struje mijenjaju, po mjestu gdje se trenutna aktivnost neurona odvija, po smjeru u kojem se ioni kreću i po intenzitetu koji je proporcionalan ukupnom broju istovremeno aktivnih neurona, promjene obaju polja direktno su proporcionalne njihovom uzroku i mogu se mjeriti. Mjerenje električnog polja se uz neka dozvoljena zanemarenja svodi na mjerenje napona između parova detekcijskih elektroda smještenih unutar ili na površini tijela. Međutim, mjerenje magnetskog polja tehnički je puno zahtjevnije jer je veličina mjerenih polja vrlo malena, reda veličine zemljinog magnetskog polja. Da bi se isključile smetnje iz okoline, mjerenja je potrebno provoditi sa specijalno konstruiranim senzorima u vrlo zahtjevno magnetski izoliranom prostoru. Pri svim mjerenjima međutim moramo biti svjesni da je dobiveni rezultat odraz ukupne bioelektričke aktivnosti mozga, dakle sume doprinosa svih trenutno aktivnih neurona i neuralnih struktura. Bez dodatne matematičke obrade snimljenih signala nemoguće je razlučiti aktivnost pojedinih njegovih struktura. Primjer takvog mjerenje je elektroencefalografija gdje se karakteristike signala snimljenih u različitim uvjetima kao što su primjerice budnost, spavanje, pojačano disanje, otvaranje i zatvaranje očiju i sl. dovode u vezu s raznim bolesnim stanjima te uspješno služi kao dijagnostičko sredstvo u detekciji bolesti centralnog živčanog sustava.

Proces usrednjavanja

Detekcija posebnih procesa, npr. specifičnih mozgovnih aktivnosti koje se po nekoj zakonitosti odvijaju kao posljedica prijema osjetnih podražaja moguća je jedino primjenom posebnih tehnika. Takvi signali su obično vrlo mali i uronjeni su u spontanu moždanu aktivnost. Njihovo izdvajanje moguće je uz pretpostavku da je registrirani elektroencefalografski signal stohastičan, a da je jednakim podražajem izazvana aktivnost osjetnih

Karakteristični evocirani potencijali registrirani za stimulaciju medijalnog živca u zapešću ruke (lijevi dijagram) i tibijalnog živca u skočnom zglobu noge (desni dijagram).





Motorni evocirani potencijali i primjer magnetske stimulacije.

struktura uvijek jednaka, bez obzira koliko puta se podražaj ponovio. U tom slučaju moguće je višekratno ponavljati isti podražaj te usrednjiti vremenske odsječke signala snimljenih nakon podražaja. U procesu usrednjavanja će tada uvijek ponovljiva, podražajem izazvana komponenta signala ostati nepromijenjena, a komponenta stohastičkog signala (spontanog EEG-a), će težiti k nuli proporcionalno s brojem usrednjavanja. Ta tehnika je poznata kao tehnika evociranih potencijala i ima široku primjenu u funkcionalnoj dijagnostici osjetnih i motoričkih sustava, a u posljednje vrijeme i u proučavanju kognitivnih procesa. Evocirani potencijali su dakle vremenski promjenjive krivulje napona snimljenih iznad podražajem pobuđenih mozgovnih regija i odražavaju njihovu bioelektričku aktivnost. Odlikuju se nizom vrhova koji odražavaju uzastopnu aktivaciju mozgovnih struktura, a koji se označavaju s obzirom na njihov polaritet kao pozitivni ili negativni naponi te brojčanim iznosima latencija odnosno vremena njihove pojave u odnosu na podražaj kojim su izazvani.

Tako se npr. nakon svjetlosnog podražaja stroboskopskom bljeskalicom kao dijagnostički značajan vrh detektira pozitivan val oko 100 ms nakon podražaja. Stoga se i označava kao val P100. Njegovo kašnjenje, odnosno njihova pojava s latencijom većom za najmanje 2,5 standardne devijacije od srednje latencije izmjerene na zdravoj populaciji odgovarajuće starosne dobi, smatra se patološkim indikatorom koji upućuje na sporije odvijanje procesa koji su prethodili njegovoj aktivaciji. Ovdje se obično radi o usporenom provođenju kroz osjetni sustav koje je obično uvjetovano usporenim prijenosom neuralne aktivnosti uslijed propadanja mijelinske ovojnice neurona. Njihova smanjena amplituda indikator je smanjenog broja aktivnih neurona koji ga generiraju, odnosno propadanja neuralnog tkiva.

Slušni, vidni i somatosenzorni evocirani potencijali

Prema dijagnostičkoj namjeri i osjetnom sustavu koji se ispituje evocirani potencijali se prvenstveno dijele na vidne, slušne i somatosenzorne. Oni se primjenjuju u rutinskoj dijagnostici, a u znanstvene i eventualno specifične svrhe mogu se vršiti i specijalne stimulacije osjetnog sustava u cilju dobivanja, npr. okusnih, njušnih i drugih evociranih potencijala. Slika na lijevoj stranici prikazuje karakteristične oblike somatosenzornih evociranih potencijala registriranih za stimulaciju medijalnog i tibijalnog živca.

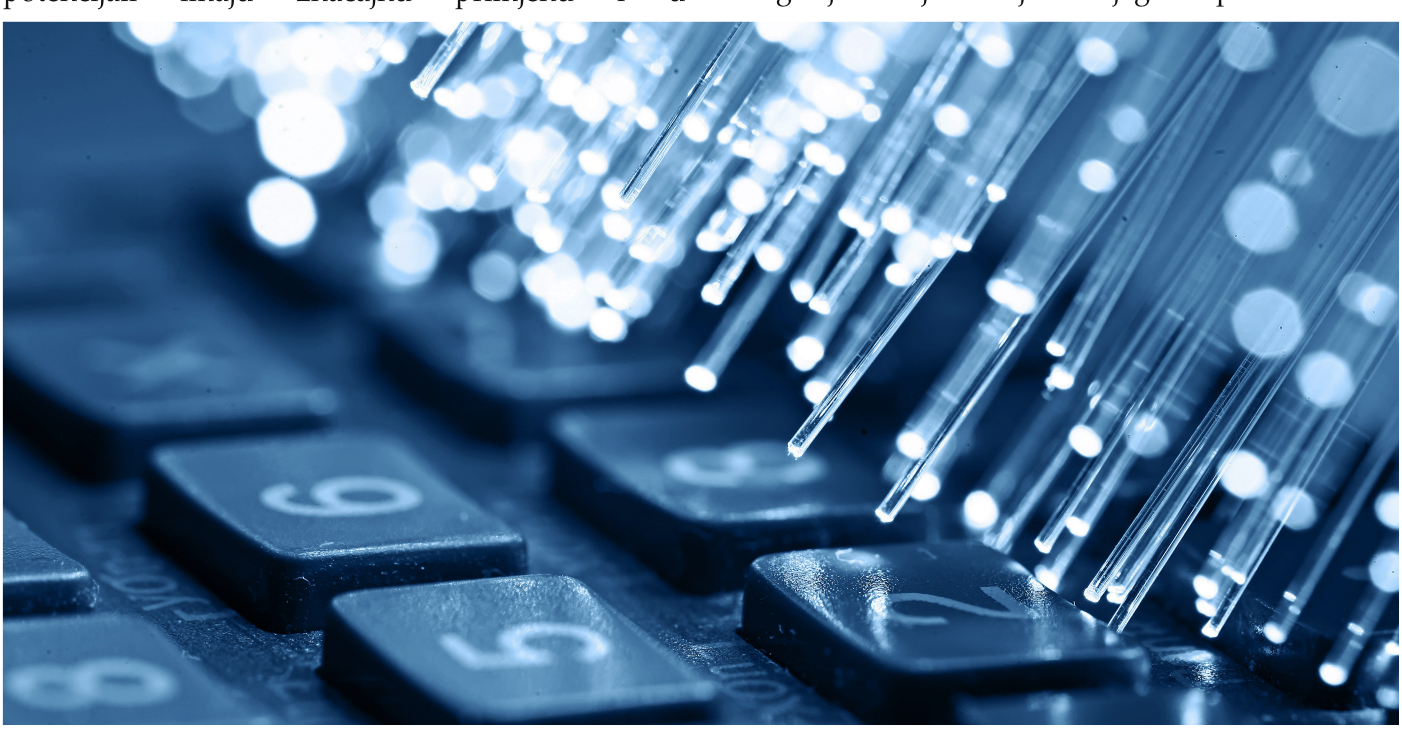
Osim osjetnih evociranih potencijala često se koriste i motorni evocirani potencijali, pri tome se vrši stimulacija motorne mozgovne regije odakle pobuđeni neuroni prenose informaciju na odgovarajuće mišićne skupine i izazivaju pokret ekstremiteta. Tada se mjeri izazvana mišićna aktivnost, njezin intenzitet i vrijeme aktivacije te se na osnovu dobivenih informacija također zaključuje o brzini prijenosa i funkcionalnom integritetu podraženog motornog puta. Slika lijevo prikazuje način stimulacije i stimulacijom izazvane evocirane potencijale. Stimulacija moždane kore može se vršiti bilo strujnim bilo magnetskim podražajem.

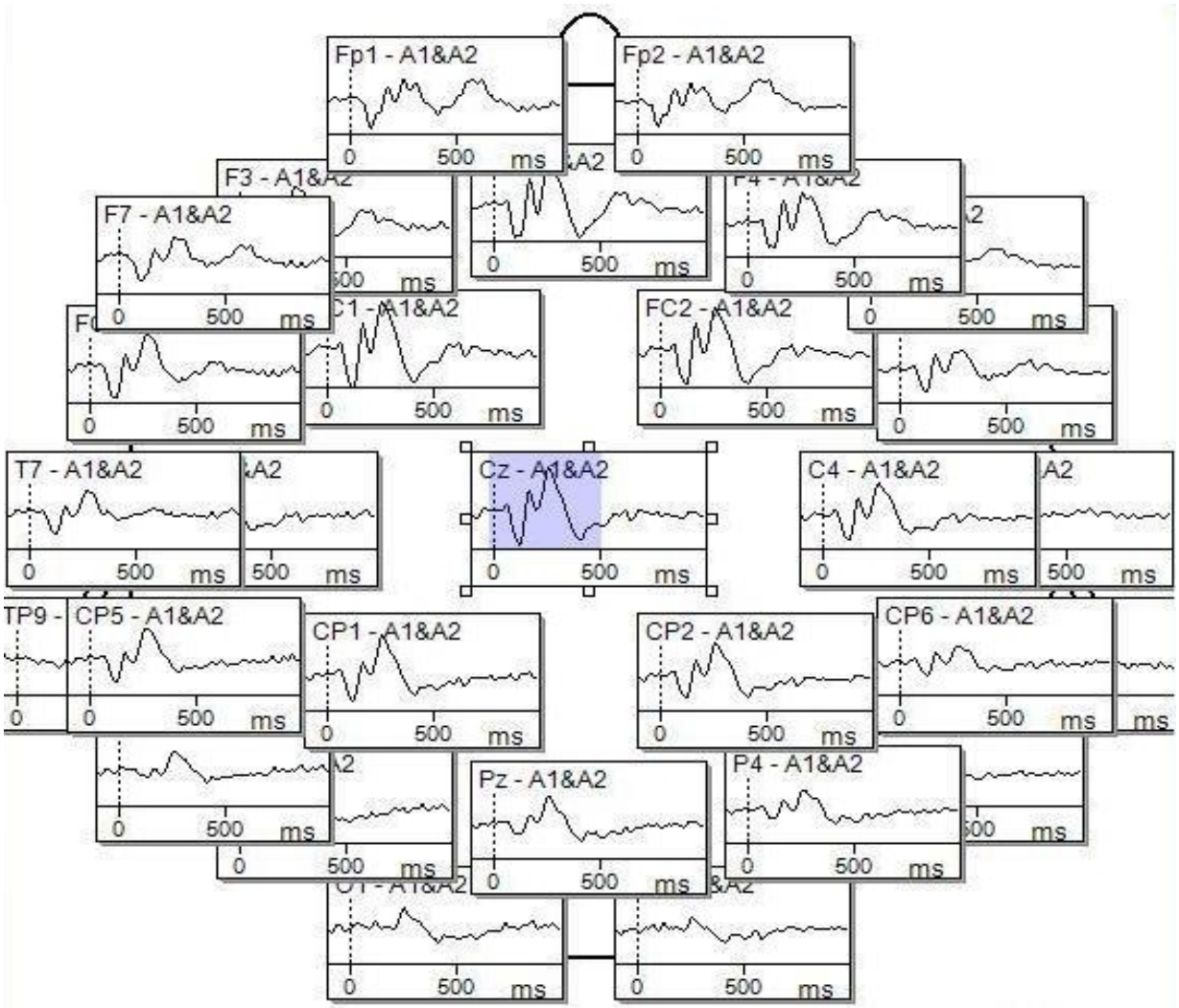
Osim u rutinskoj dijagnostici, evocirani potencijali imaju značajnu primjenu i u intraoperacijskom nadzoru funkcionalnog stanja i osjetnih i motornih puteva živčanog sustava. Najčešće se primjenjuju tijekom neurokirurških operacija gdje se na osnovu kontinuiranog praćenja eventualnih promjena evociranih potencijala informira neurokirurga o trenutnom funkcionalnom stanju sustava (mozak, kralježna moždina, periferni živci), nad kojim intervenira. Pravovremenim upozorenjem na eventualne promjene nastale u pojedinih segmentima sustava te eventualnom modifikacijom kirurškog pristupa mogu se spriječiti njihova nepotrebna oštećenja, a time i neželjene, često i teške posljedice koje mogu nastati zbog inače nepostojećih informacija te vrste.

Slična tehnika kontinuiranog nadzora koristi se i u jedinicama intenzivne skrbi s ciljem stjecanja uvida u vremenske promjene stanja pacijenta i predikcije ishoda bolesti.

Kognitivni evocirani potencijali

Daljnji korak u primjeni tehnike evociranih potencijala predstavljaju kognitivni evocirani potencijali koji su, kao što je već u uvodu rečeno, odraz odvijanja viših mozgovnih funkcija. Za njihovo dobivanje potrebno je koristiti složene stimulacijske paradigme. Stimulacijske paradigme se u osnovi sastoje od smislenog niza različitih kategorija podražaja pri čemu je podražaj jedne kategorije uvijek ciljni. Njega ispitanik treba

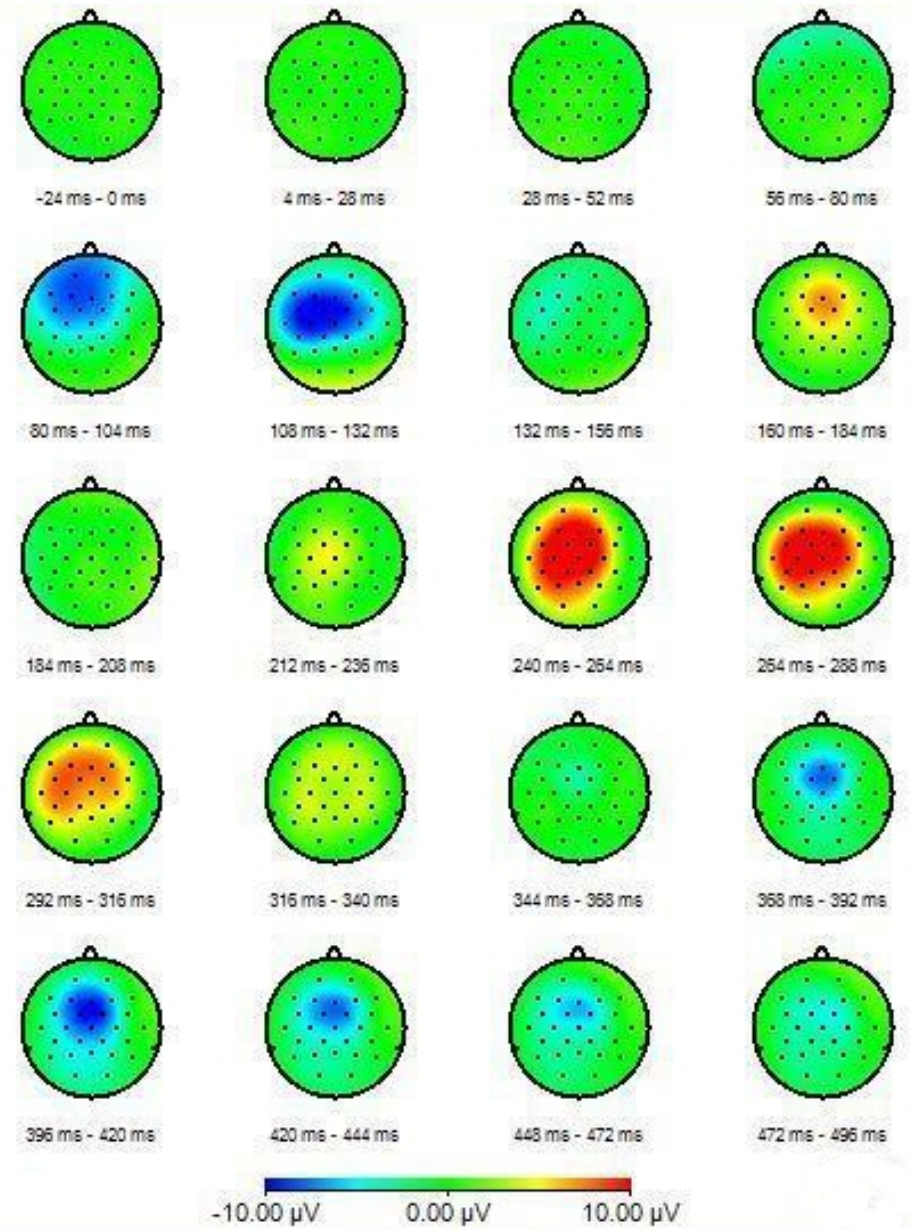




zapaziti, razlučiti od ostalih i izvršiti neku mentalnu i/ili motoričku aktivnost. Ostali podražaji su neciljni - ometajući, upozoravajući, ključni i sl. U praksi se najčešće koristi tzv. *oddball* podražajna paradigma u kojoj se opetovano prezentira podražaj jedne vrste u čiji se niz stohastički ubacuje pokoji ciljni podražaj. Primjer je niz zvučnih podražaja jedne frekvencije, npr. 1000 Hz s frekvencijom pojavljivanja od 1 Hz, u koji se povremeno umjesto neciljnog (obično s vjerojatnosti pojave od 25 %) ubacuje ton druge frekvencije, npr. 2000 Hz, istog intenziteta i trajanja. Ovaj rijetki ton je ciljni podražaj i ispitanik mora brojati njegovu pojavu i na kraju eksperimenta reći koliko ih je izbrojao. Evocirani potencijali se zasebno snimaju za ciljni i neciljni podražaj. Kako na neciljni podražaj nije obraćana pažnja to dobiveni evocirani potencijal odražava aktivnost samo osjetnog sustava. Aktivnost ciljnog podražaja odražava osjetnu ali i kognitivnu aktivnost. Razlika tih evociranih odgovora odraz je odvijanja samo kognitivnog procesa. Na taj se način može izvrsno pratiti vremenska dinamika mozgovne aktivacije s preciznošću boljom od 1 ms. Nažalost, ova tehnika ne omogućava preciznu prostornu lokalizaciju aktivnih mozgovnih struktura. To međutim omogućavaju druge slikovne metode kao što su pozitronska emisijska tomografija (PET), jednofotonska emisiona kompjutorska tomografija (SPECT) i funkcionalna magmetska rezonancija (fMR). Njihov nedostatak pak leži u nemogućnosti precizne vremenske rezolucije. Kombinacija obih metoda danas je metoda izbora u istraživanju funkcije mozga. Spomenuta *oddball* paradigma omogućava istraživanje percepcije, diskriminacije podražaja i radnog pamćenja koje je poremećeno u raznim patološkim stanjima, a posebnu dijagnostičku

Kognitivni evocirani potencijali registrirani na pojedinim detekcijskim elektrodama na glavi ispitanika (lijevo).

Vremenski slijed površinskih distribucija potencijala prikazanih tehnikom moždane kartografije (desno).



vrijednost pokazuje u dijagnostici Alzheimerove demencije. Slike na ovoj i prethodnoj stranici prikazuju krivulje kognitivnih evociranih potencijala registrirane na mjestima detekcijskih elektroda (lijevo) te vremenski slijed odgovarajućih površinskih distribucija potencijala tehnikom moždane kartografije (gore).

Druge stimulacijske paradigme omogućavaju ispitivanje i istraživanje drugih kognitivnih procesa. Tako je jedno od vrlo značajnih područja istraživanja govor, odnosno jezik. Analiza percepcije, razumijevanja i produkcije govora, kognitivna obrada semantike i sintakse u rečenici, istraživanja razvoja i usvajanja jezika danas su vrlo aktualna područja znanstvenih, ali i aplikativnih medicinskih istraživanja. Njihova budućnost je i u području istraživanja sučelja mozak – računalo u cilju ostvarenja misaonog upravljanja protezama, robotima i okolinom.

Općenito, može se zaključiti da evocirani potencijali imaju vrlo značajnu primjenu u vrlo širokom medicinskom dijagnostičkom području i znanstvenim istraživanjima živčanog sustava.

Evocirani potencijali i istraživanja jezika



Zublatak, gronivoj, tuzga, ... riječi su koje ste vjerojatno susreli ako proučavate jezik metodom evociranih potencijala. Istraživanja jezika metodom evociranih potencijala započela su 1980. godine objavljivanjem danas već klasičnog članka u časopisu Science, "Reading senseless sentences: brain potentials reflect semantic incongruity".

Marijan Palmović

Zašto evocirani potencijali?

Kako i spomenuti naslov članka Marte Kutas i Stevena Hillyarda otkriva, evocirani potencijali izmjereni na skalpu bili su različiti u dvjema vrstama rečenica: u rečenicama u kojima se zadnja riječ slagala ili nije slagala s ostatkom rečenice, kao npr.

a. Kuhar je skuhao tjesteninu s rajčicom.
b. Kuhar je skuhao tjesteninu s mobitelom.

Semantička inkongruentnost zadnje riječi u rečenici proizvela bi karakterističan negativan val evociranih potencijala koji je najvišu amplitudu imao oko 400 ms nakon pojavljivanja zadnje riječi. Radi se o komponenti N400 za koju danas znamo da se može dobiti u svakom eksperimentu u kojem se na neki način manipulira značenjem sadržaja prikazanog ispitaniku. Članak je naročito značajan zbog metodologije koja se po prvi puta primijenila u tom istraživanju: evocirani potencijali mjerili su se u eksperimentalnoj paradigmi posuđenoj iz kognitivne psihologije. Upravo je taj spoj proizveo pravi procvat istraživanja u sljedećim desetljećima i to u toj mjeri da neki istraživači tehniku mjerenja evociranih potencijala smatraju idealnom ili gotovo idealnom metodom za proučavanje jezika, tj. jezične obrade.

Zašto jezik?

Zašto su se evocirani potencijali pokazali tako uspješni u proučavanju jezične obrade? Jezik je jedna od najsloženijih kognitivnih funkcija i rasprava o naravi, podrijetlu ili razvoju jezika nije ni približno gotova. Nadalje, jezik ima mnogo osobina kojih ili nismo svjesni ili se ne uklapaju u naše intuicije. Na primjer, govornik nekog jezika odmah prepoznaje riječi vlastita jezika i, kao što neki jednostavni eksperimenti pokazuju (npr. Stroopov učinak), ne može ih ne vidjeti (ili čuti, ako ih sluša). Drugim riječima, jezična je obrada velikim dijelom automatska i izvan je kontrole govornika. Jednim dijelom ona je, pak, svjesna: mi planiramo što ćemo reći, koje ćemo riječi upotrijebiti i obraćamo pažnju na sugovornika da bismo razgovarali sa svojim sugovornikom, čak i ako smo u sobi u kojoj mnogo ljudi istovremeno vodi razgovore, o čemu nam govori učinak domijenka. U tom smislu nikad ne bismo rekli da je naša sposobnost govorenja automatska ili izvan



Stroopov učinak. Imenujte boje kojima su napisane riječi, prvo u lijevom, onda u desnom stupcu. Usporedite vremena!

naše kontrole.

Tehnika mjerenja evociranih potencijala ima vrlo visoku vremensku rezoluciju, obično 1 - 2 ms, ovisno o tehničkim karakteristikama uređaja. Dakle, prikladna je za mjerenje brzih procesa koji su uključeni u jezičnu obradu. Međutim, najvažnije je da se od ispitanika ne očekuje nikakva svjesna reakcija, kao npr. kad se mjeri vrijeme reakcije (VR). Čak i kad se usput mjeri VR, pravi je interes ono što se snimi elektrodama, a to odražava i brze i nesvjesne procese. To je ono što tehnici evociranih potencijala daje odlučujuću prednost u istraživanju jezične obrade jer omogućuje istraživanje automatskih i nesvjesnih procesa, ali i rad s ispitanicima s kojima je otežana komunikacija (npr. pacijenti s moždanim udarom, djeca s jezičnim teškoćama i sl.). Tehnika, dakle, omogućuje eksperimente u kojima se jedna stvar pita ispitanike (npr. da prepoznaju neku osobinu riječi), a druga se stvar zapravo mjeri (npr. razlika između učestalih i manje učestalih riječi, tj. brzina prizivanja riječi iz mentalnog leksikona s obzirom na učestalost).

Neurolingvistički modeli

Istraživanja jezične obrade evociranim potencijalima danas više nisu usmjerena na identifikaciju komponenti karakterističnih za ovaj ili onaj vid jezika. Komponenta N400 dobivena je u brojnim eksperimentima u kojima se manipuliralo značenjem, baš kao što je komponenta P600 mnogo puta izmjerena u eksperimentima u kojima se manipuliralo gramatičkom strukturom rečenice. Mnoge druge komponente također su identificirane u raznim jezičnim eksperimentima u kojima se manipuliralo ovim ili onim gramatičkim svojstvom. Često su prvi procesi vezani za govornikovo prepoznavanje vrste riječi. Tako je načelo autonomije sintakse zamijenjeno načelom "prvo sintaksa" (eng. *syntax first*), pa model predviđa da govornik prvo izgradi sintaktičku strukturu rečenice, a nakon toga je interpretira. Nasuprot tome, "neposredni" modeli (eng. *immediacy models*), predviđaju da se jezični podatci obrađuju u govornikovoj glavi čim budu dostupni, neovisno o tome jesu li sintaktičke, semantičke, morfološke ili pragmatičke naravi.

Kako se rade jezični eksperimenti s evociranim potencijalima?

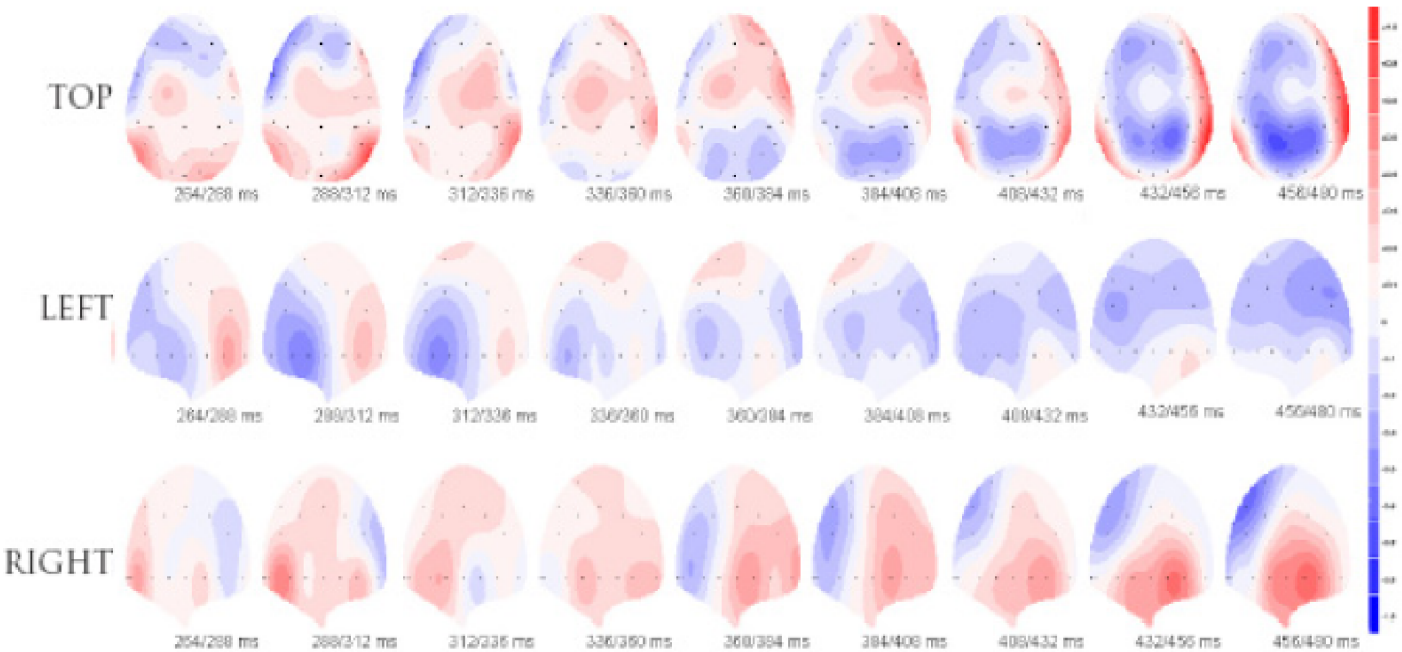
Kako je moguće da se tako različiti modeli temelje na objektivnim podatcima kakvi su električni potencijali izmjereni na skalpu govornika? Odgovor je jednostavan. Da bi se neka funkcija mogla eksperimentalno mjeriti pomoću tehnike evociranih potencijala, potrebno je u što većoj mjeri reducirati problem - dakle, istraživačko pitanje koje postavljamo - na neki mali skup jednostavnih podražaja koji će se upotrijebiti u eksperimentu. Pri tome se treba držati pravila da se ili mijenjaju uvjeti ili podražaji, ali ne oboje. Sam eksperiment, dakle, daje dosta "uske" podatke koji se u tumačenju generaliziraju. Zbog toga čak isti rezultat može biti temelj za različite generalizacije, ovisno o teorijskom pristupu pojedinog istraživača. Kao i svaka druga metoda i tehnika evociranih potencijala ima svoja ograničenja.

Engleski je jezik vrlo pogodan za istraživanja evociranim potencijalima budući da siromašna morfologija omogućuje razne načine manipuliranja rečenica koje se prikazuju ispitanicima (a da same riječi ostanu iste). Najpoznatije takve rečenice su "vijugave" rečenice (eng. *garden-path sentences*), u kojima se značenje rečenice mijenja od riječi do riječi, kao npr. u sljedeće dvije rečenice

a. *The evidence that the judge ignored the witness might have affected the jury.*

b. *The evidence that the judge ignored might have affected the jury.*

Kad govornik dođe do riječi *ignored*, rečenica je

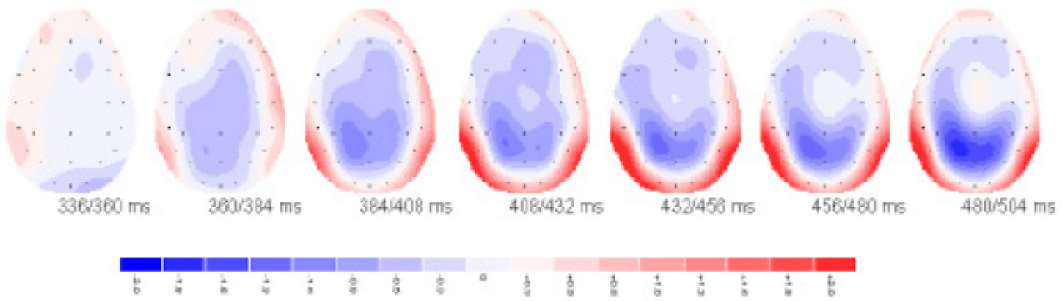


LAN dobiven na pseudoriječima s predmetcima i korjenima riječi koje postoje u hrvatskome (npr. na-gled). Uoči negativnost izraženu lijevo!

dvosmislena; čim čuje *the*, jasno je da slijedi objekt, tj. da je sudac zanemario svjedoka, čim čuje glagol *might*, jasno je da je evidence zapravo subjekt glavne rečenice, tj. da je sudac zanemario dokaze, a ne svjedoka pa rečenicu treba ponovno analizirati (u tom smislu značenje "vijuga"). Mjerenje evociranih potencijala otkriva nam veću amplitudu kasne komponente P600 u rečenicama koje nalikuju na rečenicu b. Iz toga se zaključuje da su "troškovi obrade" veći u toj vrsti rečenica. Naime, u engleskome je red riječi čvrsto zadan - subjekt, glagol, objekt. Zbog činjenice da se u rečenici b. objekt glagola *ignored* pomakao naprijed, govornik mora ponovno analizirati rečenicu što povećava troškove.

Padežni nastavci u hrvatskome onemogućuju slaganje takvih rečenica budući da je govorniku obično odmah jasno tko što kome radi. Kakve onda eksperimente možemo izvoditi u hrvatskome jeziku? Ponovno, odgovor je jednostavan: možemo raditi sve što se radi i u drugim jezicima, samo valja imati na umu posebnosti jezične strukture, tj. činjenicu da ne možemo svojstva jednog jezika izravno prenositi u drugi. Dapače, moguće je na zanimljiv način iskoristiti jezične specifičnosti hrvatskoga. Na primjer, nedavna studija o engleskome jeziku pokazuje smanjenu amplitudu N400 za pseudoriječi koje su složene od postojećih predmetaka i korjena (npr. *on-come* umjesto *in-come*), u odnosu na prave pseudoriječi (npr. prumify). U hrvatskome su dobiveni drugačiji rezultati: dok prave pseudoriiječi stvarno proizvode N400, pseudoriječi sastavljene od postojećih predmetaka i korjena, ali u nepostojećoj kombinacji (npr. na-gled umjesto po-gled) daje LAN, dakle, komponentu s izraženom distribucijom u lijevoj hemisferi i specifičnu za gramatičku obradu, ne semantičku (N400 ima središnju distribuciji čak s maksimumom u desnoj hemisferi, za usporedbu vidi slike gore i gore desno). Takvi rezultati upućuju na drugačiju ulogu koju tvorba riječi ima u hrvatskome i engleskome: dok se u engleskih govornika u glavi vrte neki semantički procesi, u glavama hrvatskih govornika obrađuje se gramatika!

Za istraživanja jezika tehnikom evociranih potencijala mogu se iskoristiti razne karakterne crte hrvatskoga: za razliku od, na primjer, mađarskoga, u hrvatskome postoji rod i imenice se s pridjevima slažu u rodu. Za razliku od engleskoga, koji nema padeža koji izražava nastavcima osim saksonskog genitiva, hrvatski ima razvijen sustav padeža. Glagoli se slažu u licu sa subjektom. Je li to sve govorniku isto ili on razlikuje više vrsta slaganja. Prvi podatci pokazuju da razlikuje, ali ne sve.



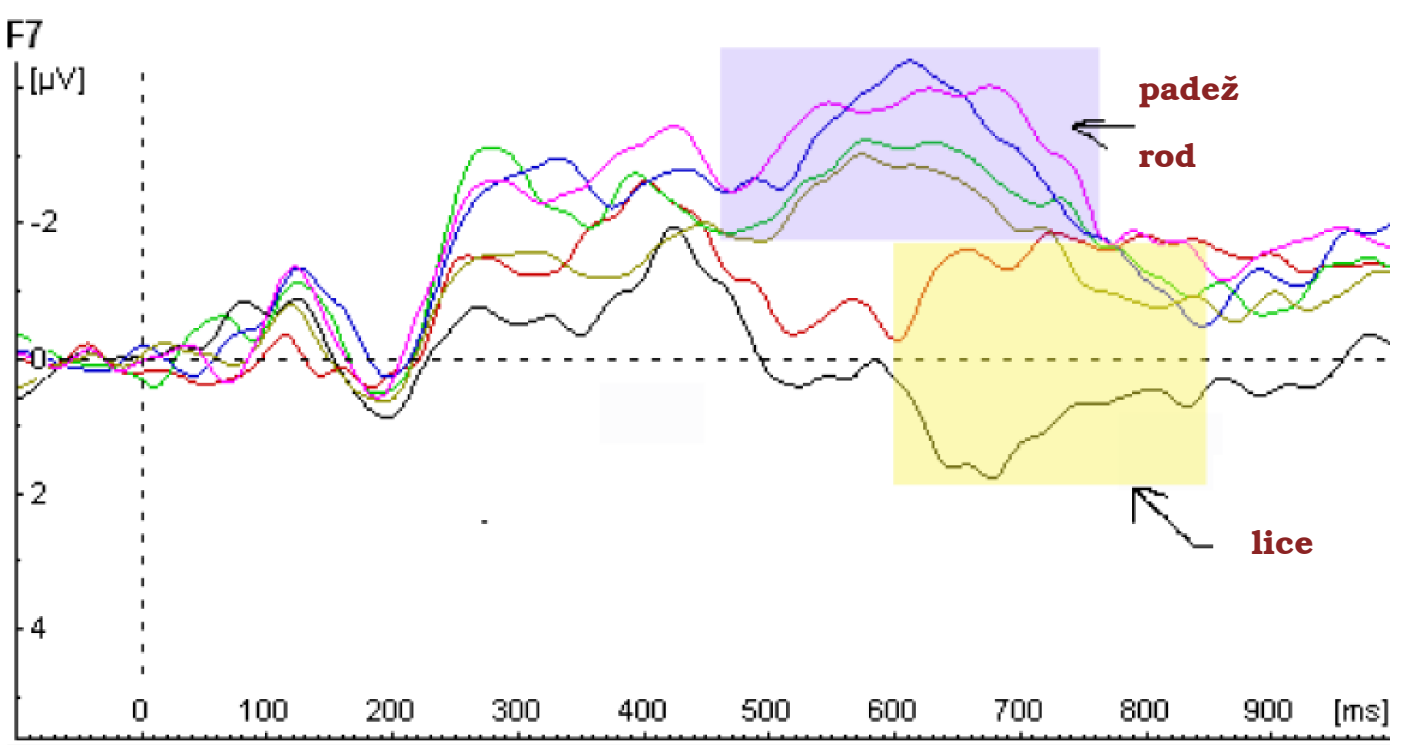
N400 dobiven na pravim pseudoriječima u hrvatskome jeziku. Uoči središnju raspodjelu komponente.

Dakle, ispitavši tri vrste slaganja, rod, lice, padež, dobit ćete dvije, a ne tri vrste evociranih potencijala. Na jednoj ćete strani dobiti rod i padež, a na drugoj lice, kao što pokazuje donja slika.

Čemu sve to služi?

Što dobivamo takvim podatcima? Čemu oni služe? Za razliku od drugih pitanja postavljenih u ovom članku, ovo je zaista teško. Općenito, metoda evociranih potencijala omogućuje uvid u moždanu aktivnost za vrijeme izvršavanja neke funkcije kao što je jezik. Bolje razumijevanje vrijedan je cilj, ali od istraživanja se očekuje da daje upotrebljive rezultate. Za razliku od vidnih ili slušnih evociranih potencijala, koji se godinama upotrebljavaju u dijagnostici, kasni, kognitivni evocirani potencijali ne mogu se upotrijebiti na isti način. Prvo, potrebno je podatke uprosječivati na mnogo ispitanika i, drugo, individualne su razlike mnogo veće nego kod npr. vidnih potencijala kod kojih su i latencije i amplitude poznate u tom smislu da odstupanje jasno pokazuje patološke promjene. U praktične svrhe, za npr. dijagnosticiranje jezičnih teškoća, evocirani će se potencijali moći upotrijebiti tek na vrlo jednostavnim zadatcima i tek nakon što se

Razlika u slaganju: lice vs. padež i rod. Po dvije krivulje označavaju po dva eksperimentalna uvjeta, ispravne i neispravne rečenice.



dovoljno unaprijedi analiza podataka tako da za izdvajanje komponenti bude dovoljan jedan ispitanik. Koliko se može vidjeti, multimodalna snimanja (EEG kombiniran s npr. fMRI, fMRI i PET, EEG i MEG i sl.) jedan je smjer razvoja tehnike snimanja. Drugi je smjer razvoj analitičkih (statističkih) alata za obradu koji omogućuju izvlačenje korisnih podataka čak i kod dosta nepovoljnog omjera signala i šuma. U svakom slučaju, u budućnosti ćemo možda dijete posjesti na EEG, dati mu jednostavne zadatke i za pola sata biti u stanju reći ima li npr. disleksiju, koju vrstu ili koliko tešku. Za sada je to tek znanstvena fantastika.



Objašnjenja pojmova

Komponenta - karakteristični valni oblik koji se veže uz neku funkciju ili moždanu regiju.

Imenovanje komponenti - komponente evociranih potencijala imenuju se prema redoslijedu (P1, N1, P2, N2…dakle, prvi pozitivni pa prvi negativni val, drugi pozitivni, drugi negativni…), prema polaritetu i latenciji (npr. P300, N400…), prema distribuciji (npr. LAN - left anterior negativity, tj. lijeva prednja negativnost) ili prema funkciji (SPS - syntactic positive shift, tj. sintaktički pozitivni pomak).

Jezična obrada - eng. language processing, pojam koji objedinjuje sve procese koji sudjeluju u govornikovom razumijevanju jezika ili u proizvodnji jezičnih iskaza, npr. fonološko kodiranje, prizivanje riječi iz pamćenja i sl.

Stroopov učinak - dulje vrijeme koje je potrebno za imenovanje boje kojom su napisane riječi koje označavaju boje od imenovanja boje kojima su napisane riječi koje označavaju upravo boju kojom su napisane (Vidi sliku na drugoj stranici ovog članka).

Učinak domijenka - sposobnost da u prostoriji u kojoj se istovremeno vodi više razgovora, kao što je to na domijenku, obraćamo pažnju samo na jedan razgovor, a zanemarimo sve druge. Mehanizam koji to omogućuje nije sasvim jasan, najkraće rečeno, radi li se o "filteru" koji je ugrađen u pažnju ili se radi o karakteristici slušne percepcije.

Psiholingvistički model - analiza jezične obrade na sastavne, međusobno povezane dijelove, obično prikazane kao dijagram.

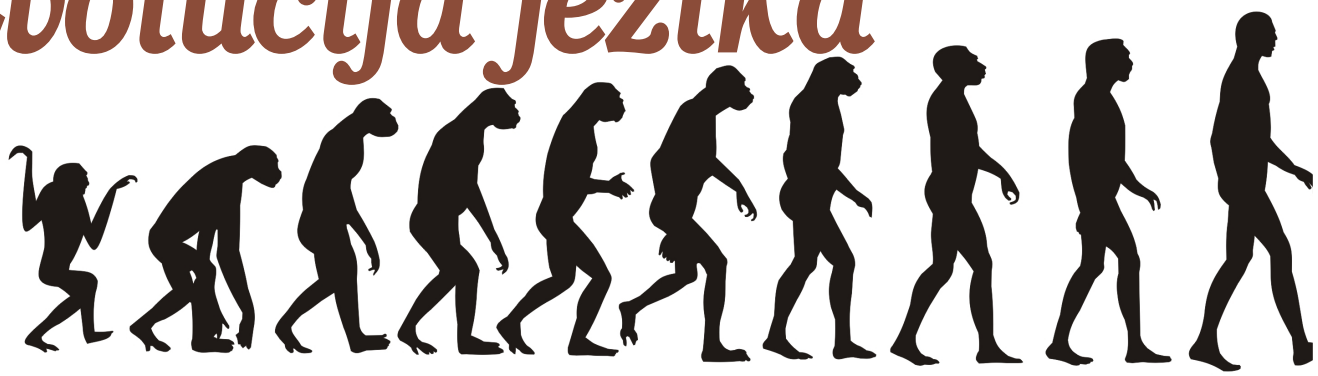
Mentalni leksikon - skup riječi u govornikovoj glavi. Organiziran prema nekoliko načela: učestalosti, fonološke, semantičke sličnosti…

Autonomija sintakse - načelo prema kojem su sintaktička pravila jezika formulirana bez pozivanja na značenje, jezičnu uporebu ili diskurs.

Zadatak leksičke odluke - eksperimentalna paradigma u kojoj ispitanik mora odlučiti čuje li ili vidi riječ ili ne.

Pseudoriječ - kombinacija glasova koja podsjeća na riječ, ali to nije, npr. zublatak, gronivoj, tuzga i sl. što ujedno pojašnjava prvu rečenicu ispod naslova ovog članka.

Evolucija jezika



Kako se, zašto i u kojem stadiju ovog dugog evolucijskog razvoja pojavio jezik još su uvijek neriješena pitanja. Najstariji pisani spomenici stari su tek 5 tisuća godina, kada je ljudski jezik već u potpunosti razvijen.

Tena Gnjatović

Rana evolucija pračovjeka

Prije otprilike 6 milijuna godina počinje razdvajanje između zajedničkog pretka današnjih ljudi i velikih čovjekolikih majmuna. Evolucija roda homo počinje prije 2,5 milijuna godina, a prvi su se predstavnici vrste arhaičnog homo sapiensa pojavili prije 200 do 300 tisuća godina. Moderni čovjek ili homo sapiens sapiens (homo sapiens recens) pojavljuje se prije oko 100 tisuća godina, najvjerojatnije u Africi, no tek se šezdesetak tisuća godina nakon toga njegov način života počinje drastično mijenjati. Nagli kulturni napredak koji se dogodio prije 40 tisuća godina naziva se revolucijom gornjeg paleolitika. Počinje se izrađivati znatno sofisticiranije i učinkovitije oruđe, a iz tog razdoblja potječu i prvi dokazi simboličke djelatnosti.



Kako se, zašto i u kojem stadiju ovog dugog evolucijskog razvoja pojavio jezik još su uvijek neriješena pitanja. Najstariji pisani spomenici stari su tek 5 tisuća godina, kada je ljudski jezik već u potpunosti razvijen. Teorije i pretpostavke o jezičnoj evoluciji temelje se stoga na neizravnim dokazima, kao što su fosilni ostaci lubanja, čija nam veličina ukazuje na veličinu mozga, zatim pećinski crteži, koji potvrđuju postojanje simboličke sposobnosti (ali ne nužno i jezika), ili regionalna varijabilnost oruđa, koja nam govori o postojanju određene vrste komunikacije među pripadnicima neke društvene zajednice. Problem je u tome što nedostatak dokaza nikada nije siguran pokazatelj, u ovom slučaju nepostojanja simboličke sposobnosti i jezika.

Kada se razvio jezik?

Upravo se zbog nedostatka izravnih dokaza, ili možda zbog prevelikog broja onih neizravnih, procjene datuma pojave jezika, ili barem neke vrste protojezika, kreću u rasponu od čak 2 milijuna godina. Ipak, većina znanstvenika početak jezika ne smješta u razdoblje ranije od prije 300 tisuća godina. Najkasniji pretpostavljeni datum nastanka jezika jest u vrijeme revolucije gornjeg paleolitika,

Najstariji pisani spomenici stari su tek 5 tisuća godina, kada je ljudski jezik već u potpunosti razvijen.

Primjer klinastog pisma.



Crteži u spiljama dokaz su razvijene simboličke sposobnosti. Na slici: suvremeni motiv inspiriran crtežima u spiljama.

prije 50 tisuća godina. Iz tog razdoblja potječu prvi tragovi umjetničkog izražavanja – crteži u spiljama, nakit i sl. – jasni znakovi razvijene simboličke sposobnosti. Preduvjet je nastanku jezika, prototipnog simboličkog sustava, razvijena simbolička sposobnost, a kako se sigurni pokazatelji njena postojanja ne javljaju prije revolucije gornjeg paleolitika (iako neka novija istraživanja ukazuju na mogućnost tjelesnog ukrašavanja prije 70 tisuća godina), ovaj je nedostatak dokaza dovoljan dokaz za zagovornike kasnog razvitka jezika.

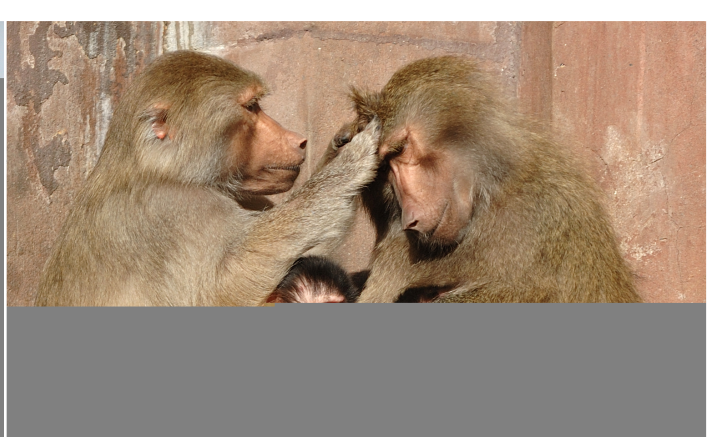
Vrijeme paleolitske revolucije obilježeno je i velikim tehnološkim napretkom – oružje i alati postaju znatno bolji i sofisticiraniji, što omogućuje nove, učinkovitije tehnike lova, a time i lakše preživljavanje. No, premda se često ističe kako je za izradu takvog složenog oruđa potrebna komunikacija između pripadnika zajednice u vidu uputa, važnija je od kompleksnosti oruđa njegova regionalna varijabilnost, koja počinje u vrijeme paleolitske revolucije. Kulturna varijabilnost pokazatelj je djelovanja razvijenog ljudskog uma zbog čega bismo očekivali da se, ukoliko se jezik razvio prije paleolitske revolucije, i ona pojavljuje ranije.

Neki istraživači, primjerice britanski antropolog Robin Dunbar, nastanak jezika povezuju s pojavom vrste homo sapiens. Dunbarovi se zaključci temelje na istraživanjima koja su dokazala povezanost između veličine neokorteksa primata i veličine društvene zajednice u kojoj žive. Od svih sisavaca primati imaju najveći mozak u odnosu na tjelesnu masu, a među samim primatima najveći je mozak ljudski mozak. Budući da je moždano tkivo evolucijski izrazito 'skupo' za održavanje (ljudski mozak troši čak 20 posto ukupne energije, iako čini samo 2 posto ukupne tjelesne mase), primati su morali imati vrlo dobar razlog za povećanje mozga. Čini se da je taj razlog bilo povećanje društvene zajednice, te da je veći mozak, a posebno neokorteks, potreban za snalaženje u većim grupama, odnosno da je njegova primarna funkcija neka vrsta socijalne inteligencije.

No što nam ovi podaci govore o nastanku jezika? Izuzevši ljude, čimpanze i pavijani žive u najvećim zajednicama među primatima, s prosječno 50 do 55 članova. Svi primati osim ljudi prijateljske odnose i saveze s drugim članovima zajednice stvaraju i održavaju timarenjem, a što je zajednica brojnija, to je više vremena potrebno utrošiti na ovaj način uspostavljanja mreže

Svi primati osim ljudi prijateljske odnose i saveze s drugim članovima zajednice stvaraju i održavaju timarenjem,





društvenih odnosa. Majmuni u prosjeku provode 10 posto vremena svakoga dana u uzajamnom timarenju, no vrste koje žive u većim zajednicama, primjerice čimpanze, za timarenje moraju odvojiti i do 20 posto svog vremena. Prema korelaciji koja postoji između veličine neokorteksa i veličine društvenih grupa kod drugih primata, očekivani je broj članova u primarnim ljudskim zajednicama 150, i taj se broj doista pokazao točnim u brojnim sociološkim i antropološkim istraživanjima. Kada bismo svoje društvene odnose održavali timarenjem, u ovako velikim zajednicama morali bismo provesti čak 40 posto vremena u timarenju, što bi vjerojatno bilo pogubno jer nam pritom ne bi ostalo dovoljno vremena za ostale aktivnosti nužne za preživljavanje. Ljudi su stoga morali razviti drugačiji mehanizam održavanja društvene kohezije, a to je, smatra Dunbar, jezik kao neka vrsta 'vokalnog timarenja'. Ovaj ekonomičniji način uspostavljanja i održavanja društvenih odnosa omogućuje istodobno 'timarenje' više članova zajednice, kao i učinkovitije prenošenje društveno važnih informacija.

Sudeći prema fosilnim ostacima lubanja na temelju kojih je moguće procijeniti veličinu mozga i



Jezik je, prema Dunbaru, neka vrsta 'vokalnog timarenja' više članova zajednice istovremeno. Time je omogućeno održavanje društvenih odnosa većih zajednica.





Jezik, a ne samo oružje, učinkovito je sredstvo razdvajanja suparnika.

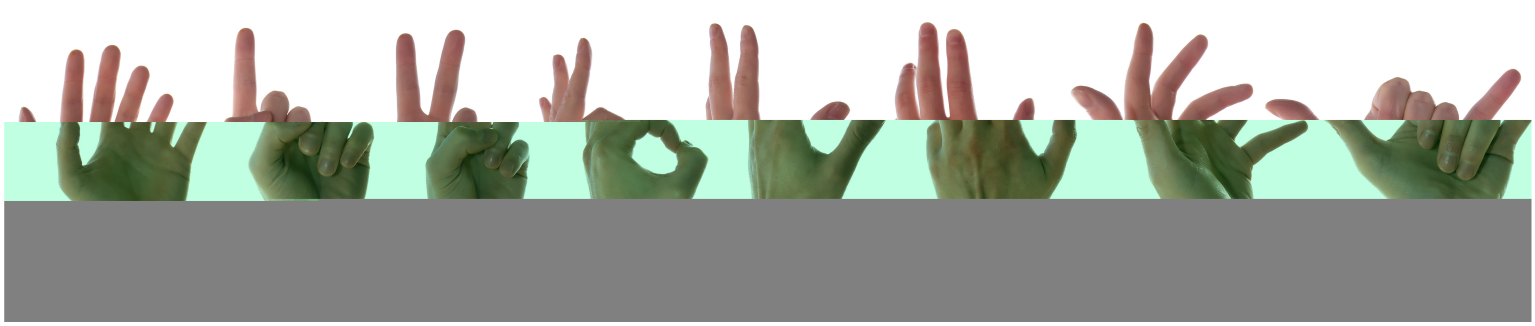
samog neokorteksa, pretpostavlja se da su već najmlađi homo erectusi živjeli u zajednicama od 100 do 120 članova, te da su zajednice najstarijih pripadnika vrste homo sapiens brojale oko 120 i više članova. Na temelju ovih podataka Dunbar zaključuje da se jezik javlja s pojavom prvih homo sapiensa, čije su zajednice premašile kritičan broj članova i postale prevelike za klasičan primatski način održavanja društvene kohezije.

Razmjerno često spominjani datum pojave jezika razdoblje je prije 170 tisuća godina, kada se ljudski grkljan spustio u položaj u kojem je i danas kod odraslih jedinki. Jedna je od najvažnijih funkcija grkljana onemogućavanje prolaska hrane u dušnik. Spušteni grkljan omogućava proizvodnju većeg broja različitih glasova, ali i znatno povećava opasnost od gušenja, jer sprečava istovremeno gutanje i disanje. Ovaj veliki nedostatak spuštenog grkljana uvjerio je mnoge da je jedina dovoljno velika prednost takvog izuzetno opasnog položaja mogao biti jezik, odnosno mogućnost artikulacije dovoljno velikog broja različitih glasova potrebnih za ljudski jezik. Ipak, neka su kasnija istraživanja otkrila da mnoge druge vrste mogu znatno spustiti grkljan prilikom glasanja, ali i to da postoje i drugi sisavci, primjerice jelen, čiji je grkljan trajno u takvom položaju, što znači da jezik nije jedino objašnjenje selektivnog pritiska za njegovim spuštanjem. Moguće je da je glavni razlog tome bilo zastrašivanje grabežljivaca. Naime, spušteni grkljan stvara veću rezonantnu šupljinu i zadebljava glasnice, što rezultira tamnijom bojom glasa i nižim tonovima, a oni se u prirodi povezuju s veličinom.

Je li jezik adaptacija?

Jezik se obično smatra adaptacijom, dakle osobinom koja je oblikovana i proširena u populaciji djelovanjem prirodne selekcije. Ako jezik uistinu jest adaptacija, postavlja se pitanje zašto su jedinke kod kojih se počela razvijati jezična sposobnost imale veću adaptivnu vrijednost. Na prvi se pogled čini da je jezik sasvim očita prednost jer nam omogućava razmjenu korisnih informacija, kao npr. o izvorima hrane. No, takva je razmjena informacija potencijalno štetna za onoga tko daje informaciju, jer povećanjem šansi za opstanak a time i proširenje gena svoga suparnika – onoga tko informaciju prima – umanjuje svoje vlastite. Kao što je ustanovila moderna psihologija, svako je altruistično ponašanje zapravo motivirano egoizmom, pa tako i ova razmjena informacija ima smisla ukoliko se odvija između srodnika. Pomognemo li, naime, nekome tko je nositelj genetskoga koda podudarnog našemu, u isto smo vrijeme pomogli i očuvanju svojih gena.

Ovim se kriterijem za 'altruistično' ponašanje ujedno objašnjava i zašto se jezična sposobnost manifestira tolikim brojem različitih jezika. Osim što, kako naglašava Robin Dunbar, služi održavanju kohezije unutar društvene zajednice, jezik istovremeno mora biti i mehanizam razlikovanja članova dviju zajednica. Time se



osigurava razmjena korisnih informacija unutar zajednice (koju uglavnom sačinjavaju srodnici, što znači da je pomaganje ostalim članovima zapravo pomaganje vlastitim genima) i omogućava brzo prepoznavanje uljeza, pripadnika druge zajednice koji se pokušava okoristiti informacijama.

Mehanizam prirodne selekcije podrazumijeva razmjerno dug proces tijekom kojeg se neka karakteristika, u našem slučaju jezik, oblikuje i poprima sve korisnija obilježja. Neke teorije jezične evolucije odbacuju jezik kao adaptaciju i pretpostavljaju nagli razvoj jezika. Kao zagovornik ovog stava najčešće se spominje američki lingvist Noam Chomsky, koji je donedavno o jezičnoj evoluciji zapravo rekao vrlo malo. Njegova je sumnja u mehanizam prirodne selekcije u slučaju jezika logična posljedica uvjerenja da primarna funkcija jezika nije komunikacija već izražavanje misli, što znatno otežava definiranje adaptivnih prednosti koje jezik nosi.

U zajedničkom radu s biolozima Marcom Hauserom i Tecumsehom Fitchom, Chomsky razlikuje jezičnu sposobnost u širem smislu (faculty of language in the broad sense, FLB) i jezičnu sposobnost u užem smislu (faculty of language in the narrow sense, FLN). FLB uključuje mehanizme koji sudjeluju u jezičnoj djelatnosti kao što su npr. osjetilni i motorički te konceptualni sustav. Ti mehanizmi nisu isključiva karakteristika ljudi i ne aktiviraju se samo prilikom jezične djelatnosti. Razlika između ljudskog jezika i životinjskih sustava komunikacije sadržana je u FLN-u, podskupu FLB-a koji je specifičan za ljudski jezik. FLN uključuje rekurziju, mehanizam koji nam omogućava da na rezultat dobiven nekom operacijom ponovno primijenimo tu istu operaciju, što ljudskom jeziku daje specifično obilježje razlučne beskonačnosti, odnosno sposobnost da iz konačnog broja elemenata generira beskonačan



broj različitih i teoretski neograničeno dugih iskaza.

Chomsky smatra da na jezik ne možemo gledati kao na nerazdvojivu cjelinu koja je evoluirala zbog selektivnih pritisaka za komunikacijom, već je potrebno zasebno proučavanje razvoja različitih mehanizama uključenih u fenomen jezika. FLB kao cjelina jest neka vrsta adaptacije u najširem smislu, no FLN se objašnjava kao rezultat postojećih bioloških, razvojnih i komputacijskih ograničenja, koji se kao već gotov proizvod počeo upotrebljavati u jezičnoj komunikaciji.

Prvi medij

Jedno je od pitanja na koje teorije jezične evolucije još nemaju jednoznačan odgovor i pitanje medija kojim se jezik prvotno prenosio. Neki, naime, smatraju da jezik u svojim počecima nije bio



vokalne, već gestikularne prirode.

Iako toga često nismo svjesni, gestikulacija koja prati naš govor savršeno je usklađena s njim. Nesvjesno gestikuliramo čak i u razgovoru telefonom, kada za to nema nikakve potrebe. Znakovni jezik gluhih dokaz je da se gestama može izraziti sve što se može iskazati vokalnim jezikom. U vrijeme kad je komunikacija tek postajala namjerna, geste je bilo lakše interpretirati od vokalizacija, zbog njihove tendencije ka ikoničnosti, tj. fizičke sličnosti označenome.

Uz ove argumente, pristaše gestikularnih teorija još jednu potvrdu vide u nedavnom otkriću tzv. zrcalnih neurona kod majmuna, koji okidaju pri izvođenju nekih pokreta rukom, ali i prilikom promatranja sličnih pokreta drugih. Ovakvo je povezivanje percipiranog i proizvedenog temelj za uspješnu komunikaciju jer se pretpostavlja da promatrač razumije radnje drugih kroz transformaciju ulaznih vizualnih informacija u već ustanovljene motoričke obrasce. Sustav zrcalnih neurona majmuna nalazi se u dijelu premotoričkog korteksa koji je homologan arei 45 u ljudskom mozgu, odnosno jednom dijelu Brocinog područja, koje sudjeluje u planiranju i artikulaciji govora. Moguće je da je zrcalni sustav kod ljudi omogućio razvoj sposobnosti imitacije i interpretacije gesta, nužnih za učenje i razvitak jezika.

Gestikularne teorije nailaze na velik problem kod objašnjavanja kako se i zašto ljudski jezik iz gestikularnog pretvorio u vokalni. Čini se, ipak, vjerojatnijim da je ljudski jezik u svojim počecima bio primarno vokalne naravi, uz gestikulaciju kao prateći element kakav postoji i u suvremenoj komunikaciji.

Životinjski sustavi komunikacije

Jedna od najčešće spominjanih karakteristika po kojima se čovjek razlikuje od životinja jest jezik. U ovoj je tvrdnji sadržana implikacija da je ljudski jezik kvalitativno drugačiji od ostalih komunikacijskih sustava koje susrećemo u prirodi. Odgovor na pitanje u čemu se sastoji ta razlika mogao bi doprinijeti boljem razumijevanju jezične evolucije.

Američki lingvist Charles Hockett predložio je 1960-ih godina nekoliko obilježja specifičnih za ljudski jezik, među kojima su referencijalnost, arbitrarnost, naučenost i sintaksa. Pokazalo se da postoje životinjski komunikacijski sustavi koji imaju barem jedno od prvih triju obilježja, no čini se da niti jedan životinjski 'jezik' nije sintaktički strukturiran. Budući da sintaksa postaje potrebna i korisna tek u sustavima s većim brojem znakova, logično je da je životinjski komunikacijski sustavi nemaju. Ostaje upitno, međutim, imaju li životinje sposobnost za sintaksu, odnosno hoće li, uspiju li naučiti dovoljan broj znakova, stvoriti i neki oblik sintaktičke organizacije.

Pedesetih su se godina prošloga stoljeća znanstvenici s oduševljenjem prihvatili podučavanja naših najbližih srodnika, čimpanzi i bonoboa, ljudskom jeziku. Nakon početnog neuspjeha, postalo je očito da naši srodnici nemaju motornu kontrolu i vokalni trakt kakvi su potrebni za proizvodnju glasova ljudskog jezika. No kako nemogućnost govora ne znači i nemogućnost usvajanja jezika, eksperimenti u kojima su korišteni znakovni jezici bili su znatno uspješniji. Čimpanza Washoe navodno je uspjela naučiti koristiti oko 250 znakova američkog znakovnog jezika, a još je veći napredak postignut u osamdesetima s bonoboom Kanzijem.

Nakon ovih istraživanja postalo je jasno da simbolička sposobnost, barem u nekom rudimentarnom obliku, nije isključivo ljudska karakteristika. No, za razliku od ljudske djece, koja u prvih nekoliko godina života u normalnim uvjetima spontano ulaze u svijet simbola i upotrebljavaju ih gotovo neprestano i bez konkretne svrhe, čimpanze i bonoboi uspijevaju naučiti koristiti simbole samo u eksperimentalnim uvjetima, uz mnogo truda i podučavanja. Osim toga, čini se da su broj i vrsta simbola koje oni mogu naučiti ograničeni.

Ako upotreba simbola nije specifično ljudska karakteristika, u čemu se sastoji ta kvalitativna razlika između ljudskog jezika i životinjskih 'jezika'? Čini se da je odgovor na to pitanje jedno od Hockettovih obilježja – sintaksa, ili barem jedno od glavnih obilježja sintakse ljudskog jezika, kao što je rekurzija u teoriji Chomskog. Washoe i Kanzi, kao i drugi čimpanze i bonoboi koji su sudjelovali u eksperimentima, koristili su simbole, ali bez sintaktičke organizacije, osim na najosnovnijoj razini, kao npr. 'donijeti voda'.

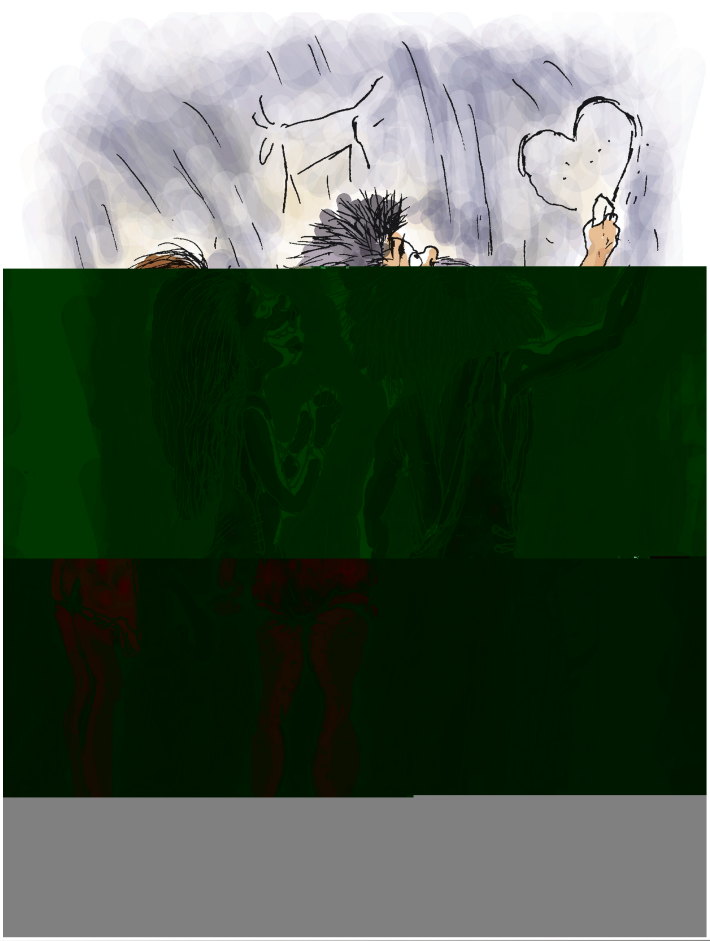
Teorija uma

Do otprilike pete godine života djeca razviju sposobnost pripisivanja mentalnih stanja drugim pojedincima i shvaćanja da su ta mentalna stanja potencijalno različita od njihovih vlastitih. Ta se sposobnost naziva teorijom uma i čini se da je upravo ona jedna od najvažnijih čovjekovih karakteristika, bez koje ne bi bilo ni jezika kakvim se danas služimo.

Teorija uma u svoj razvijenom obliku kakav susrećemo kod djece starije od 4,5 godina života omogućava i pripisivanje namjere drugim pojedincima da promijene naše vlastito mentalno stanje, kakva je i komunikacijska namjera. Prepoznavanje komunikacijske namjere nužno je za ostvarivanje uspješne komunikacije. Iako neki istraživači još uvijek smatraju da je teorija uma svojstvena jedino čovjeku, eksperimenti su prilično uvjerljivo pokazali da čimpanze i bonoboi također imaju ovu sposobnost, ali u ograničenom obliku koji nije dovoljan za pripisivanje komunikacijske namjere. Možda je upravo stupanj razvijenosti teorije uma razlog zbog kojeg je jezična sposobnost isključivo ljudska sposobnost.

Dokaz su da je teorija uma izrazito važan čimbenik jezične djelatnosti autisti. Čini se da kod autistične djece razvoj teorije uma počinje kasnije i nikada ne dostiže jednak stupanj razvijenosti kao kod ostale djece, zbog čega je u većini slučajeva narušeno i njihovo jezično funkcioniranje.

Usvajanje je jezika kod djece omogućeno razvojem teorije uma – socijalnog razumijevanja koje uključuje pripisivanje komunikacijske namjere drugima. Sličan se razvoj zasigurno odvijao i u dalekoj prošlosti ljudske vrste, čime je zadovoljen jedan od preduvjeta pojave jezične komunikacije. No, priča o evoluciji jezika time nije završena jer, kao što smo vidjeli, kada se, kako i zašto razvio ljudski jezik ostaju pitanja s prevelikim brojem proturječnih odgovora. Ipak, interdisciplinarni je pristup ovom problemu znatno doprinio rasvjetljavanju mnogih pitanja, a puno se očekuje i od matematičkih modela i računalnih simulacija koji se sve više koriste u istraživanjima jezične evolucije. Nadamo se da će se ova suradnja znanstvenih disciplina nastaviti s još više uspjeha u budućnosti, jer što smo bliže razumijevanju ljudskog jezika i njegove evolucije, bliže smo i razumijevanju čovjeka.



Za one koji žele znati više:

1. M.H. Christiansen i S. Kirby, ur.: *Language Evolution*, Oxford University Press, Oxford, 2003.,
2. R. Dunbar: *Grooming, Gossip and the Evolution of Language*, Harvard University Press, Cambridge, 1996.,
3. M.D. Hauser, N. Chomsky i W.T. Fitch: *The Faculty of Language: What is It, Who Has It, and How Did It Evolve*?, Science br. 298, str. 1569-1579, 2002.,
4. R. Matasović: Jezična raznolikost svijeta: podrijetlo, razvitak, izgledi, Algoritam, Zagreb, 2005.



Poezijom protiv straha

Analiza pjesme Susret sa zmijom Gustava Krkleca

Jelena Vlašić Duić, Ivana Vrljac

Desna, pjesnička polovica

Što je to inspiracija i što nas može nadahnuti? Je li doista dovoljno samo pogledati u svoje srce i pisati? T.S. Eliot tvrdi da takav pogled nije dovoljno dubok: *Moramo pogledati u moždanu koru, u živčani i u probavni sustav.* Iako je utvrđeno da je u gotovo 95% svih odraslih dešnjaka lijeva hemisfera dominanta za jezik, za interpretaciju pjesme Susret sa zmijom Gustava Krkleca bit će nam potrebnija ona naša osjećajnija, desna hemisfera, naša pjesnička polovica. Naime, jezična se aktivnost ne može promatrati kao jedinstvena funkcija koja bi bila lokalizirana na jednom mjestu u mozgu, nego je treba promatrati kao kombinaciju aktivacija različitih razina i područja mozga. Dokazi o lateralizaciji i/ili lokalizaciji jezičnih i govornih funkcija dobivaju su na temelju kliničkih slučajeva, od osoba s nerazvijenim ili prerezanim korpusom kalozumom (tijelom koje povezuje lijevu i desnu hemisferu) i na temelju ponašanja zdrave populacije. Tako se pokazalo da osobe koje imaju ozljede desne hemisfere ne mogu razlučiti relevantne od irelevantnih detalja, imaju smanjenu osjetljivost na namjeravana i implicirana značenja (uključujući prenesena i metaforička značenja) te na emocionalni sadržaj, kao i na humor, sarkazam i ironiju. Na verbalnom planu kod takvih su osoba primijećene teškoće u prepoznavanju govornih izraza emocija jer ne mogu prepoznati raspoloženje u rečenicama u kojima značenje nije u skladu s govornom izvedbom. Za otkrivanje poetskih višeznačnosti bit će potrebno razotkriti pjesničke postupke u razumijevanju kojih je desna hemisfera dominantna. Poezija se služi riječima iz općeg, kolektivnog jezika, ali ih pjesnik stavlja u odnose

koji njihovu značenju daju nov smisao. Sredstva izraza na taj način prestaju biti opća, ona se individualiziraju i dobivaju nov smisao. Promotrit će se kako pjesma djeluje zvukom, kojim to glasovnim i govornim pjesničkim postupcima Krklec stvara negativne emocije i kako se s tim emocijama suočava?

Ponavljanje glasova: sss...

Naslov najavljuje temu pjesme, ali i nagoviješta kakvu atmosferu možemo očekivati. Dok značenje riječi susret govori o nečemu pozitivnom, ili je barem neutralnoga karaktera, riječ zmija (u zapadnoj civilizaciji) i u doslovnom i u prenesenom značenju ima uglavnom negativne konotacije. U naslovu je uočljiva jaka glasovna veza, aliteracija (ponavljanje) glasa s koji se među četrnaest glasova javlja tri puta, odnosno 21,43%, a pribrojimo li mu i njegov zvučni parnjak z, čestota mu raste na 28,57%. Očekivano je javljanje glasa s u glasovno neutralnom kontekstu tek od 4,64% do 4,70% (ovdje i dalje podaci o statistici glasova u hrvatskom jeziku prema podacima D. Vuletić iz 1991), što znači da se u naslovu javlja šest puta više. Glasovi s i z imaju onomatopejsku vrijednost, podsjećaju na siktanje zmije, pa se njihovim ponavljanjem napetost ostvaruje već u naslovu pjesme. S i z su visoki glasovi, a s je i najviši glas hrvatskoga jezika (6400 - 12 000 Hz) te je tako na granici zvuka i tišine jer iznad njega nema više glasova ljudskoga govora, tj. nešto više frekvencijsko područje za ljudsko uho i ne postoji. Glas s je tako na granici života i smrti, a budući da bi susret sa zmijom mogao i kobno završiti, takva je njegova metaforika i odgovarajuća. Na kretanje zmije s i z nas podsjećaju i svojim grafičkim oblikom pa ti glasovi svojom akustičkom i vizualnom slikom već u naslovu naznačuju glavni postupak u pjesmi – aliteraciju. U drugom se stihu: *podiže glavu pjegavu i gmiže* riječi **g*l*avu** *pje***gavu** podudaraju u više glasova i na taj se način još jednom ističe zmijska glava, a u njoj i utjelovljena opasnost koju zmija predstavlja. U toj je funkciji i unutrašnja rima: *g*l**avu** – *pje***gavu**, koja obgrljuje onu s vanjskih dijelova stiha: gm**iže** – pod**iže**. U posljednja tri stiha strofe dominira glas *p*: uvijek je na jakom mjestu, na početku riječi i na početku svakoga stiha, a u posljednjem stihu svaka riječ njime počinje, tvoreći tako tautogram: **p***odiže glavu* **p***jegavu i gmiže;*/**p***lazi u susret, dolazi sve bliže;*/**p***aluca,* **p***siče,* **p***resijeca mi* **p***ute*. Dominacija glasa p potvrđuje se i brojčano: u glasovno neutralnom kontekstu očekuje se od 2,26% do 2,79%, a ovdje se na razini cijele strofe javlja sa 7,07% (dva i pol puta više), u posljednja tri stiha s 9,33% (triput više), a u posljednjem stihu s čak 16% (pet i pol puta više)! Glagol psiče onomatopejskog je porijekla i označava glasanje zmije koje se proširuje i na glagole koji znače kretanje, budući da su svi povezani ponavljanjem početnoga p. Na taj se način akustički i vizualno dočarava zmijina prisutnost u pjesničkom prostoru. Također, p je bezvučni okluziv, dakle, najnapetiji glas, pa njegovo javljanje proizvodi dodatnu napetost u pjesmi.

Susret sa zmijom

Gustav Krklec

Iz divljeg drača, iz šikare ljute
podiže glavu pjegavu i gmiže;
plazi u susret, dolazi sve bliže;
paluca, psiče, presijeca mi pute.

Vidim joj ralje otrovne i žute
iz kojih plavi plamen plamti, liže.
Do stopala mi, razdražena, stiže
sa zjenicama koje stravu slute.

Nema mi spasa od jezive smrti!
Ali, odjednom, iz pojasa, rukom
sviralu trgnem. S osmijehom sred lica

krotim je svirkom. Već se svija, vrti,
u vrelom pijesku, pobijeđena zvukom,
robinja sada – prije otrovnica…

Gomilanja: Podiže, gmiže, dolazi, plazi, paluca, psiče i presijeca pute

Iako u prvome stihu glagola nema, u posljednja tri stiha ove strofe od šesnaest riječi čak je sedam glagola, tj. 43,75%. Gomilanjem glagola unosi se dinamika jer oni ne služe toliko stvaranju dojma trajanja, koliko stvaranju napetosti jer čitatelja prisiljavaju da se poistovjeti s lirskim subjektom i njegovom nezavidnom situacijom. Svi glagoli

iskazuju kretanje zmije i to gradacijom: zmija najprije samo **podiže** *glavu*, zatim već i **gmiže**, ali to još ne govori o smjeru i cilju njezina kretanja. Već sljedeći glagol upozorava da ona **plazi** *u susret* i da **dolazi** *sve bliže*. Glagoli koji slijede nagoviještaju opasnost situacije, zmija je već toliko blizu da možemo vidjeti kako **paluca** jezikom, možemo čuti kako **psiče**, čak i **presijeca** *pute*! Riječ je o nesvršenim glagolima koji izriču pravu sadašnjost, tj. radnju koja se događa u trenutku dok se o njoj govori, što još i povećava neizvjesnost ishoda. Gradacija se ostvaruje i interpunkcijom: samo su glagoli podiže i gmiže povezani veznikom, a ostali su razdvojeni stankama (označenima točkom-zarezom i zarezom) koje u govornoj izvedbi signaliziraju napetost. Najtiše treba izgovoriti glagol podiže, a dalje svaki novi glagol zahtijeva i veću glasnoću koja kulminira u glagolu presijeca. Za razliku od te prve strofe u kojoj dominiraju glagoli, drugu strofu obilježavaju pridjevi. U ovoj je strofi zmija već toliko blizu pjesniku da joj on vidi **otrovne**, **žute** *ralje* iz kojih *plamti* **plavi** *plamen*, **razdražena** je. Svi pridjevi i gotovo svi glagoli (izuzetak je glagol vidim koji naglašava da je lirski subjekt samo promatrač) odnose se isključivo na zmiju. I iz toga zaključujemo da je lirski subjekt skamenjen od straha, da nije u stanju ništa poduzeti jer je strah ovladao njime. Na raspolaganju mu je još samo osjetilo vida: u prethodnoj strofi zmija psiče, a u ovoj strofi u fokusu je samo zmijska glava. Ipak, siktanje ne prestaje, jaka aliteracija s i z gradi pjesnički prostor u posljednjim stihovima druge strofe. Govorna izvedba druge strofe zahtijeva stišavanje nakon onog glagolskog uzleta jer prestravljen, čovjek teško može išta govoriti. Ako ipak uspije progovoriti, kao što uspijeva Krklecov strašljivac, govorit će tiho, usta će vrlo malo otvarati, pa će mu dikcija biti slaba, nedostatna i jedva će se razabirati riječi. Upravo takvu interpretaciju zahtijeva druga strofa. Uslijedit će, međutim, nešto sasvim suprotno.

Usklik straha!

Pjesnički postupci vode do vrhunca napetosti,



trenutačna je situacija neodrživa i jasno je da se nešto mora dogoditi. Treća strofa počinje usklikom: *Nema mi spasa od jezive smrti*! Iako se čini da je taj stih logičan nastavak prethodnih strofa i da se lirski subjekt prepustio sudbini, ne smijemo zanemariti činjenicu da se prvi put u pjesmi čuje i glas žrtve, neovisno o tome je li rečenica izgovorena ili je samo pomišljena, pa čujemo neki unutrašnji glas. U uskliku izazvanim strahom tempo je ubrzan, intenzitet pojačan, a intonacijski raspon velik. Upravo tako treba i interpretirati tu uskličnu rečenicu, pa će strah o kojem Krklec govori biti i ozvučen. Taj je stih središte pjesme jer ne samo da sažima prethodni kontekst, nego i najavljuje nešto novo, promjenu koja mora uslijediti. Poslije tog usklika ništa više ne može biti isto, on je vrhunac napetosti. Glas s (uz zvučni parnjak z) u tom stihu čini 16,67% svih glasova, a m 12,50%, dakle, oko tri i pol puta više nego u glasovno neutralnom kontekstu. Glasovi s i m posebno su zanimljivi zbog svojih zvučnih karakteristika, kao i zbog činjenice da se javljaju zajedno. Podsjetimo, s je najviši glas hrvatskoga jezika, a ovdje mu je pridružen m, auditivno najniži glas, pa oba predstavljaju granicu između tišine i zvuka, a metaforički – onu između života i smrti. Svojim glasovnim ponavljanjima, taj nas stih vraća na naslov jer se i u njemu javljaju te iste aliteracije.

Kroćenje stiha i kroćenje zmije

Opkoračenje razbija cjelinu jer misao počinje u jednom, a završava u drugom stihu i često je u funkciji isticanja jednog dijela iskaza. U stihovima: *Ali, odjednom, iz pojasa, rukom*/**sviralu trgnem**. (…) dio prebačen u sljedeći stih govorno se ističe jer je kraj stiha označen pauzom, a uzlazna intonacija na kraju stiha obavještava nas da se misao nastavlja preko granica stiha. Dio u opkoračenju dodatno je

istaknut i inverzijom glagola i imenice koja ističe imenicu svirale. Glagol trgnem također je istaknut: prvi je (i jedini) svršeni glagol u pjesmi, a radnja koju izriče trenutačna je, pa je time naglašena brzina obrata u pjesmi i trenutak u kojem se sve promijenilo. U opkoračenju između treće i četvrte strofe: **S osmijehom sred lica/krotim je svirkom** (…) dio je prebačen ne samo u sljedeći stih, nego i u sljedeću strofu, pa je još istaknutiji jer je stanka između strofa uvijek duža od one između stihova. I to je opkoračenje dodatno istaknuto: riječi u opkoračenju podudaraju se u nekolicini glasova **kro*t*im** – ***sv*irkom**, glagol se anagramski ponavlja u imenici. U prvim dvjema strofama glavnu su ulogu imali glagoli i pridjevi, a u trećoj i četvrtoj strofi dominiraju imenice. Od 33 riječi, 12 je imenica, što znači da je svaka treća riječ imenica (36,36%). Taj podatak potkrepljuje tezu o djelovanju lirskoga subjekta: on preuzima inicijativu, sve što imenuje u neposrednoj je vezi s njegovim djelovanjem, npr. **pojasa**, **rukom**, **sviralu**, **osmijehom**, **svirkom**, **zvukom**, **robinja**, **otrovnica**. Čak i (*nema mi*) **spasa** i (*od jezive*) **smrti** jer su i ta imenovanja proizvod njegova djelovanja - razmišljanja. I glagoli svjedoče o promjeni koja je nastupila: njima se iskazuju promijenjeni odnosi sudionika: **trgnem**, **krotim**, dok se zmija **svija** i **vrti**, njezino je kretanje direktna posljedica djelovanja lirskoga subjekta. Sukob sa zmijom je izbjegnut i došlo je do zamjene uloga: zvukom ukroćena, zmija je postala robinjom. Bilo je potrebno smiriti se i sjetiti da je rješenje nadohvat ruke (svirala za pojasom). Zato i osmijeh o kojem Krklec govori treba ozvučiti, pa završnu strofu treba izgovoriti pjevnim, dječje radosnim glasom.

Prevladavanje straha zvukom

Svi su pjesnički postupci u službi izražavanja osjećaja straha, neugode, zgražanja nad viđenim, nad mogućom tragičnom sudbinom žrtve. Navedenim postupcima Krklec oblikuje strah koji se onda u govornoj interpretaciji i ozvučuje, a ne može se zanemariti ni mogući terapeutski učinak stihova na osjećaj strah. Susret sa zmijom predočen je iskazom dinamična ritma, ponajviše ostvarenim nesvršenim glagolima u prezentu. Opasan događaj kao da se odvija pred našim očima, brza smjena radnji stvara napetost dodatno pojačanu dominantnim pjesničkim postupkom – ponavljanjem suglasnika, kojim se auditivno i vizualno u pjesničkom prostoru uprisutnjuje zmija, koja se u pjesmi imenuje samo u naslovu. Napetost ostvarena prvim dvjema strofama kulminira usklikom u prvom stihu treće strofe koji sažimlje prethodni kontekst i najavljuje obrat. Ponavljanjem glasova s i m stvara se jedinstvo suprotnosti, tanka granica između života i smrti, a usklikom se pasivni promatrač pretvara u aktivnog sudionika i zmijski napad pretvara u susret. Preokret u sadržaju prati promjena u pjesničkim postupcima i u govornoj energiji koja je slaba dok je strah jak, a jaka kad se strah prevlada. Iako je već u naslovu najavio takav sretan ishod, susret sa zmijom, Krklec se u pjesmi i suočava sa strahom. Većina se ljudi boji zmije (kao i npr. visine i pauka), ali ih taj strah ne ometa u svakodnevnom životu. Oni koje takav strah onemogućuje u aktivnostima u kojima inače uživaju i zbog kojeg neke aktivnosti ne mogu obaviti, imaju simptome ofidiofobije. Neurobiolozi tvrde da će se u budućnosti moći locirati i kemijski odstraniti bolna sjećanja i fobije, a da se pritom ne ošteti mozak. Dok im to uspije, jedna je od mogućih metoda i – poezija.

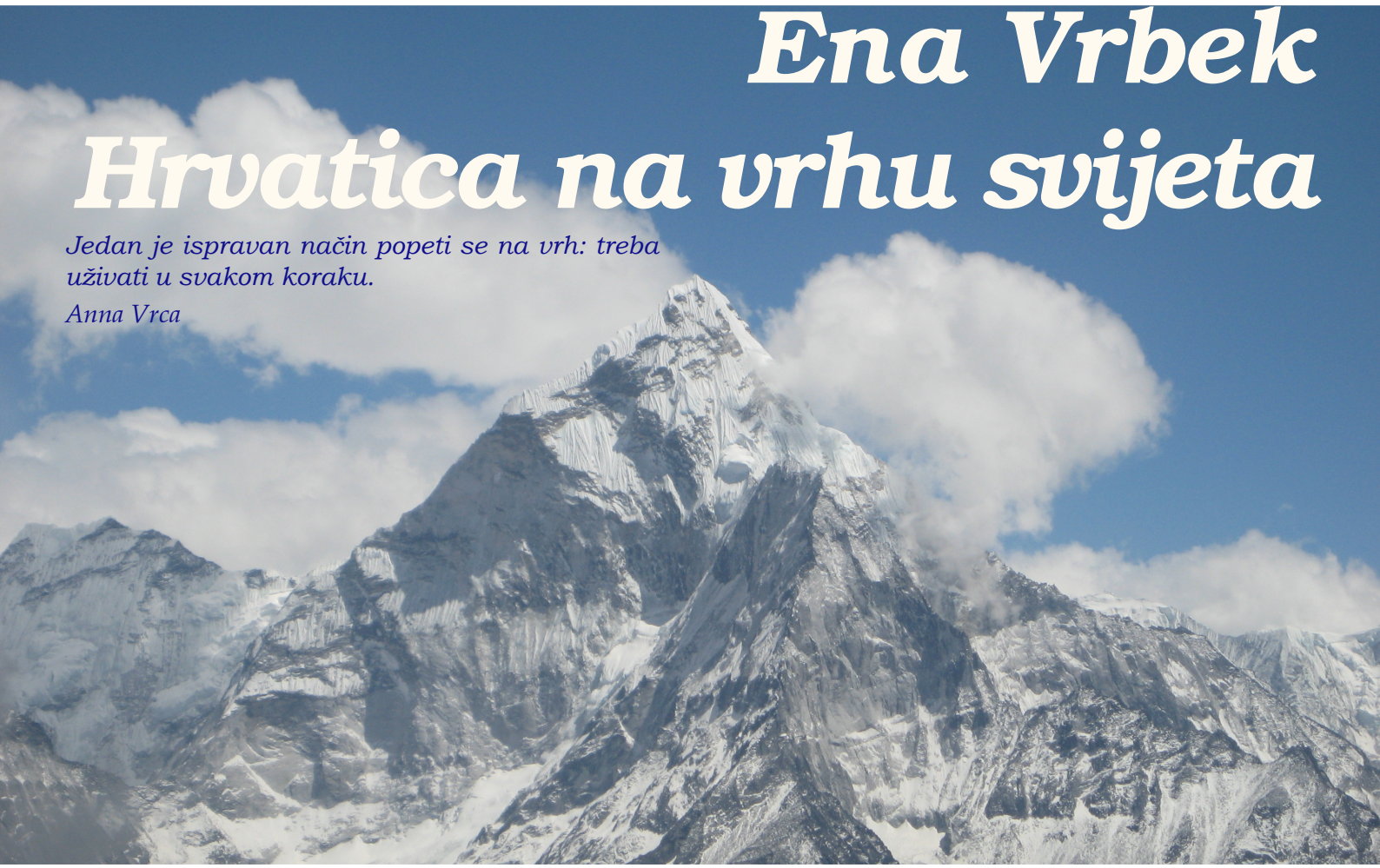
Za one koji žele znati više

1. J. Kane; Poezija – desnohemisferalan jezik, PsyArt: A Hyperlink for the Psyhological Study of Arts, 2007.,
2. G. Krklec; Darovi za Bezimenu, Mladinska knjiga, Ljubljana; Zagreb, 1991.,
3. V. Mildner; Govor između lijeve i desne hemisfere, IPC grupa, Zagreb, 2003.,
4. B. Vuletić; Fonetika pjesme, FF press, Zagreb, 2005.,
5. B. Vuletić; Govorna stilistika, FF press, Zagreb, 2006.,
6. D. Vuletić; Istraživanje govora, Fakultet za defektologiju Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1991.

Ena Vrbek
Hrvatica na vrhu svijeta

Jedan je ispravan način popeti se na vrh: treba uživati u svakom koraku.

Anna Vrca



Ena Vrbek (na naslovnici broja), u ekspediciji 2009. godine popela se zajedno sa još tri Hrvatice na vrh svijeta - Mount Everest. Bilo je to ostvarenje sna i kruna višegodišnjih napornih i vrlo zahtjevnih priprema za ovu najzahtjevniju od svih ekspedicija i dvomjesečno uspinjanje na ekstremnim temperaturama između -20 ºC i -50 ºC.

Htjeli smo od Ene čuti, a onda i s vama podijeliti, kako ona uz godišnji vremenski odmak gleda na taj pothvat.

Nakon brojnih priprema, provedena je selekcija. Od znatno većeg broja prijavljenih, za sudjelovanje u ekspediciji odabrano je jedanaest žena.

Usredotočimo se na planinski dio puta, na kojem se nalaze bazni logor kao i četiri visinska logora. Timovi se osnivaju prema spremnosti ljudi. Tako imamo sporiji i brži tim, brži tim je obvezan voditi ekspediciju. Neočekivano, za razliku od prakse u većini drugih ekspedicija, do trećeg logora stiglo je osam alpinistica. Budući da je bilo opreme i popratnog ljudstva (Šerpa) samo za četiri osobe, nastupio je trenutak teži od svih teških trenutaka prethodnog uspinjanja jer je trebalo izdvojiti četiri s(p)retnice za uspon na sam vrh. Svaka ekspedicija ima svoje uspone i padove i na taj način se dobro upoznaje sebe, ali i stječe prijatelje za cijeli život i razvija se osjećaj razumijevanja.

Milena Šiljan i Ena Vrbek stigle su do zadnje baze do vrha za 8 ½ sati (op. ur.: prosjek je 14 h!) Tijekom višesatne šutnje dok su za jedan korak trebale dvadeset puta udahnuti, često su razmišljale o svojim bližnjima. Mada je smrznuta voda svuda oko njih, žeđ je veća od gladi. Otapanje leda za jednu termos bocu trajalo je od 30 do 45 min. Maska s kisikom se ledila, no bolje ju je stalno imati jer kisik zagrijava tijelo pa bez maske trnu ruke od hladnoće, bez obzira što imate navučenih tri para rukavica. Unatoč nemogućim uvjetima, odustajanje ne pada na pamet niti u jednom trenutku.

Kada su navečer krenule prema vrhu bilo je sve crno oko njih, no odjednom s desne strane svjetlo.





Dolazilo je s oko 3000 m visine, između Kine i Nepala, svjetlo se nalazilo na zahtjevnijoj strani Himalaje. Izgledalo je kao da su neki drugi penjači, no bila je to zvijezda koja je bila vidljiva u svom punom sjaju zbog zakrivljenosti zemlje! Ena se osjećala kao da je još više gore, visoko, u svemiru.

Na 8000 m među oblacima se stvorila sjena koja je bila u obliku piramide. Bio je to sam vrh. Napokon!

Opisati taj osjećaj riječima je nemoguće, pa nalazim se na samom vrhu! Prvo što je poželjela Ena bilo je nazvati svoje najdraže, roditelje i dečka.

Konkretno, pripreme za ekspediciju na Mount Everest trajale su tri godine. Uključivale su: trčanje 5 km u roku od 20 min, trčanje 45 km uzbrdo po Sljemenu po 10 h bez tereta i s teretom, treniranje po Velebitu i uz sve to redovito vježbanje u teretani. Takav tempo života iziskuje brojna odricanja. I dok se vaši najdraži i najbliži druže i uživaju u zajednički provedenim trenutcima, zabavljaju se i vesele za razne blagdane i rođendane, vi vrijeme provodite u zahtjevnim treninzima i tek ste u mislima s njima.



Prema Eninim riječima, silazak je bio puno teži od samog uspona jer je sve što se željelo, za što se odricalo, već ostvareno pa sada treba skupiti ostatke snage i nekako se dovući do logora. Još je teže vratiti se u svakodnevnicu! U pravilu se događa da se po povratku kući javi osjećaj izgubljenosti.

Prema Eninim planovima možemo očekivati niz daljnih uspona, ali neka to ostane iznenađenje za sve nas.

Alpinizam je nekonvencionalan sport koji iziskuje puno treninga i odricanja. Najlakši način kako ga približiti ljudima je da se organiziraju velike ekspedicije koje odjeknu u medijima. Kako bi se prevladala određena visina, potrebno je uistinu puno napornih treninga i odricanja, no morate biti svjesni da nikakve vježbe ne vrijede ako nemaš i fiziološke predispozicije. Jedna od važnijih priprema je stil života.

Šerpe: *Sherpa* ili *Shar* (istok) + *Pa* (ljudi), znači istočni ljudi. Šerpe su narod bez kojih bi usponi na himalajske vrhove mnogima bili gotovo nemogući. Prvo što čovjeku padne na pamet kad se spomene Šerpa je čovjek koji tegli stvari na planinu.

Šerpe su pleme koje je došlo na Nepal prije tri do četiri stoljeća iz istočnog Tibeta. Danas pleme čini oko 150 000 žilavih ljudi. Žive u regiji Solu – Khumbu, koja se danas nalazi na prosječnoj visini od 4000 m. Prije nisu bili vješti u penjanju kao danas, nego su vještine penjanja usvajali za vrijeme engleske kolonijalne uprave. Danas koriste moderno penjanje koje im je omogućilo lakše preživljavanje u surovim planinama. Štoviše, omogućilo im je zaradu. Organiziraju penjanja koja uključuju razne usluge, od nošenja prtljage do kuhanja. Tako Šerpe koje djeluju na nižim visinama znaju do baze nositi i do 50 kg tereta. Šerpe koji alpiniste prate do vrha relativno su dobro plaćeni. Koliko je zarada dobra, toliko se gube običaji, odnosno identitet njih samih kao plemena. Najpoznatiji Šerpa je Tazing Norgay koji se popeo s Edmundom Hillaryom na najviši vrh svijeta Mount Everest.

Vođa Šerpa koji je s našim djevojkama išao na vrh je Lakhpa Nuru. Do te je ekspedicije već devet puta bio na vrhu Himalaje, a s našim djevojkama je bio na njemu dva puta tijekom zadnja dva uspona.



Nikola Paunović

Putovanje Indijom

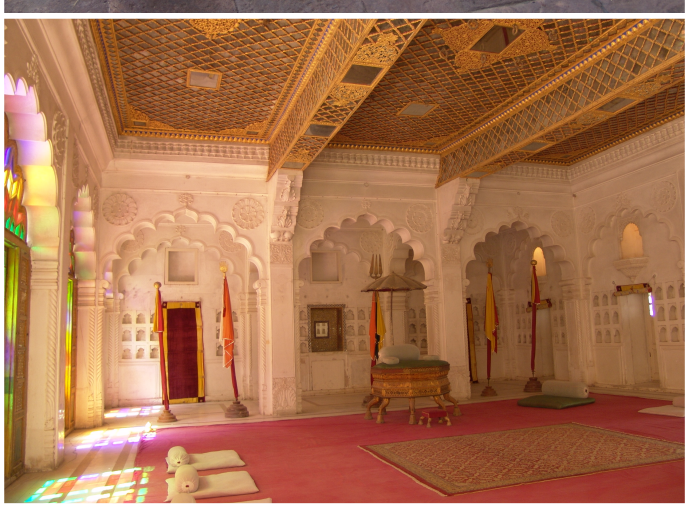
Kroz četiri tjedna provedena na proputovanju indijskim bespućima, život mi se obogatio za nebrojeno mnogo različitih i neočekivanih iskustava. Bila su to uglavnom ugodna iskustva, odreda vezana uz nevjerovatna mjesta, gradove, krajolike, ljude i situacije. No bilo je i onih malo manje ugodnih događaja.

Po negativnim iskustvima jedno se mjesto posebno nametnulo, Bombay - indijski grad tradicionalno zvan Mumbai, mjesto je koncentracije ogromne energije, brzine, stresa i gužve, i kao takav nije niti približno sličan miroljubivom i mirnom ozračju koji prekriva ostatak Indije. Moguće je da Mumbai iskače u prvi plan i stoga jer smo kroz njega prolazili tri puta, a svaki put je padala kiša, bilo je tmurno, preplavljeno smogom i zagušljivo. Uz nadasve nepoželjno vrijeme i dvije najveće prevare dogodile su nam se upravo tamo. Popisu bi se moglo dodati još stvari, ali potvrdu lošeg osjećaja koji me pratio u tom gradu mogli ste pratiti u medijima početkom prosinca 2008. godine. Indija je ogromna zemlja i žalosno je da upravo ovakve ružne vijesti oblikuju percepciju o čitavoj državi. Zemlja je to i narod koji bismo mogli istraživati cijeli život i na kraju zaključiti kako smo ih tek počeli upoznavati. No, s obzirom na prirodu medija i njihovu uobičajenu politiku, takvi ishitreni zaključci i bombastične generalizacije ne









iznenađuju, premda uvelike rastužuju. Za steći pravi dojam, neke stvari jednostavno treba osobno iskusiti, osjetiti na vlastitoj koži, pogotovo ako nam je namjera upoznati zemlju koja je satkana od tako nespojivih proturječja kao što su: nobelovci, veliko siromaštvo, mirotvorci, miroljubive religije, drevne tradicije, prirodne katastrofe, teroristički napadi, prometne nesreće... .

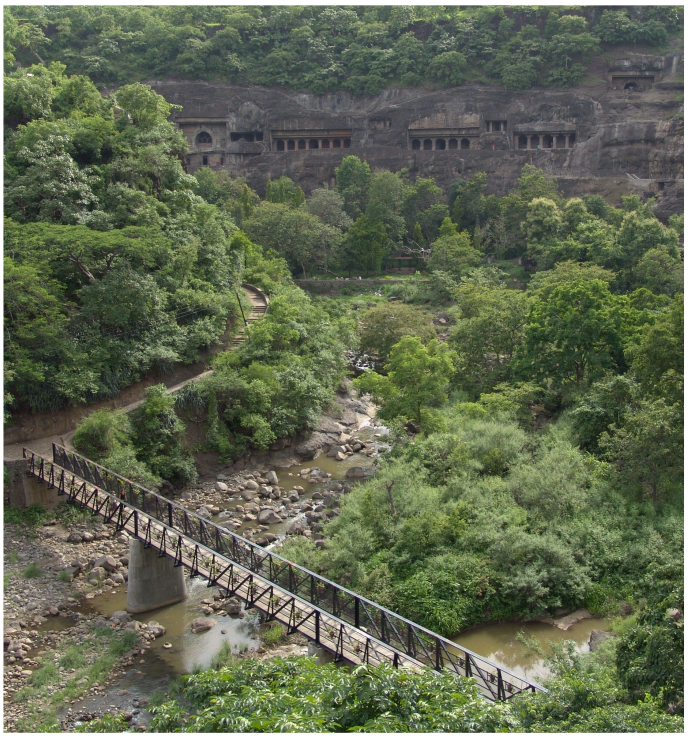
U zemlji koju obilježavaju velike udaljenosti, poput moreplovaca i istraživača svakim smo danom otkrivali nove stvari, situacije i ljude, koji su nam strastveno i iskreno tumačili indijsku civilizaciju i njihov način života. Danas se svakog od spoznatih detalja prisjećam uz osmijeh na licu, ali moram priznati da nam se situacije koje smo iskušavali po prvi puta u životu nisu, na početku, činile tako bezazlene i zabavne. Unatoč

Jodhpur je jedan od tri velika grada najveće indijske države Rajasthan, poznat i kao plavi grad (zbog, plavom bojom, obojanih zidova kuća). Plava boja prema riječima stanovnika odbija komarce. Na širokom platou usred grada nalazi se utvrda Mehrangarh (lijevo), a plavi zidovi kuća protežu se do linije horizonta na sve strane svijeta. Impresivna utvrda unutar svojih zidina skriva nekoliko palača, do kojih se dolazi kroz obrambeni sustav od sedam vrata. Palače, danas muzeji (desno dolje) , svjedoče o zanimljivim vremenima i događajima vezanim uz ove pustinjske krajeve. Osim muzeja, mali prozor u tradiciju i njene ostatke pružaju i lokalne obitelji, koje zarađuju priređivanjem malih predstava, (sredina desno) kojima od zaborava čuvaju djelić života svojih djedova. Država Rajasthan poznata je i po velikoj pustinji Thar, koja kao i sve druge pustinje svijeta, ljubomorno skriva svoju vodu (desno gore).



prevladavajućem mnoštvu lijepih i ugodnih iskustava, prva dva dana u Indiji bila su mi dva najgora dana u životu. Zapravo, radi se o otprilike 32 sata, koja su se tada činila puno dužima nego što se čine sada, dok o njima pišem. Bili su to sati prilagodbe na potpuno drugačiji način funkcioniranja i razmišljanja. Moram priznati kako je to bila jedna uistinu ekspresna, nužno ekspresna prilagodba. Sve što ste u životu naučili - tamo ne vrijedi; stvari na koje ste navikli - ne postoje, ostavljeni ste sami sebi i vlastitoj sposobnosti prilagodbe i preživljavanja. U svakom pogledu, to je pravo životno putovanje u kojem pomičete vlastite granice i uklanjate stečene barikade jer ih nema tko ukloniti umjesto vas.

Iako još u fazi prilagodbe, nisam propustio zamjetiti bogati prostor glavne željezničke stanice u Ahmedabadu (glavni grad države Gujurat, jedne od siromašnijih indijskih država). Nenametljiv po materijalima i obliku, ali veličanstven po proporcijama i jednostavnosti, glavni prostor stanice oduzimao je dah, možda i zbog nedostatka zraka. Nekoliko trenutaka ostao sam zatečen i razoružan, jedino što sam mogao bilo je pogledom istraživati prisutno bogatstvo (materijali, ljudi, mirisi, svjetlo, sjena...). Instinktivno mi postaje jasno zašto su dimenzije takve; velik broj ljudi, ekstremne temperature, nepodnošljiva vlaga i kronični nedostatak, čak i najmanjeg povjetarca, koji bi tome mjestu donio barem trenutak olakšanja.



Indija je mjesto nezamislivih spojeva. Tako je moguće na udaljenosti od svega par kilometara, a ponekad i nekoliko metara, doživjeti neopisive kontraste. Osobno iskustvo je najbolja metoda istraživanja tih očaravajućih trenutaka.

Na popisu svjetske baštine nalaze se i špilje pronađene nedaleko sela Ajintha, po kojem i lokalitet nosi ime Ajanta (lijevo i gore).

Uličice Jodhpura podno utvrde Mehrangarh (dolje) mjesta su na kojima se pronalaze zanimljivi kadrovi i začudni susreti (dolje).

U još jedan od impozantnijih prostora imali smo priliku ušetati već na samom početku našeg putovanja. Bilo je to predvorje hotela International The Grand, nedaleko od međunarodnog aerodroma Chattrapathi Shivaji u Mumbaiu, zavirili smo i ostali zatečeni. Ogroman prostor, ispunjen fontanama, sjenicama i umjetno održavanom vegetacijom, iznad kojeg lebdi praznina od sedam etaža. Od tradicionalnog sustava hotelskih hodnika nema ni traga, ono što je inače zatvoreno i usko sada postaje prava suprotnost, otvoreno i prozračno. Zanimljivo je kako samo naočigled maleni odmak od konvencija i ustaljenog načina razmišljanja može stvoriti rješenje koje svojom pojavom impresionira i ostavlja bez teksta.

Kontrast je sredstvo koje ostavlja možda najjači dojam na čovjeka. Osobno, obožavam kontraste, zanimljivi su mi po strukturi, po dojmu kojeg ostavljaju na ljude, ali i po energiji koja je prisutna dok povezuju naočigled suprotne, ponekad i nespojive krajnosti. Cijela Indija prepuna je suprotnosti i odnosa koji najbolje odgovaraju opisu – kontrast. Naširoko rasprostranjena neimaština okružuje razbacane primjere bogatstva, moći ili pretjerivanja. Palače u pustinjskom Rajastanu okružuju oceani nabacanih kućeraka, kompleks Taj Mahal okružuje siromašna svakodnevica Agre, na rubovima Ahmedabada, u prašini i pijesku, svoj sjaj rijetkima pokazuje Adalaj Vav, dok mu u susjedstvu, usred nepreglednih slumova (eng. *slum* – gradske četvrti najbjednijeg stanovništva; zabitne zloglasne prljave uličice), ponosito stoje rashladni tornjevi nuklearnih elektrana.







Osim siromaštva i mnogoljudnosti, na gustoću izgradnje u Indiji zasigurno su utjecali i klimatski faktori. Zbijene nastambe svojim oblicima, organizacijom i načinom korištenja podsjećaju na mediteranske objekte i naselja. Mnogi objekti imaju unutarnje dvorište (što uglavnom ovisi o materijalnom stanju vlasnika), preko dana ispunjeno nesnošljivom vrućinom, i neumoljivo grijano sunčevim zrakama, unutarnje dvorište predvečer postaje prava suprotnost. Veliki stol sa stolicama zauzme središte dvorišta, odnekuda se pojave ležaljke i sjedalice svih vrsta, a stepenice postaju mjesta ugodnih razgovora. Ono što je po danu bila mrtva točka, navečer prerasta u živahni centar zbivanja.

Putovanja vlakom kroz Indiju, pogotovo ona noćna, jedna su od ljepših iskustava. Vožnja vlakom danju je zanimljiva i informativna, a noću prilika za kvalitetan odmor. Zaista ima nešto čarobno i opuštajuće u tom noćnom drmusanju kroz indijska prostranstva. Takav se način putovanja ujedno pokazao i ekonomski isplativ. Osim prijevoza, za smiješno mali iznos, dobivao se i kvalitetan smještaj. Odmarati se dok putuješ, koncept je kojeg bi uvijek preporučio. Kada bi se sunce skrilo, a noć prekrila obzor, u vlaku se spontano događao prelazak s dnevnog na noćni raspored, a lakoća promjene impresionira. Jednostavnim podizanjem srednjeg ležaja, koji je preko dana predstavljao naslon za klupu, zapravo za najdonji ležaj, i njegovim uzdizanjem na položaj u sredini stijene dobila bi se dva komforna spavaća mjesta. Jedino je najgornji ležaj stajao neokrznut pomakom. Visoko gore pod samim krovom vagona, najgornji ležaj stoji okružen ventilatorima, čiji zveket ne ometa nego čak i stvara onu nenametljivu zvučnu pozadinu, dok ugodan vjetrić, zadubljenike u svoje misli i razmišljanja, spašava od vrućine i sparine. S obzirom na takvu situaciju, ti gornji ležajevi u vlakovima bili su oaze mira i nesmetanog odmora za sve one koji bi se željeli povući, odmoriti ili razmišljati bez straha od prekidanja i upadica.

Sjećam se, kako sam na početku naše avanture, dok se još nismo "prilagodili", volio promatrati Indiju, njene ulice i ljude izdaleka, sa sigurne

Lijevo: šetnja ulicom glavnog grada države Tamil Nadu. Chennai, prije znan i kao Madras, peti je najveći grad u Indiji. S okolnim prigradskim područjima broji 8,2 milijuna stanovnika.

Doručak u Jaipuru, najbolji doručak za vrijeme putovanja po Indiji, za svega 13 kuna (desno). Jedan od čuvara unutar utvrde Mehrangarh (dolje).



udaljenosti. Kasnije sam lovio svaku priliku da se ubacim u vrevu i metež. Zaista sam uživao u tom ljudskom mravinjaku. Uživanje u jatu ljudi moguće je samo ako se prepustite istočnjačkom ritmu, što u prijevodu znači, zaboravite rasporede, zaboravite satove, mobitele i druge mjerače nečega što je ionako već najbolje mjereno prirodnom šetnjom sunca preko nebesko plave livade.

Neka od najdražih uspomena vraćaju me u predvorje pustinje Thar, i u jednostavni pustinjski objekt na čijem smo krovu prenoćili i iskusili čaroliju pustinje na vlastitoj koži. Zalazak sunca, noć pod vedrim nebom, jahanje na devama, nepregledni horizont i prisutnost nečega velikog i sveobuhvatnog, nečega što tvoju egzistenciju briše do točke nestajanja. Osjećao sam se malenim, manjim od zrnca pijeska, a poniznost je bila jedini jezik koji sam šutio. Osjećaj ogromne nepreglednosti tek u smiraj dana uspije prekinuti veličanstveni zalazak sunca. Na umornom nebu miješaju se tonovi narančaste, ljubičaste i crvene. To su boje koje inače možete pronaći na sarijima (pet metara duga tkanina, koja na poseban način omotana oko tijela služi kao višenamjenski odjevni predmet), žena iz Rahjastana. Smiraj dana i tišinu pustinje, poput kidanja papira, razlama tek glasanje paunova, i tako samo pojačava osjećaj mira i spokoja koji pokriva svaki kutak nepreglednog prostranstva.

Mjesec dana i oko 9600 kilometara koji smo proveli putujući po Indiji, omogućilo nam je da uvidimo značajan dio indijskog prostranstva i donekle naslutimo bogatstvo tradicije, različitosti i miroljubivosti koja prekriva skoro cijeli potkontinent. Nisam siguran koji je razlog tome, ali Indijci ne običavaju svoj pogled usmjeravati prema gore, nemaju potrebu za osobnim prostorom, barem ne dok su na javnom mjestu, i ne zaziru od kontakata u javnom prijevozu, bilo fizičkog ili društvenog. Zanimljivo, također vole spavati što bliže tlu. Po prirodi su znatiželjni i radoznali, poput djece, tako da ne propuštaju priliku ostvariti kontakt s bilo kim, a pogotovo sa strancima. Većinom djeluju sretno i zadovoljno, a komunicirati s njima pravo je zadovoljstvo jer je svaki razgovor minijaturna predstava.

Ne mogu se oteti dojmu da danas svi pokušavamo posjedovati sve, pa čak i sjećanja, doživljaje, osjećaje, slike... Kronična želja za apsolutnom kontrolom i posjedovanjem dijagnoza je većine "civiliziranog" društva. Gledano iz toga kuta, nije teško shvatiti otkuda dolazi suvremeni osjećaj nesigurnosti, nedostatka povjerenja, opće nezadovoljstvo i ostale negativne posljedice koje obilježavaju našu svakodnevicu. Susret s Indijom otvorio je vrata nevjerojatno jednostavnoj usporedbi, koja sada tvori temelj mog uvjerenja da sreća ne leži u imati i posjedovati, nego u dijeliti i širiti. Jer kako inače objasniti da su ljudi u Indiji, unatoč svojem materijalnom siromaštvu, dječački sretni i zadovoljni, dok su Zapadnjaci mahom potišteni, unatoč tome što posjeduju mnogo, mnogo više.





Arheološki lokaliteti Ellora i Ajanta, oba u indijskoj državi Maharashtra, nalaze se na UNESCO-ovom popisu svjetske kulturne baštine. Predstavljaju vrhunsko umijeće klesanja u živoj stijeni. Naime svi hramovi i svetišta uklesani su u stijenu, te je na taj način ostvaren zanimljiv kontakt ljudi i prirode. Količina i kvaliteta detalja ostavljaju posjetitelje bez daha, a predivna priroda u kojoj se lokaliteti nalaze nenametljivo pomaže atmosferu mirne kontemplacije.

Andrija Štampar

Pedesetih godina 19. stoljeća u raznim dijelovima svijeta počela se mijenjati socijalna struktura društva. Seosko stanovništvo migrira u gradove, socio-ekonomski uvjeti bivaju sve nepovoljniji, zarazne i mnoge druge bolesti počinju vladati izazivajući sve veći broj oboljelih, a samim time povećava se i smrtnost. Obzirom na zabrinjavajuću društvenu dijagnozu, početkom 20. stoljeća počele su se stvarati ideje o potrebi mijenjanja tradicionalne medicinske službe i načina njenog djelovanja. Na našim područjima tu zahtjevnu ulogu na sebe je preuzeo Andrija Štampar.

Nikica Viličić

Gdje neznanje caruje – bolest blaguje!

A. Štampar, Narodna čitanka o zdravlju. Knjiga I.

Tko je bio Andrija Štampar?

Andrija Štampar rođen je 1. rujna 1888. godine u selu Drenovcu kod Slavonskog Broda, na periferiji tadašnje Austro-Ugarske monarhije. Njegov otac, Ambroz Štampar, bio je seoski učitelj koji je svoju djecu, Andriju i njegove tri sestre, odgajao nešto slobodoumnije nego što je bilo uvriježeno u to doba, naime razvijanjem ljubavi prema knjizi, razvijao je u njima i osjećaje prema domovini, slobodi. Djetinjstvo je sa svojom obitelji proveo u seoskom okruženju, u selu Drenovcu, zatim u Vrbicu, Mrazovićima, a potom u Novoj Gradiški. Promatrajući život suseljana mladi Štampar uočio je niz štetnih utjecaja na ljudsko zdravlje pa je već za vrijeme gimnazijskog školovanja u Vinkovcima zaključio kako su hrvatskim seljacima potrebni narodni liječnici. Osim zaraznih bolesti, uočio je alkoholizam kao veliki problem koji negativno utječe na zdravlje pojedinca i koji je neodvojivo povezan s članovima kućanstva te predstavlja stanovitu bolest cijele obitelji.

Nažalost, alkoholizam je i danas prisutan u velikoj mjeri među stanovništvom Republike Hrvatske, naime, prema podacima iz npr. 2006. godine, zbog alkoholizma je hospitalizirano čak 20,3 % oboljelih u odnosu na bolesti iz skupine duševnih bolesti.

Još je Ambroz, Andrijin otac, u svojim bilješkama opisivao i kritizirao različite nehigijenske navike te životne uvjete u selu Drenovac. Zabilježio je, primjerice, nečistoću i loš zrak u kućama, ženidbu suviše mladih osoba, loš način pripremanja hrane, nedostatak zahoda i praznovjerje. Iako većina današnjeg stanovništva živi u boljim uvjetima nego tada, u nekim seoskim predjelima još uvijek su prisutni nehigijenski uvjeti uzrokovani siromaštvom.

1906. godine Andrija Štampar upisao je Medicinski fakultet u Beču, tada jedan od najvažnijih medicinskih centara u svijetu. Za vrijeme austrijske vladavine u južnoslavenskim zemljama nije postojao niti jedan medicinski fakultet. Centralna vlada u Beču se iz političkih razloga protivila osnivanju takve škole u Hrvatskoj, stoga je Medicinski fakultet u Zagrebu otvoren tek 1917. godine. Studentske dane Štampar je provodio povučeno i skromno, nije zalazio u kavane koje su bile središta društvenog života. Međutim, s druge strane, neumorno je pisao brošure i članke namijenjene narodnom prosvjećivanju na zdravstvenom polju te je pokrenuo izdavanje niza poučnih zdravstvenih djela. Njegova prva publikacija, prvi svezak Knjižica za narodno zdravlje, objavljena je 1909. godine, a tijekom godine dana Štampar je pripremio čak tri sveska te publikacije. Nakon toga objavljuje *Knjižicu za narodnu prosvjetu i narodno zdravlje*. Način njegova pisanja bio je lak i blizak narodu, a publikacije nisu bile namijenjene samo bolesnima, već u još većoj mjeri zdravim osobama jer lakše je spriječiti bolest negoli ju





Lijevo: Andrija Štampar. Izvor: www.mef.hr/slike/osobe/Stampar1.JPG.
Desno: ilustracija iz knjige "Narodna čitanka o alkoholu", o utjecaju alkohola na ljudsko ponašanje.

liječiti. Na koricama prvog sveska Knjižice za narodno zdravlje, Štampar je jasno zacrtao program koji mu je ostao misao vodilja od studentskih dana pa sve do smrti:

> *U Hrvatskoj vladaju sušica, spolne bolesti, trahom i alkohol te uništavaju iz dana u dan narodnu snagu. Možda će se poboljšati stanje ako se upoznaju neprijatelji. Zato smo i stupili u javnost, da za ozdravljenje našeg života učinimo nešto po našoj dužnosti.*

Iste je godine pripremio publikacije o žestokim pićima kao i o spolnim bolestima. Osim što je uz redovan studij pripremao i objavljivao publikacije za prosvjećivanje narodnog zdravlja, Štampar je objavljivao i niz zdravstveno-prosvjetnih članaka u časopisima *Zvono*, *Zora*, *Pokret*, *Svjetlost*, *Hrvatski đak*, *Pravo naroda* i *Slobodna riječ*.

Tijekom studiranja objavio je preko sedamdeset članaka i brošura. U svim svojim radovima poseban naglasak stavio je na tadašnje socijalno-medicinske faktore.

Studentske praznike provodio je kod roditelja u Mrazoviću, gdje je svoje slobodno vrijeme usmjerio na promatranje života seljaka. Razgovarao je s ljudima i ispitivao ih o njihovim životnim i zdravstvenim prilikama. Prema njegovim riječima, narod je mu je bio najbolji i najvažniji učitelj.

Kao student medicine živio sam u malom selu, u kojem nije bilo više od nekoliko stotina stanovnika, koji su mukom obrađivali zemlju, zarađujući svakidašnji kruh. Ti su ljudi bili moji prvi i najbolji učitelji. Od njih sam naučio realistički gledati na život i oni su me prvi potakli da mislim na bezbroj faktora koji utječu na zdravlje, a koji su povezani s toliko područja ljudske djelatnosti. U atmosferi tih radnih ljudi formulirali su se moji pogledi pa sam odlučio da postanem radnik na uzdizanju narodnog zdravlja.

Dio govora Andrije Štampara održanog 13. svibnja 1955. godine u gradu Mexicu na osmom redovnom zasjedanju Svjetske zdravstvene organizacije. Štamparu je prigodom tog zasjedanja dodijeljena nagrada Léon Bernarda, najveće međunarodno priznanje za zasluge na polju socijalne medicine. Originalni engleski tekst tog govora objavljen je u Chronicle of the World Health Organization, 9 (1955.) 203.-206. Hrvatski prijevod štampan je u Zdravstvenim novinama, 8 (1955.) 86, i u Liječničkom vjesniku, 77 (1955.) 438.-441.

Pred sam kraj studija Štampar je definirao konkretne ciljeve svoje djelatnosti, s jasnom svrhom unapređenja narodnog zdravlja. Ti ciljevi bili su skraćenje radnog vremena, higijensko uređenje tvornica, briga za majku i dijete, osiguranje plaćenog porodiljskog dopusta, higijensko uređenje stanova, drugačija gradnja seoskih kuća i suzbijanje socijalnih bolesti kao što su tuberkuloza, alkoholizam i spolne bolesti. U sklopu suzbijanja socijalnih bolesti ciljevi su obuhvaćali uređenje dispanzera, besplatno liječenje, donošenje zakona protiv alkoholnih pića te na kraju, popularizacija medicine. Smatrao je da zahtjeve socijalne medicine može uspješno provesti samo država i društvo uz pomoć svih pojedinaca.

Po završetku studija, Štampar se vratio u domovinu te se 1912. godine zaposlio kao sekundarni liječnik Gradske bolnice u Karlovcu. Tamo se bavio općom praksom, ali je i dalje objavljivao svoja zapažanja i ideje. U članku pod naslovom Naše narodno zdravlje, objavljenom u Liječničkom vijesniku 1912. godine, otvoreno je napao odgovorne faktore zdravstvene službe u Hrvatskoj. Istaknuo je da je hrvatsko narodno zdravlje slabo istraženo te da se za njega vrlo slabo brine, a statističkom analizom prikazao je nedostatak broja liječnika u seoskim područjima i njihov neracionalan razmještaj. Poznato je još od ranije da je Štampar već kao student kritizirao liječnike u Hrvatskoj. Prema njegovim riječima, liječnika doista ima malo u zemlji, oko nekih četiri stotine, ali i to bi bilo dobro kada bi to bili domaći ljudi. Liječnici su većinom bili stranci, a oni domaći su uglavnom radili u gradovima, stoga nisu imali pravog kontakta s narodom. Štampar je još tada isticao kako bi medicinske usluge trebale biti dostupne svim ljudima, bez obzira na njihovo ekonomsko i socijalno stanje, što je naglašavao tijekom svog cjelokupnog radnog vijeka.

Zdravstveni sustav se u tridesetim godinama 20. stoljeća tek počinjao formirati. U tom periodu na prostorima tadašnje Jugoslavije, od oko 5500 liječnika samo njih 14,5 % radi u seoskim krajevima. U Bugarskoj je primjerice, krajem 1936. godine bilo 2719 liječnika, a od toga ih je 21,3 % radilo po selima. Broj liječnika u Mađarskoj iznosio je 10 306, dok njih 44 % radi u gradu Budimpešti. U gradskim područjima Poljske dolazi jedan liječnik na 1394 stanovnika, za razliku od seoskih krajeva gdje jedan liječnik dolazi na 21 414 osoba. U Austriji više od polovice liječnika stanuje i radi u Beču, dok u seoskoj pokrajini Burgenland dolazi jedan liječnik na 2325 osoba.

A. Štampar, Zdravlje i društvo, 1939.

Pred Prvi svjetski rat u Hrvatskoj i Slavoniji 90% stanovnika živi na selu, a ostatak u sedamnaest gradskih naselja, od kojih je samo pet naselja imalo više od 10 000 stanovnika: Zagreb, Karlovac, Varaždin, Mitrovica i Zemun. Zagreb koji se snažnije razvijao, imao je 75 000 stanovnika.

Već iduće, 1913. godine Štampar prelazi na radno mjesto općinskog liječnika u Novoj Gradiški. Tijekom terenskog rada upoznao je zdravstvene probleme seoskog stanovništva, uviđao je teškoće liječničkog rada na selu i prikupljao iskustva koja su mu kasnije, kao organizatoru zdravstvene službe, uvelike koristila. Naime, nekoliko godina kasnije, 1918. godine postavljen je za zdravstvenog savjetnika pri Povjerenstvu za socijalnu skrb u Hrvatskoj te je preselio u Zagreb. Iste godine raspala se Austro-Ugarska monarhija i trebalo je izgraditi novi aparat državne uprave, ali i novi javno zdravstveni sustav. Tako Štampar počinje raditi u zdravstvenoj administraciji, a nedugo zatim postaje i podpredsjednik Zbora liječnika Hrvatske. Ne zanemarujući svoj rad na zdravstvenom prosvjećivanju, 1919. godine objavljuje publikaciju Narodna čitanka o alkoholu. Te iste godine Štampar je imenovan za načelnika Odjela za rasnu, javnu i socijalnu higijenu u Ministarstvu zdravlja Kraljevine Srba, Hrvata i Slovenaca, smještenog u Beogradu. Uz administrativne i organizacijske poslove u ministarstvu, profesorsko vijeće Medicinskog fakulteta u Zagrebu izabralo ga je 1922. godine za izvanrednog profesora te Štampar na tom fakultetu počinje držati predavanja iz socijalne medicine.

Budući da je u prvo vrijeme rada u ministarstvu raspolagao samo skromnim novčanim sredstvima, to razdoblje njegova rada u Beogradu 1919. - 1923. godine, pretežno je bilo organizirano teoretski, a tek je u drugoj fazi 1924. - 1930. godine, uslijedila izgradnja higijenskih ustanova. Prva faza obuhvatila je uređenje ministarstva, osnivanje

centralnih ustanova u gradovima i obrazovanje stručnjaka. U drugoj fazi uslijedila je asanacija sela i socijalizacija zdravstvene službe. U tom razdoblju izgrađeno je preko 250 higijenskih ustanova, postavljeni su najvažniji zdravstveni zakoni, povećao se broj liječnika, smanjio se opći mortalitet, bitno je smanjeno obolijevanje od zaraznih bolesti, a mnogi su liječnici boravili kao stipendisti u inozemstvu.

Međutim, neki liječnici i vlasnici ljekarni negodovali su zbog reforme zdravstva tog tipa, smatrajući da su time bitno ugroženi njihovi staleški i ekonomski interesi. Stoga Štampar svojevoljno istupa iz Zbora liječnika.

Štampar je tijekom svog rada stvorio čvrste veze s inozemnim organizacijama. Na taj način omogućio je stipendiranje domaćih liječnika u inozemstvu, ali je omogućio i neophodnu financijsku pomoć za unapređenje zdravstvenog sustava. Najveću pomoć tadašnjoj prvoj Jugoslaviji pružile su Higijenska organizacija Lige naroda i Rockefellerova fondacija. Zahvaljujući Štamparovom angažmanu i jasno postavljenim ciljevima, Rockefellerova fondacija pružila je velika novčana sredstva kojima se omogućila izgradnja Škole narodnog zdravlja u Zagrebu 1927. godine.

Štampar je, boreći se za socijalizaciju medicine i čvrstim iznošenjem svoje ideologije, došao u sukob

John Davidson Rockfeller (1839.-1937.) je osnivač Standard Oil Company. 1913. godine utemeljio je jednu od najvećih filantropskih organizacija na svijetu, The Rockfeller Foundation/International Health Division, s ciljem pomaganja medicinskih i ostalih znanstvenih ustanova u svijetu. Dolje: zgrada Škole narodnog zdravlja Andrija Štampar. Snimila N. Viličić.



s političkim moćnicima toga doba. Uvođenjem Aleksandrove diktature prekinut je njegov rad u Ministarstvu narodnog zdravlja. Odnosno, 1930. godine imenovan je generalnim inspektorom za higijenu pri Ministarstvu socijalne politike i narodnog zdravlja, čime ga se nastojalo udaljiti s odgovornih funkcija. Iznenada, 1931. godine, Štampar je umirovljen, a kao razlog tome, unatoč svemu što je do tada napravio, navedena je njegova nesposobnost za rad. Iako je Vijeće Medicinskog fakulteta u Zagrebu izabralo Štampara za redovnog profesora higijene i socijalne medicine, organi državne vlasti nisu htjeli potvrditi taj izbor.

S obzirom da je zbog političkih razloga Štamparu bio onemogućen rad u vlastitoj zemlji, on se u većoj mjeri počeo zalagati na međunarodnom planu posvećujući se zdravstvenim problemima. Već je od 1929. godine bio izabran u Komisiju Lige naroda za socijalno osiguranje, dok je 1930. godine postao član Higijenskog komiteta Lige naroda. Nakon konferencije o higijeni sela, održane 1931. godine u Ženevi, Higijenska organizacija pozvala je Štampara da kao njen ekspert prouči pojedina pitanja praktične primjene higijene u raznim državama. Tako je Štampar, kao ekspert Higijenske organizacije, započeo svoja studijska putovanja po različitim dijelovima svijeta. Donosio je odluke o zdravstvenim problemima na međunarodnoj razini, održavao predavanja i sve je dublje ulazio u opća pitanja socijalne medicine i javno-zdravstvenog sustava.

Nakon povratka u domovinu, 1939. godine, organi državne vlasti su potvrdili odluku profesorskog vijeća te Štampar, punih osam godina kasnije, napokon postaje redovni profesor Zagrebačkog sveučilišta. Nedugo poslije, Vijeće Medicinskog fakulteta u Zagrebu izabralo ga je za dekana u akademskoj godini 1940./1941. Odmah je prionuo na reformu medicinske nastave. Analizirao je dotadašnji način studiranja na jugoslavenskim medicinskim fakultetima i predložio je promjene nastavnog programa. Međutim, taj rad je prekinut ulaskom njemačke vojske u Jugoslaviju i početkom Drugog svjetskog rata. Štampara tada zatvara policija, a potom i njemačka policija koja ga šalje u Graz. Tamo boravi u zatvoru, a potom u internaciji sve do dolaska ruske vojske. Boravak u internaciji iskoristio je za pisanje knjige Liječnik, njegova prošlost i budućnost, koja je objavljena 1946. godine. U toj knjizi se jasno razabire Štamparov odnos prema liječnicima, čime ističe važnost društvene uloge liječnika i liječničkog zvanja.

Sustav higijenskih ustanova - Centralni higijenski zavod je stručno-metodološki centar, smješten u glavnom gradu. Svaki higijenski zavod u banovinama predstavljao je centar za svoje uže područje, a zavodi su predstavljali stručno-administrativne centre za Domove narodnog zdravlja. Domovi narodnog zdravlja bili su nosioci higijensko-epidemiološke službe na području jednog ili više kotara. Sve dotadašnje više-manje samostalne ustanove, ulaze u sklop domova bilo kao njihovi odjeli ili kao posebne radne jedinice. U djelokrug domova pripadale su sve higijensko-epidemiološke službe za asanaciju terena, opskrbu zdravom vodom za piće, za zdravstveni odgoj naroda i sve što se podrazumijeva pod pojmom higijene i preventivne medicine. Veliki broj bolesnika prolazio je kroz ambulante i dispanzere higijenskih ustanova, a one su se razlikovale od zdravstvenih ustanova izvan tog tipa jer su tražile bolesnike, pronalazile su uzroke bolesti, a što je najbitnije, omogućavale su liječenje i onima koji ga nisu mogli platiti.

Nakon završetka rata, Štampar se vratio u domovinu i nastavio predavati higijenu i socijalnu medicinu na Medicinskom fakultetu te je ujedno preuzeo dužnost direktora Škole narodnog zdravlja u Zagrebu. Kroz Školu narodnog zdravlja omogućio je suradnju liječnika s drugim stručnjacima kao što su inženjeri, kemičari, veterinari, pedagozi, agronomi i tako redom. Jedna od osnovnih ideja socijalne medicine zagovarala je sustavni pristup rješavanju problema javnog zdravstva, odnosno, međusobnu povezanost više stručnjaka iz različitih znanstvenih područja. 1947. godine Škola narodnog zdravlja postaje sastavni dio Medicinskog fakulteta. Od tada se u njoj održava nastava za medicinare, liječnike i sve ostale stručnjake koje zanimaju zdravstvena pitanja.

Unatoč tome što je poslije rata veći dio vremena provodio i radio u domovini, nimalo nije zapostavljao zalaganje na međunarodnom planu, čak štoviše bio je aktivan i sveprisutan. Velik dio svoje energije ulagao je u stvaranje i jačanje Svjetske zdravstvene organizacije, šireći napredne

ideje kojima se borio protiv kolonijalizma, rasizma te za ravnopravnost svih naroda i ljudi.

Na konferenciji Ujedinjenih naroda u Londonu 1946. godine Štampar je izabran za prvog podpredsjednika Ekonomskog i socijalnog vijeća Ujedinjenih naroda te za člana Pripremnog odbora za stvaranje Svjetske zdravstvene organizacije. Zadatak Pripremnog odbora bio je izraditi nacrt Ustava Svjetske zdravstvene organizacije. Nacrt Ustava prihvaćen je na Međunarodnoj zdravstvenoj konferenciji u New Yorku 1946. godine, sa samo nekoliko manjih izmjena. Konferencija je potom formirala posebnu Interimnu komisiju, sastavljenu od predstavnika osamnaest zemalja. Za predsjednika Komisije izabran je sovjetski predstavnik Fedor Gregorjevič Krotkov, no on se nakon svega dva dana povukao, a na njegovo mjesto dolazi Andrija Štampar. Prema ovlaštenju Međunarodne konferencije, zadatak Interimne komisije bio vršenje funkcije Svjetske zdravstvene organizacije, sve do njenog formalnog stvaranja, odnosno, do ratifikacije njenog Ustava. No, do punopravnog osnivanja Svjetske zdravstvene organizacije trebalo je pričekati još dvije godine, kada je prikupljen potreban broj ratifikacija (26 država članica Ujedinjenih Naroda). Prva svjetska zdravstvena skupština zasjedala je u Ženevi 1948. godine, a Andrija Štampar bio je jednoglasno izabran za predsjednika te važne svjetske organizacije.

Svjetska zdravstvena organizacija ujedno izabire Štampara za svog službenog predstavnika na Prvoj svjetskoj konferenciji o medicinskoj edukaciji, održanoj 1953. godine u Londonu.

Na osmom redovnom zasjedanju Svjetske zdravstvene skupštine u Mexicu, Štamparu je dodijeljena medalja i nagrada zaklade Leona Bernarda. To je najveće međunarodno priznanje za zasluge na polju socijalne medicine.

Zar je Prva svjetska zdravstvena zdravstvena skupština, koja se trebala izjasniti za ili protiv programa i ozakoniti ga, mogla učiniti išta bolje nego izabrati za predsjednika onoga, koji je toliko pridonio da se izvrše sve pripreme?

Jacques Parisot, predsjednik Zdravstvenog komiteta Lige naroda (preteče UN) 1937-1941

U pisanoj riječi Andrije Štampara dominiraju četiri teme koje ili samostalno teku ili se među sobom isprepleću. To su socijalna medicina, javno zdravstvo, zdravstveno prosvjećivanje i međunarodna suradnja.

Marcolino Gomes Candau, direktor Svjetske zdravstvene organizacije 1953-1973

Pred kraj svog života, Štampar je ponovo putovao po svijetu i radio na rješavanju zdravstvenih pitanja dalekih zemalja, prema naputku Svjetske zdravstvene organizacije. Do kraja svog života neumorno je i predano radio na problemima socijalne medicine i javno-zdravstvenim pitanjima u svojoj zemlji, ali i na međunarodnom planu.

Umro je u Zagrebu 26. lipnja 1958. godine.

Štamparov lik i djelo ostavili su neizbrisiv trag na području socijalne medicine i javnog zdravstva kako na domaćem, tako i na međunarodnom nivou. Iako je djelovao u politički teškim vremenima u kojima mu je rad često bio onemogućavan i zabranjivan, njegove ideje i snažan duh pomogli su mu da ostvari zacrtane ciljeve. Probleme je rješavao sustavno, zahvaćao je prave uzroke te nudio i razrađivao cjelovita, dugoročna i dugotrajna rješenja. Svoj život posvetio je promicanju zdravlja sjedinjavajući zdravstvenu edukaciju, zdravstvenu zaštitu i organizaciju zdravstvenog sustava.

Andrija Štampar je bio, ne samo, jedan od otaca-osnivača Svjetske zdravstvene organizacije nego i jedan od najsnažnijih stupova za vrijeme prve, formativne dekade njezina postojanja.

Marcolino Gomes Candau, direktor Svjetske zdravstvene organizacije 1953-1973



Andrija Štampar na prvoj Skupštini Svjetske zdravstvene organizacije.
Izvor: www.hcjz.hr/clanak.php?id=13738.



Zastava Svjetske zdravstvene organizacije.

Počeci edukativno zdravstvenih filmova

U vrijeme asanacije sela i izgradnje higijenskih zavoda, za kvalitetno i konstantno održavanje javnog zdravlja bila je potrebna edukacija naroda. Tako je Štampar prihvatio suvremene metode rada i odigrao ključnu ulogu u stvaranju zdravstveno-edukativnog filma u sklopu Škole narodnog zdravlja. Znao je da film, kao medij, može probuditi veći interes i najsugestivnije djelovati na gledatelje iz različitih socio-kulturnih sredina. Osim toga, poticao je korištenje svih audio-vizualnih sredstava u zdravstvenom prosvjećivanju pa su se, osim filma, u školi pripremale razne brošure, leci i plakati.

Uvođenje edukativnog filma u higijensku, zdravstvenu i preventivnu djelatnost razvijalo se postepeno. Taj je proces obuhvatio stvaranje početnih uvjeta za korištenje stranog filma, zatim povezivanja prosvjetnih organizacija i humanitarnih društava, pa sve do stjecanja iskustva u organiziranju filmskih projekcija te stvaranja uvjeta za samostalnu filmsku proizvodnju od 1927. godine. Rješavanje tehničkih uvjeta započelo je osnivanjem nove ustanove 1924. godine, Instituta za socijalnu medicinu u Zagrebu, kroz koji su se provodile zdravstveno-odgojne akcije. U prijelaznom razdoblju, do osnivanja Škole narodnog zdravlja, prikupljala se osnovna oprema potrebna za tehničku obradu filma. Osim toga, osnovan je fond zdravstveno-odgojnih filmova te su na taj način omogućeni neophodni uvijeti za prijelaz na vlastitu filmsku proizvodnju. Iz sačuvane dokumentacije u Hrvatskom državnom arhivu, možemo zaključiti da je aktivnost filmskog laboratorija započela izradom dijapozitiva, a istovremeno se širila na nabavljanje, prevođenje i prikazivanje filmova pomoću prijenosnih projektora i akumulatora. Uz osoblje instituta, u ovu aktivnost bili su uključeni područni liječnici, prosvjetni radnici, aktivisti Crvenog križa i predstavnici upravne vlasti, koji su osiguravali uvjete filmskih projekcija na terenu. Institut je već 1926. godine raspolagao s više od desetak zdravstvenih filmova, čiji je sadržaj bio vezan uz odgoj djece, razvijanje higijenskih navika, zaštitu i liječenje od zaraznih bolesti te ovisnosti o alkoholu. Neki od naslova tih filmova bili su: *Njega djece*, *Dječje igre*, *Dječja radost*, *Peri ruke*, *Prašina je opasna*, *Kako nas lovi bolest*, *Ružna navika*, *Bjesnoća*, *Zarazne bolesti* i tako dalje. S obzirom da su, osim domaćih, korišteni i strani filmovi, zadatak Instituta za socijalnu medicinu bio je, također, prevoditi filmove s njemačkog, engleskog i francuskog jezika.

Edukacija se provodila uz filmske projekcije s predavanjima koje su održavane u gradovima i selima. Najčešće su bile organizirane u školskim zgradama i tvornicama, ali i na nekim sasvim neuobičajenim mjestima. Tako je, primjerice, mikrobiolog Ante Gutschy održao predavanje uz filmske projekcije u čekaonici II. razreda željezničke postaje Sisak. Za održavanje takvih aktivnosti bilo je potrebno poslati opremu, koja je uključivala kinoprojektore i akumulatore, do mjesta održavanja predavanja. Oprema se slala vlakom do najbližih željezničkih stanica gdje su ih

Projektor 35 mm iz zbirke Škole narodnog zdravlja Andrija Štampar, 1932.

Izvor: http://www.arhiv.hr/hr/hda/hda_galerija/slike/kinoteka/39.html.

potom preuzimali zaduženi suradnici, koji su bili odgovorni za daljnji transport do određenog mjesta.

S početkom rada Škole narodnog zdravlja započeto je drugo razdoblje korištenja i razvoja zdravstveno-edukativnog filma u Hrvatskoj, potpomognuto sredstvima Rockfellerove fondacije, kojima su osigurani potrebni materijalni uvjeti. Tako se s obrade i distribucije stranog filma prešlo na stvaranje uvjeta za vlastitu, izvornu filmsku proizvodnju. Osim razvoja jedinstvenog zdravstveno-edukativnog filma, Škola narodnog zdravlja dala je svojom filmskom proizvodnjom značajan doprinos i razvoju filmskog izraza kao i filmske tehnike. Snimani su prvi filmovi tehnikom sjenki i animirani filmovi, a razvijena je i produkcija kratkih i srednjometražnih igranih filmova. Najznačajniji doprinos razvoju hrvatskog filma bilo je stvaranje dokumentarnog, osobito etnografskog i putopisnog filma te snimanje niza dokumentarnih filmskih zapisa o ljudima i krajevima u kojima su se djelatnici škole borili protiv bijede, zaostalosti i bolesti. U razdoblju od tridesetak godina u fotofilmskom laboratoriju snimljeno je i obrađeno preko 165 originalnih igranih, animiranih i dokumentarnih filmova koje je do 1940. godine gledalo oko 25 000 000 ljudi. Danas su ti filmovi pohranjeni u Hrvatskom državnom arhivu.



Andrija Štampar je također snimao filmove kao filmski amater. Od tridesetih godina na svojim je putovanjima snimao obiteljske i putopisne filmove koji su često bili i filmska dokumentacija zdravstvenih prilika u krajevima koje je obilazio. Uz obiteljske filmove snimljene 8 mm kamerom, posebno zanimanje njegovih prijatelja i javnosti koja ih je imala prilike vidjeti na predavanjima u Pučkom sveučilištu ili na obiteljskim projekcijama, pobudili su filmovi snimljeni 16 mm kamerom u Kini 1933. i na Tibetu 1934. i 1935. godine, gdje je posjetio budistički samostan Tai-Lai i slano jezero Konkonor.

Za one koji žele znati više

1. Hrvatski zdravstveno-statistički ljetopis za 2006. godinu. Mrežno izdanje, Zagreb 2007., http://www.hzjz.hr/publikacije/hzs_ljetopis/index.htm,
2. A. Štampar, Higijena i socijalna medicina. Za liječnike i medicinare. Svezak 1. Tisak zaklade tiskare narodnih novina Zagreb, Zagreb, 1940.,
3. A. Štampar, Pet godina socijalno-medicinskog rada u kraljevini Srba, Hrvata i Slovenaca 1920.-1925. Hrvatski časopis za javno zdravstvo, 2005. http://www.hcjz.hr/clanak.php?id=12425,
4. A. Štampar, Narodna čitanka o zdravlju, Knjiga I, Zdravlje i bolesti, Škola narodnog zdravlja, Zagreb, 1933.,

Riječi svjedoka

U želji da čujemo kako je izgledao proces asanacije sela iz prve ruke, uputili smo se u Mraclin, selo nedaleko od Velike Gorice. Tamo nas je dočekao nasmijani Mijo Kundić, čovjek s bogatim iskustvom i zanimljivim životom. Uz opušten razgovor, ispričao nam je kako je provedena asanacija u njegovom selu Mraclinu, u vrijeme kada je on bio dijete.

Bilo je to 1923. godine, kada je Andrija Štampar dobio velike novce od jednog bogatog čovjeka, Rockfellera. Tada se Štampar dogovorio s doktorom Begovićem iz Velike Gorice da se obnovi selo Mraclin. To je bio jedini doktor za cijelo područje oko Velike Gorice, danas ih je barem deset. Oni su došli 1923. godine, Štampar je donio novce, a selo Mraclin je dalo radnu snagu. Svi muškarci su imali obvezu raditi. Došli su i građevinski stručnjaci, arhitekti. Izgradili su školu, napravili su dvije kućice od cigle i sanirali su dvije-tri drvene štale, uredili su ih kao sobe. Napravili su desetak kuća. A što je najvažnije, sagradili su i Dom zdravlja. U njemu su bile četiri kupaone, tuš-kade, gdje su se ljudi tjedno kupali. U tom domu su bile ordinacije i velika sala u kojoj su držana predavanja i puštali su se filmovi. Sjećam se jednog filma koji sam gledao, mislim da se zvao „Jedan dan Turopoljske zadruge". Ta asanacija je trajala do 1928. godine.

Mijo Kundić.

Dom zdravlja u Mraclinu. Snimila N. Viličić. Pokraj je uređeni park s dječjim igralištem. Sve je sagrađeno na mjestu gdje je prije asanacije bila velika lokva, koja je doprinosila širenju bolesti.





Gospodin Mijo Kundić.
Snimila N. Viličić 2008. god.

Za one koji žele znati više (nastavak)

5. A. Štampar, Zdravlje i društvo, Izvanredno izdanje, Hrvatska naklada, Zagreb, 1939.,
6. A. Štampar, Narodna čitanka o alkoholu. II. prošireno i dopunjeno izdanje Jugoslovenskog saveza trezvenosti i Škole narodnog zdravlja, Zagreb, 1931.,
7. V. Majcen, Filmska djelatnost Škole narodnog zdravlja "Andrija Štampar" 1926.-1960., Hrvatski državni arhiv, Zagreb, 1995.,
8. http://www.matica.hr/HRRevija/Revija01.nsf/AllWebDocs/HRVATSKAPOLITIKA,
9. J. Buljan, Promjene smrtnosti djece nastale nakon osnivanja zdravstvene stanice u Velikoj Kopanici 1929. godine, Hrvatski časopis za javno zdravstvo, Vol. 4, broj 14, 2008.
http://www.hcjz.hr /clanak.php?id=13765,
10. A. Andrić, 60 godina Svjetske zdravstvene organizacije, Hrvatski časopis za javno zdravstvo, Vol. 4, broj 14, 2008.,
http://www.hcjz.hr/clanak.php?id=13738.

U ovom radu korišteni su tekstovni i slikovni materijali iz arhiva Škole narodnog zdravlja Andrija Štampar. Zahvaljujem se dr. Jadranki Božikov i drugim djelatnicima Škole narodnog zdravlja na omogućavanju korištenja potrebnih materijala.

Ekološko gospodarenje otpadom



Slaven Dobrović i Dinko Sladoljev

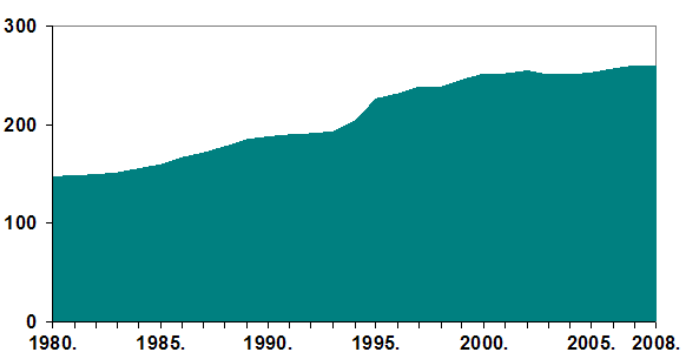
Otpad je svaka tvar ili predmet koje posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti. Povećanje životnog standarda, a posebno kupovne moći dovelo je do značajnog porasta količina komunalnog otpada širom svijeta.

Koliko ima otpada?

Prema podacima Eurostata, u Europskoj uniji se svake godine odbaci približno 1300 milijuna tona otpada, od čega se oko 260 milijuna tona odnosi na komunalni otpad.

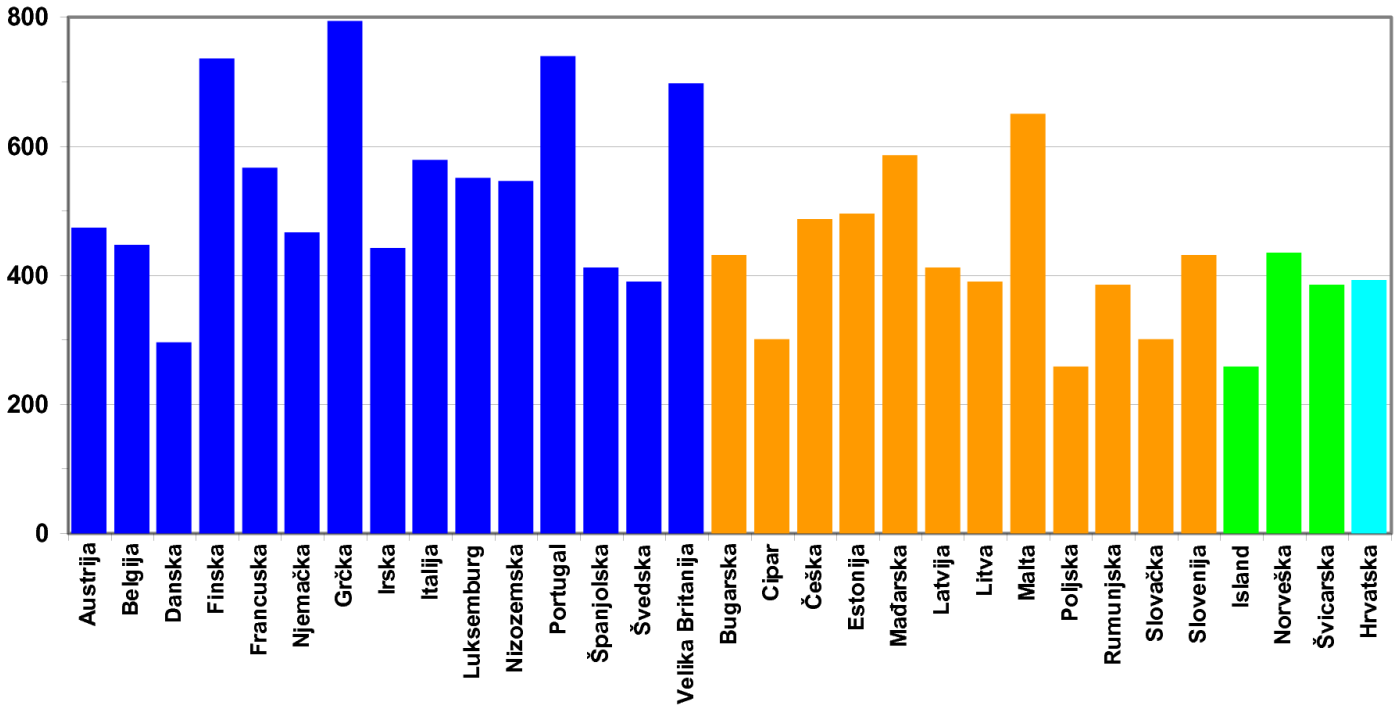
Poseban problem predstavljao je kontinuirani godišnji porast nastalog komunalnog otpada, posebice za razdoblje do 2000. godine kada je iznosio od 2 % do 3 %, sukladno gospodarskom rastu. Tek poslije 2000. godine zaustavljen je rast po ovako veliko stopi, što se uglavnom može zahvaliti mjerama za suzbijanje nastajanja otpada.

Vrlo često se za usporedbu pojedinih zemalja koristi podatak o stvorenom komunalnom otpadu po glavi stanovnika. Na slici na sljedećoj stranici gore uočljiva je velika razlika među pojedinim zemljama u pogledu generiranja komunalnog otpada. Grupirane su zemlje članice EU prije 2004. (EU-15), zemlje koje su članice EU od 2004. (NČ EU-12), zemlje EFTA – Švicarska, Norveška i Island te Hrvatska i Turska.



Nastajanje komunalnog otpada u Europskoj uniji tijekom godina. Na ordinati su navedeni iznosi u milijunima tona godišnje.

Gornju sliku izradio je Tomislav Lerotić.

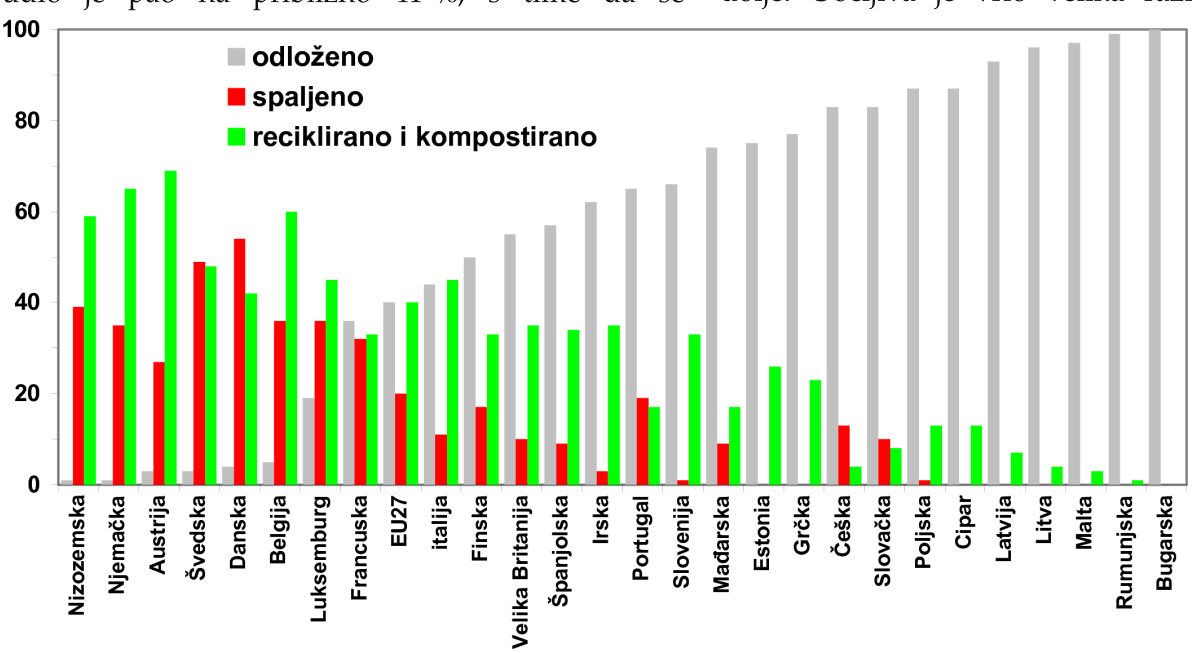


Zbrinjavanje komunalnog otpada po državama. Na ordinati je prosječni broj kilograma zbrinutog otpada po stanovniku. Prosjek zemalja EU-15 iznosi 548 kg po stanovniku, prosjek zemalja NČ EU-12 iznosi 371 kg, prosjek zemalja EFTA iznosi 400 kg, a prosjek Hrvatske 393 kg po stanovniku.

Kako se otpad zbrinjava u EU?

Unatoč kontinuiranom porastu ukupnih količina komunalnog otpada, vrlo važna promjena postignuta je u načinu gospodarenja otpadom – otprilike 60 % komunalnog otpada je u 1996. godini odloženo na odlagališta, a 2006. godine taj udio je pao na približno 41 %, s time da se predviđa nastavak ovog trenda. Vrlo je važno da se zastupljenost recikliranja otpada, odnosno ekološki najpovoljnijeg načina zbrinjavanja, udvostručila u istom razdoblju.

Pregled načina zbrinjavanja komunalnog otpada po zemljama članicama EU dan je slikom dolje. Uočljiva je vrlo velika razlika u strukturi



Zbrinjavanje komunalnog otpada u Europskoj uniji. Na ordinati su postoci koji se odnose na ukupnu količinu zbrinutog otpada.

gospodarenja otpadom među članicama EU. Jasno se mogu prepoznati zemlje u kojima se problemu komunalnog otpada pristupa sustavno i planski, u odnosu na one gdje je način postupanja posljedica nebrige, odnosno prepuštanja slučaju.

Kakva je situacija u Hrvatskoj!?

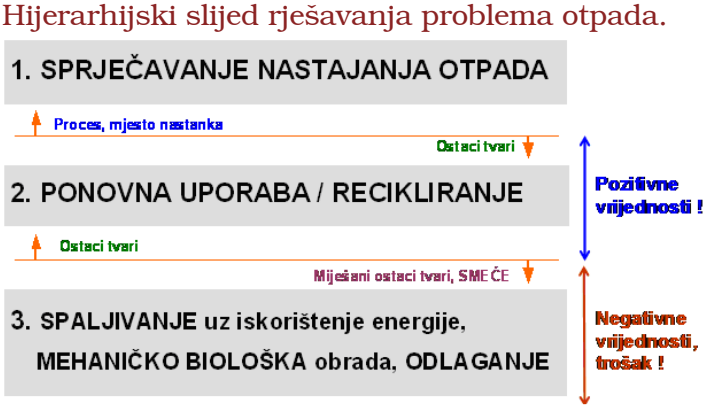
Službeni podaci o količinama otpada prema vrstama u RH mogu se naći u Katastru otpada koji je dio Registra onečišćavanja okoliša, a kojeg vodi Agencija za zaštitu okoliša. Prema prijavljenim podacima, Republika Hrvatska je 2006. godine proizvela 1894 362 tona komunalnog otpada od čega 1744 922 tone miješanog komunalnog otpada (ili 393 kg po stanovniku) i 149 440 tone odvojeno prikupljenih vrsta iz komunalnog otpada.

Zbog čega je važno kako postupamo s otpadom?

Miješani komunalni otpad koji nastaje tako da se sve vrste otpadnih tvari prikupljaju putem jedinstvenog sustava (jedna posuda – jedno vozilo – jedno odredište) posjeduje niz nepovoljnih svojstava. Uz uništena ili bitno smanjena vrijedna svojstva, inače reciklabilnih tvari, bitno se otežava i zbrinjavanje opasnih tvari koje čine i do 2 % komunalnog otpada. To je rezultat miješanja, koje je u suštini nepovrativ proces. Drugim riječima, odvajanje komponenti iz već izmiješanog otpada moguće je postići tek uz primjenu posebnih tehnologija, uz utrošak energije. Pri tome kvaliteta ovako izdvojenih komponenti (tvari) nikad ne dostiže onu kvalitetu koja je bila prije miješanja. Upravo zbog ograničene iskoristivosti miješanog otpada i nužnosti dodatnih troškova, njegovo se zbrinjavanje uvijek naplaćuje.

Nasuprot tome, ekološki sustav, odnosno koncept gospodarenja otpadom omogućuje

Hijerarhijski slijed rješavanja problema otpada.





Plakat na otoku Krku. Izradio Tomislav Lerotić.

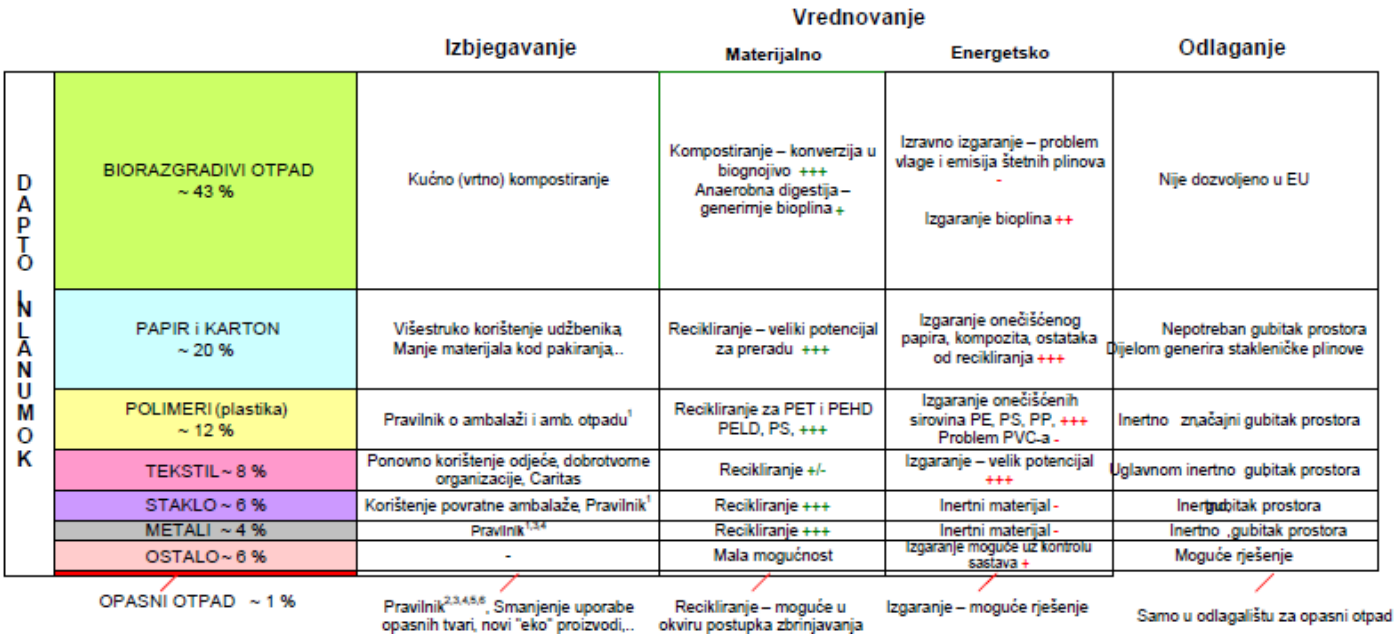
izdvojeno prikupljanje različitih otpadnih materijala te time u najvećoj mjeri čuva vrijedna iskoristiva svojstva materijala. Rezultat je da tako prikupljeni otpadni papir ili plastika, odnosno lomljeno staklo uvijek imaju relativno veliku tržišnu vrijednost. Povratak ovih materijala u upotrebu recikliranjem ujedno čuva resurse, izbjegava ili smanjuje mnoge štetne emisije u okoliš i smanjuje potrebu za skupim odlagališnim prostorom ili skupom naknadnom obradom. Isto tako, ovakav sustav osigurava izdvajanje tvari i predmeta koje pripadaju skupini opasnog otpada te time omogućuje njihovo efikasnije i jednostavnije zbrinjavanje.

Upravo iz ovih razloga u mnogim zakonodavnim i strategijskim dokumentima o komunalnom otpadu postoji strogi hijerarhijski slijed postupanja otpadom s izričitim naglaskom na redoslijedu mjera, naznačen na slici lijevo.

Pritom treba uočiti da se navedene mjere odnose na posve različite kategorije. Prva mjera - sprječavanje nastajanja, odnosi se na mjesto nastanka otpada. Druga mjera se odnosi na nastale pojedine vrste otpadnih tvari, dok se tek treća mjera odnosi na pomiješane ostatke tvari, odnosno smeće.

Upravo ovaj princip uvažen je u dokumentu *Strategija gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj* gdje je uspostava cjelovitog sustava gospodarenja otpadom prema suvremenim standardima i načelima na bazi hijerarhijskog pristupa Izbjegavanje – Vrednovanje (oporaba) – Odlaganje (IVO), postavljeno kao osnovni cilj.

Tablica na sljedećoj stranici daje pregled mogućnosti i značajki primjene ovog pristupa na pojedine komponente komunalnog otpada.



Stajalište ekološkog sustava gospodarenja otpadom

Ekološki sustav gospodarenja komunalnim otpadom temelji se na ekološkim principima kojima se nastoji postići maksimalno odvojeno prikupljanje pojedinih kategorija otpadnih tvari. Time se postiže višestruko djelovanje:

- materijalno iskorištenje otpadnih tvari recikliranjem – papir, polimeri, biorazgradive tvari, staklo i drugo;
- odvajanje opasnih tvari iz komunalnog otpada čime se bitno smanjuju nepovoljna svojstva ostatnog otpada;
- smanjenje volumena i mase ostatnog otpada kojeg treba naknadno zbrinuti.

Gornja tablica prikazuje koncept IVO i segmente komunalnog otpada. Uz tablicu:

[1]Pravilnik o ambalaži i ambalažnom otpadu, Narodne novine 97/05, 115/05, 81/08, 31/09

[2]Pravilnik o gospodarenju otpadnim uljima, Narodne novine 124/06, 121/08, 31/09

[3]Pravilnik o gospodarenju otpadnim baterijama i akumulatorima, Narodne novine 133/06, 31/09

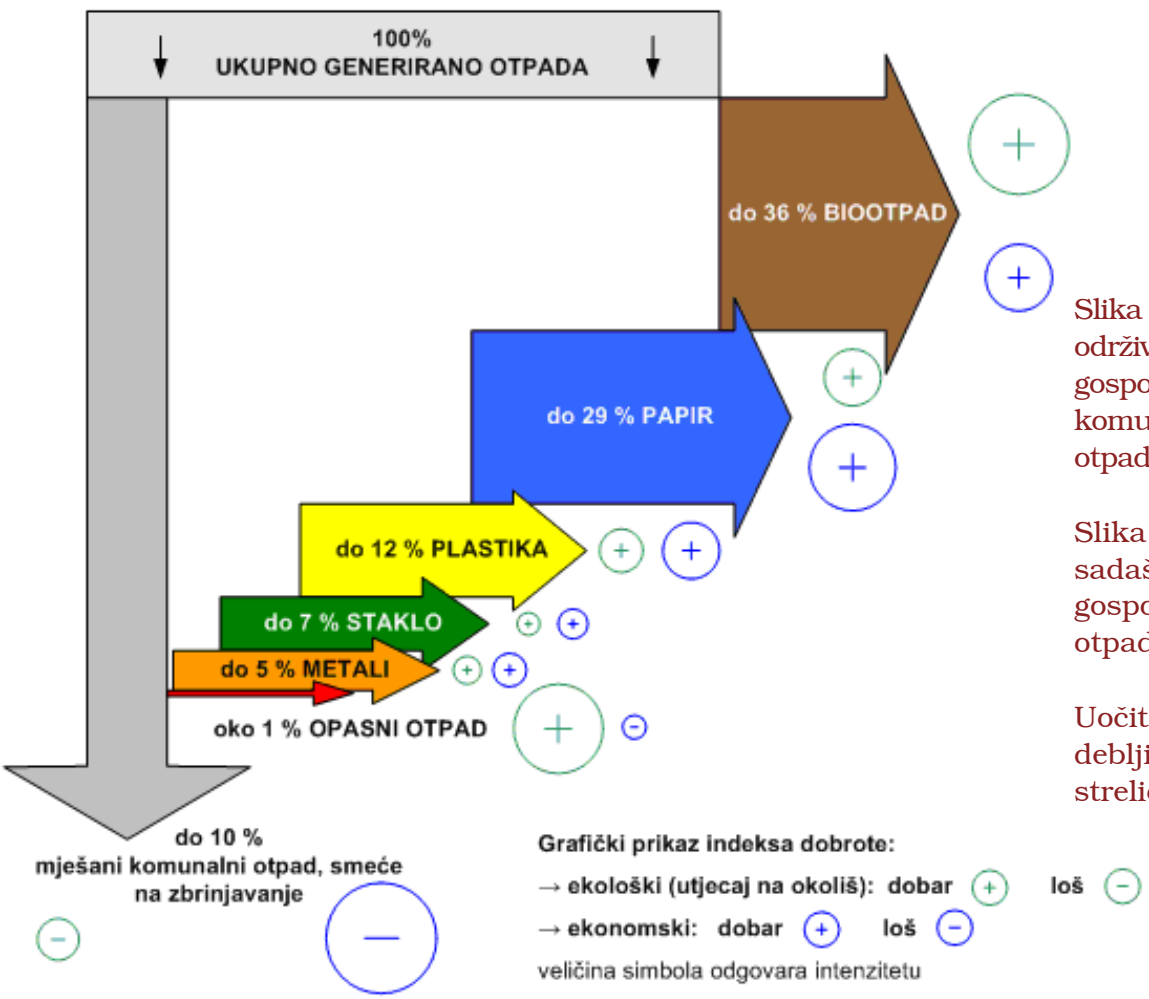
[4]Pravilnik o načinu i postupcima gospodarenja otpadom koji sadrži azbest, Narodne novine 42/07

[5]Pravilnik o gospodarenju otpadnim električnim i elektroničkim uređajima i opremom, Narodne novine 74/07, 133/08, 31/09,

[6]Pravilnik o gospodarenju medicinskim otpadom, Narodne novine 72/07.

Krajnji cilj je izmjena sadašnjeg načina zbrinjavanja otpada tako da se postigne ekološko gospodarenje u najvećoj mogućoj praktičnoj mjeri. **Ekološko** zbrinjavanje je ono zbrinjavanje kod kojeg na kraju svih procesa praktički više ne ostaje otpad kao kategorija, tj. proces u kojem se gotovo svi ostaci tvari vraćaju u uporabu. Do njega bi se došlo neprestanim povećavanjem opsega primjene potpuno ekološki zasnovanog postupanja po određenim fazama, od neke početne do konačnih faza.

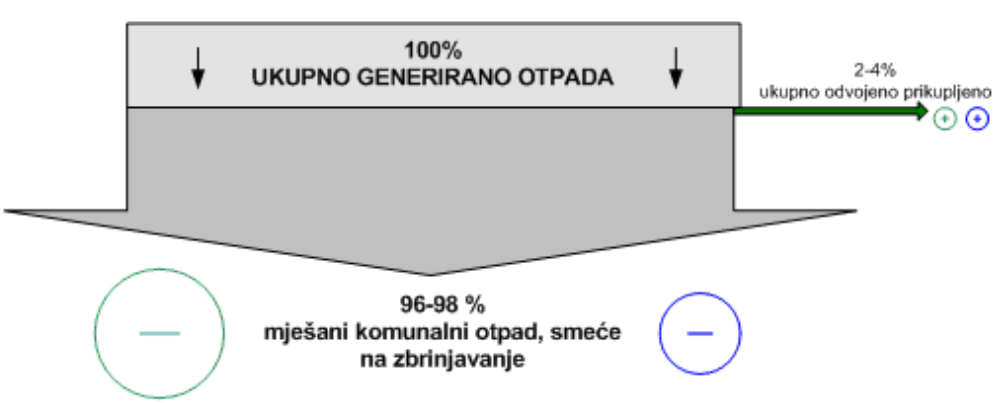
Razmjerni prikaz tokova otpada željenog, kao i sadašnjeg komunalnog sustava, s procijenjenim ocjenama ekološke i ekonomske dobrote pojedinih tokova dan je donjim slikama.



Slika lijevo: ciljani, održivi sustav gospodarenja komunalnim otpadom.

Slika ispod crte: sadašnji sustav gospodarenja otpadom.

Uočite razliku u debljinama i broju strelica na slikama.





Primjer otoka Krka

Na otoku Krku već petu godinu komunalno poduzeće Ponikve d.o.o. provodi ekološki zasnovan sustav gospodarenja otpadom koji se temelji na odvojenom prikupljanju. Na gotovo 1500 lokacija po otoku postavljeno je preko 7000 posuda za odvojeno prikupljanje. Ukupni kapacitet sustava je oko 19 tisuća tona godišnje, a efikasnost odvojenog prikupljanja je u postupnom porastu. Kretanje udjela odvojeno prikupljenog otpada u što su uvrštene kategorije papir/karton, biorazgradivi otpad, staklo, polimeri i opasni otpad prikazano je u donjoj tablici.

Na temelju prikazanih rezultata jasno je da sustav gospodarenja otpadom otoka Krka prednjači u usporedbi s ostatkom Hrvatske gdje stupanj odvojenog prikupljanja nije veći od 6 %. Stoga bi trebao mnogim sredinama poslužiti kao primjer kako uspostaviti ekološki zasnovan sustav gospodarenja komunalnim otpadom.

Tablica: podaci o prikupljanju otpada na otoku Krku.

Godina	Ukupno otpada, tona	Odvojeno prikupljeno, tona	Odvojeno prikupljeno, %
2006.	19 720	3598	18,2
2007.	18 190	4401	24,2
2008.	18 740	4655	24,8
2009.	18 223	5525	30,3





Slika u sredini: preša-balirka otpada na otoku Krku. Donja slika: razvrstani i prešani otpad na Treskavcu na otoku Krku.



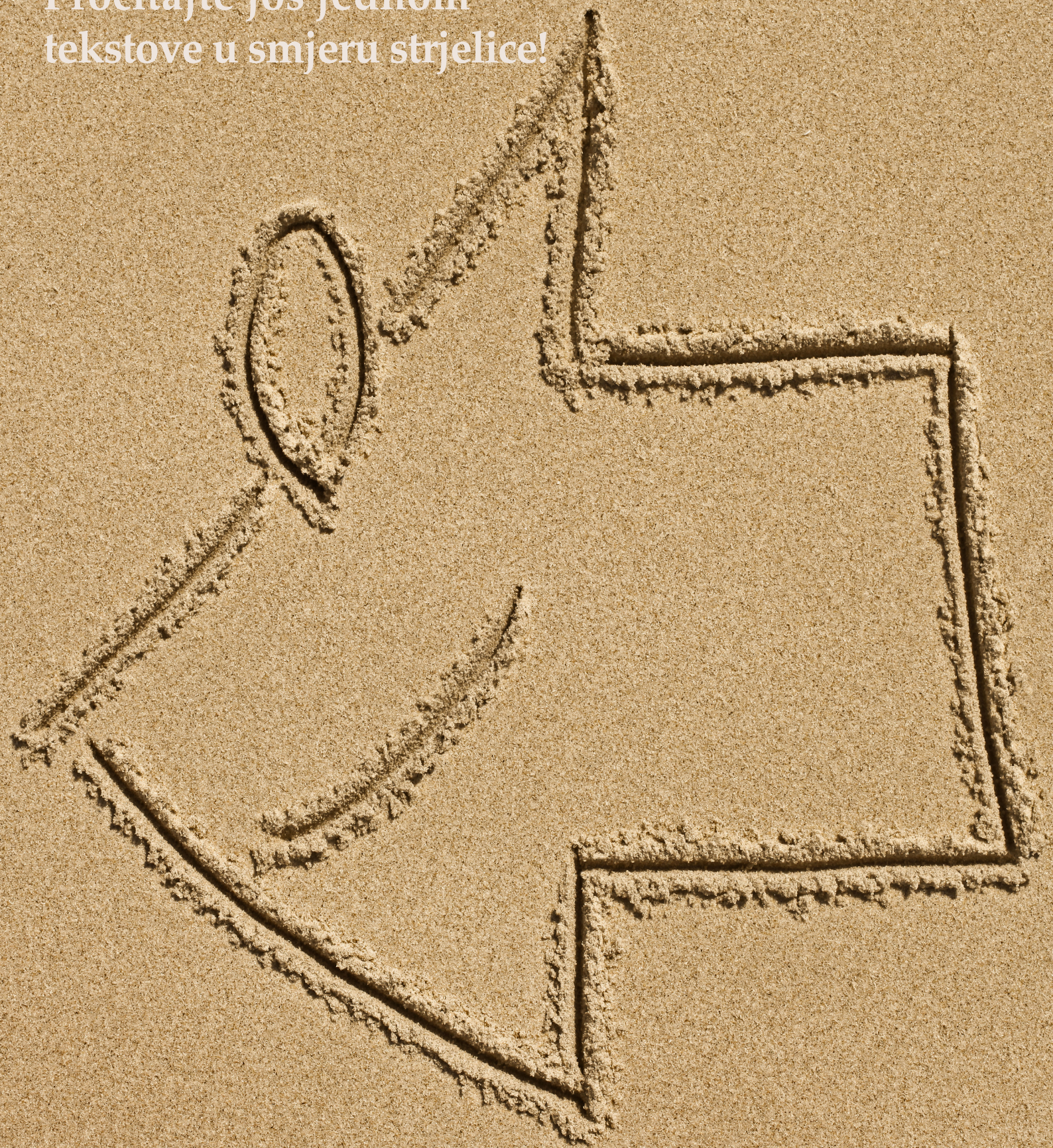
Slika gore: plakat na otoku Krku, izradio Tomislav Lerotić.
Slika dolje: komunalno vozilo na otoku Krku. Dizajnirao Tomislav Lerotić.



Za one koji žele znati više:

1. http://ec.europa.eu/environment/waste,
2. http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/introduction,
3. http://scp.eionet.europa.eu/themes/waste.

Pročitajte još jednom
tekstove u smjeru strjelice!



mojmag.com

svi časopisi na jednom mjestu!

Voliš časopise?

Prolistaj časopise

Vidi što je **novo** na kioscima

Prati svoje **omiljene** časopise

Dobivaj obavijesti na e-mail

Komentiraj, ocjenjuj

I još mnogo toga ...



www.mojmag.com



mojmag.com je specijaliziran portal za časopise.
Kontaktirajte nas na **info@mojmag.com**