

METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA U PRIRODNIM ZNANOSTIMA

Zbornik seminarskih radova

Poslijediplomskog studija didaktike prirodnih znanosti



Fizikalno društvo – Split i Sveučilište u Splitu,
Prirodoslovno-matematički fakultet

Split, 2015.

METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA U PRIRODNIM ZNANOSTIMA

Z B O R N I K SEMINARSKIH RADOVA

Profesora srednjih i osnovnih škola koji su magistrirali
„Didaktiku prirodnih znanosti“ na Prirodoslovno-
matematičkom fakultetu Sveučilišta u Splitu

Urednici: *Davor Juretić, Stjepan Knežević i Mate Jagnjić*

Split, ožujak 2015.

SADRŽAJ		Str.
Davor Juretić	PREDGOVOR	7
Antonela Dragobratović	SMANJENJE POPULACIJE VODOZEMACA U DOLINI NERETVE	11
Žaklin Lukša, Mišo Rašan, Katarina Jančec	PROLJETNICE ŠUMSKE ZAJEDNICE HRASTA LUŽNJAKA I OBIČNOG GRABA DONJEG MEĐIMURJA	16
Sndra Lacić	ORHIDEJE PRIMOŠTENSKO-ROGOZNIČKOG KRAJA	26
Vlado Halusek	KRITIČNA GRANICA ZA PERIOD ROTACIJE HOMOGENIH SVEMIRSKIH TIJELA	34
Sanja Martinko	NAJSLABIJE ODREĐENE FIZIKALNE KONSTANTE	39
Darko Suman	DEMONSTRACIJSKI EKSPERIMENTI S NEODIMIJSKIM MAGNETIMA	46
Miro Plavčić	WILBERFORCEOVO NJIHALO	52
Ana Grgurinović	ZAŠTO JE NEBO PLAVO?	59
Olivera Pionić	UDARNI VAL MOLEKULA ZRAKA	67
Antonijela Bogutovac	ISTRAŽIVANJE EKSTRASOLARNIH PLANETA KAO DOPRINOS POTRAZI ZA IZVANZEMALJSKIM ŽIVOTOM	77
Željka Ninčević	KARCINOGENI I MUTAGENI U DUHANSKOM DIMU I RAK PLUĆA	89
Branka Maleš	ZNANSTVENI DOKAZI O POZITIVNIM I NEGATIVNIM UČINCIMA FLUORA NA LJUDSKI ORGANIZAM	99
Mila Bulić	PRIONI I PRIONSKE BOLESTI	113
Gabriela Peričić	HRVATSKA JAVNOST I GENETSKI MODIFICIRANA HRANA	121

Branka Gotovac	PRISTUPAČNOST GRAĐEVINA JAVNE NAMJENE OSOBA MA S TJELESNIM INVALIDITETOM	131
Renata Ruić	OKOLIŠ I LJUDSKA PRAVA	144
Željko Jakopović	ZASTUPLJENOST NOVIH PRIRODOSLOVNIH POJMOVA U GIMNAZIJSKIM UDŽBENICIMA I OPĆIM RJEČNICIMA	155
Josip Paić	STOPA PRIRASTA STANOVNIŠTVA U HRVATSKOJ	165
Davor Juretić	ZAVRŠNO SLOVO	174

PREDGOVOR

Ovaj Zbornik seminarskih radova nastao je na temelju dorađenih seminara studenata koji su 2004. i 2005. godine slušali moj predmet: „Metodologija istraživanja u prirodnim znanostima“. Taj obvezni predmet slušali su svi studenti te dvije generacije koje su upisale poslijediplomski studij „Didaktike prirodnih znanosti“ na Fakultetu prirodoslovno-matematičkih znanosti i odgojnih područja Sveučilišta u Splitu (kasnije Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije, a sada Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet).

Studij Didaktike vodio je studente do „starog“ magisterija i popunjavao je prazninu koja je postojala u Hrvatskoj u daljnjem obrazovanju profesora fizike, kemije i biologije zaposlenih u srednjim i osnovnim školama. Kako „starog“ magisterija više nema po novom sustavu visokog obrazovanja u skladu s Bolonjskom reformom, taj je studij trebalo pokušati pretvoriti u specijalistički ili doktorski studij, ali se u tome još nije uspjelo, tako da su generacije 2004 i 2005 prve i posljednje generacije studija Didaktike. Međutim, PMF u Splitu kasnije je osnovao Poslijediplomski sveučilišni studij: „Istraživanje u edukaciji u području prirodnih i tehničkih znanosti“ na koji su se mogli upisati i magistri znanosti s završenim studijem „Didaktike prirodnih znanosti“. U dvije spomenute generacije, bilo je izvrsnih i vrlo ozbiljnih studenata u već zrelih godinama, koji su pokazali da je moguće usvajati nov način razmišljanja i intenzivno studirati i nakon što je prošlo desetak i više godina poslije diplomiranja fizike, kemije ili biologije.

Studij je bio tako ustrojen da su studenti morali izabrati voditelje za magistarski rad odmah na početku studija. Zbog toga veći broj istraživačko-pedagoških tema koje sam ponudio kao teme za magistarske radove tijekom kolegija „Metodologija..“ nisu došle u obzir za izradu magistarskog rada, ali su se mnoge mogle upotrebiti za seminare iz tog predmeta. Za magisterij iz studija Didaktike nije se tražilo neko veliko originalno istraživanje, niti je student imao obavezu publiciranja znanstvenog rada koji bi proizašao iz magisterija, ali smo smatrali da sve studente treba upoznati sa metodologijom istraživanja u prirodnim znanostima prije nego što magistriraju, pa je to bio i cilj tih seminara.

Studentski seminar trebao je poslužiti kao dokaz da su studenti pokušali usvojiti znanstveni način razmišljanja, istraživanja i opisivanja dobivenih rezultata. Kako je na seminarima trebalo još dosta raditi i nakon dobivene ocjene iz predmeta Metodologija, došlo je do selekcije studenata

koji su željeli preuzeti takvu obavezu i koje sam potaknuo da nastave na tom putu zbog kvalitete, zanimljivosti i originalnosti njihovih seminara.

Odgovornost je na meni za konačni izbor radova. Koautori Stjepan Knežević i Mate Jagnjić značajno su mi pomogli u organizaciji vrlo raznolike tematike seminara, koja je čak i izlazila izvan područja prirodnih znanosti. Velik problem su bile URL adrese koje su studenti citirali a koje nakon nekog vremena više nisu radile, ili su vodile na neku drugu tematiku, ili u najgorim slučajevima na neke viruse. Koautor Jagnjić je zaista napravio velik posao da ažurira takve URL adrese. Grešaka koje su svima promakle sigurno je ostalo. Međutim, držim da radove iz Zbornika ne treba suditi prema previše strogim stručnim ili znanstvenim kriterijima, jer je važnije da ti radovi dobro pokazuju široki raspon interesa profesora u našim školama, i njihov entuzijizam u obradi izabranih tema, koji bez sumnje prelazi i na njihove đake.

Otprilike pola radova nastalo je na temelju tema koje sam predložio na početku kolegija, dok su preostale teme istraživanja izabrali sami studenti. Kao što se vidi i iz popisa korištene literature na kraju svakog rada skoro svi profesori-studenti su koristili razne mogućnosti koje Internet pruža za istraživanje literature. Tako su imali prilike poboljšati svoje pedagoške sposobnosti u radu sa đacima koji svakodnevno neselektivno „surfaju“ Internetom. Naravno, posebnu vrijednost imaju oni radovi koji nisu bili samo bibliotekarski (pretraživanje literature), nego su se sastojali u zajedničkom angažmanu školskih profesora i njihovih đaka u nekom malom prirodoslovnom istraživanju. Svi su radovi nastali na temelju stvarno održanih seminara iz „Metodologije istraživanja u prirodnim znanostima“. Međutim, dodatni, ponekad višegodišnji trud studenata, da napišu rad u prihvatljivom obliku za Zbornik, ponukao me da radove karakteriziram kao stručne, ili kao radove preglednog, esejskog i anketnog tipa u čemu su koautori također pomogli, pa smo ih i poredali u Zborniku prema takvoj klasifikaciji.

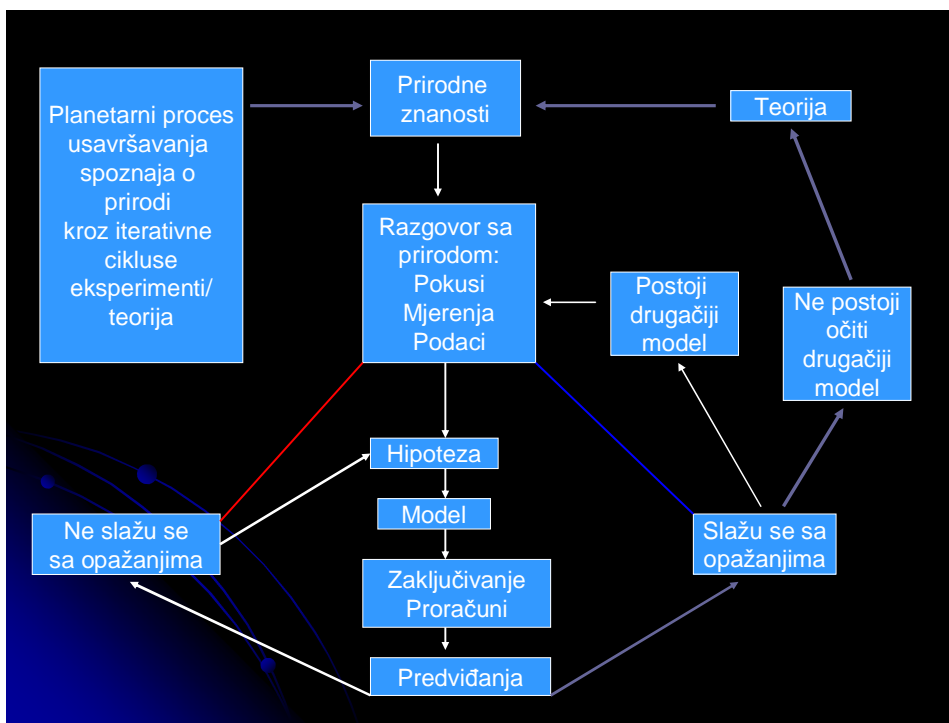
Kao nastavnik pokušao sam objasniti studentima da su velika napetost, kontrolirano uzbuđenje i jake emocije koje prate svako kvalitetno istraživanje posljedica snažnih proturiječnih zahtijeva da istraživanje mora biti istodobno i vrlo konzervativno i vrlo revolucionarno. Istraživanje nikad ne visi samo u zraku, nego se konzervativno nastavlja na ranije radove i druge istraživače kojima se odaje priznanje citiranjem njihovih radova, ali istodobno pravo istraživanje je revolucionarni pokušaj da se bolje shvati neka prirodna pojava koju još nitko drugi nije uspio objasniti na zadovoljavajući način. Reklo bi se da nisam uspio u tom svom pokušaju, jer je većina studenata imala velikih poteškoća u pravilnom citiranju izvorne literature, a još teže je za studente bilo ući dovoljno duboko u neki problem da se stigne do granice nepoznatoga. Ipak jedna studentica je na kraju prilično mukotrpnog posla dotjerivanja rada za Zbornik izjavila: „cilj Vam je bio da nas natjerate razmišljati na drugačiji način i u tome ste i uspjeli“.

Realnije je reći da smo kroz zajednički rad na Zborniku samo imitirali znanstvene metode rada i razmišljanja o prirodi (vidi priloženu sliku), ali se

nadam da su pri tom naši studenti osjetili bar mali dio radosti i uzbuđenja koji prate znanstvena istraživanja. Nadam se da sam postigao i skromniji cilj da studenti upoznaju objektivne kriterije koji će im dati sposobnost razlikovanja znanstvenih radova od onih koji to nisu, kao i sposobnost prepoznavanja vrsnih prirodoslovaca koje i međunarodna znanstvena zajednica lako i brzo prepoznaje.

Svaki je student razmišljao kako naučeno upotrebiti da poveća interes đaka za svoj predmet. Kako to nije bio obvezni dio seminara u nekim je od priloženih radova pedagoška dimenzija došla više a u nekim manje do izražaja. Mogućnost samostalnog izbora tematike pokazala je da su studenti rado biraju interdisciplinarnu temu i teme o kojima postoji dosta različitih javno suprostavljenih gledišta. Interdisciplinarnu temu bile su posebno zanimljive za studente-profesore pa bi se to moglo očekivati i za njihove đake. Pošto je obrazovanje na svim nivoima kod nas tradicionalno sporo u usvajanju interdisciplinarnih tema u nastavnoj praksi, trebalo bi razmisliti kako najbolje stimulirati interdisciplinarnost u projektima modernizacije nastave.

Kao primjer mogu spomenuti novu znanost bioinformatiku za koju je većina potrebnih alata slobodno raspoloživa svima preko Interneta tako da bi je i srednjoškolci mogli koristiti u malim istraživanjima ako bi ih nastavnici znali zainteresirati. Bioinformatika je danas po nekim procjenama 30% svih životnih znanosti (kao što su molekularna biologija, biokemija, medicina,...) a u svijetu postoji izrazita oskudica informatičara koji žele ući u bioinformatiku. Međutim, diplomirani profesori biologije i diplomirani profesori informatike, barem na Sveučilištu u Splitu, nikad se u tijeku svog studija nisu sreli s bioinformatikom u obveznoj nastavi (u posljednjih 20 godina), tako da ne mogu ni prenositi te nove spoznaje na svoje srednjoškolce. Velika većina ima sasvim krive ideje o tome što je to bioinformatika. Kako sam u zadnjih 20 godina publicirao dvadesetak znanstvenih radova iz bioinformatike, zaista mi je žao što mi nije uspjelo zainteresirati svoje kolege iz Splita, fakultetske profesore biokemije, biologije i informatike za tu novu znanost. Nadam se da će se to promijeniti nabolje, jer su fizičari pokazali pravi put i prvi uvrstili interdisciplinarnu kolegiju poput bioinformatike, fizike okoliša i biofizike u svoje nove diplomske i doktorske studije Sveučilišta u Splitu, koji se izvode prema Bolonjskom sustavu visokog obrazovanja 3+2+3 (preddiplomski, diplomski i doktorski studij). Mediteranski institut za istraživanje života („Radmanov institut“) također je shvatio važnost bioinformatike i svoja prva istraživanja u Splitu obavljao je baš u tom području znanosti.



Na kraju bih želio zahvaliti svim studentima-profesorima na strpljivosti zbog malo (pre)dugog čekanja da se ovaj Zbornik publicira, i kolegama Stjepanu Kneževiću i Mati Jagnjiću (ko-urednicima Zbornika).

Posebno zahvaljujem svim kolegama na nesebičnoj stručnoj pomoći oko poboljšavanja tekstova vrlo raznolikih seminara. To su prof. dr. Jasenka Puizina, prof. dr. Franjo Sokolić, prof. dr. Paško Županović, prof. dr. Srećko Kilić, dr. Antonela Paladin, dr. Juraj Kamenjarin, prof. dr. Ivan Bošković, ..

U Splitu 01.01.2015.
Davor Juretić

SMANJENJE POPULACIJE VODOZEMACA U DOLINI NERETVE

Antonela Dragobratović

OŠ don Mihovila Pavlinovića, Alojzija Stepinca 2, Metković i
Gimnazija Metković, Kralja Zvonimira 24, Metković
antonela.dragobratovic@du.htnet.hr

Sažetak

U globalnom procesu smanjenja biološke raznolikosti posebno se ističe smanjenje populacija vodozemaca. U ovom se istraživanju željelo provjeriti stanje populacija vodozemaca u dolini Neretve. U izlascima na istraživano područje (šest različitih biotopa) utvrđena je prisutnost 10 vrsta vodozemaca. Zbog nedostatka ranijih podataka provedeno je anketiranje lokalnog pučanstva. Iz dobivenih rezultata uočeno je smanjenje populacija velike zelene žabe (*Rana ridibunda*, Pallas, 1771) i male zelene žabe (*Rana esculenta*, Linnaeus, 1758) koje su prouzročili, prvenstveno prekomjeren izlov i uništavanje staništa (melioracija), a manje djelovanje kemijskih onečišćivača (umjetnih gnojiva i pesticida).

UVOD

U posljednjih 20 godina u svijetu su se smanjile populacije više od dvjesto vrsta poznatih vodozemaca, a 32 vrste su nestale [2, 3]. Postavljeno je više hipoteza o uzrocima nestanka vodozemaca koje se dijele u dvije skupine [4]. Prva skupina su hipoteze o djelovanju čimbenika općeg smanjenja biološke raznolikosti čiji su mehanizmi eksperimentalno dokazani, a druga skupina su hipoteze o uzrocima čiji su mehanizmi složeni, a posljedica su sinergističkog djelovanja više čimbenika.

Najznačajniji čimbenici koji djeluju samostalno ili u međusobnoj sprezi, a dovode do smanjenja populacija ili nestanka vodozemaca su: uništenje staništa (isušivanje močvara, sječa šuma ili izgradnja prometnica), uvođenje alohtonih vrsta (neurođene vrste potiskuju urođene), prekomjerni izlov (vodozemci se love kao hrana i ljubimci te za medicinske i biološke svrhe), klimatske promjene (vodozemci su ekstremno osjetljivi na male promjene vlage i temperature koje dovode do poremetnje hranidbenih i reproduktivnih navika te smanjenja obrambene moći), UV-B zračenje (povećanje UV-B zračenja usporava rast žaba i izaziva smanjenje obrambene moći), kemijsko onečišćenje (perzistentni organski onečišćivači – dioksini i poliklorirani bifenili, teški metali, umjetna gnojiva i neki pesticidi – metopren, atrazin, malation i karbamat izazivaju malformacije bezrepara ili imaju na njih letalni učinak) i zarazne bolesti žaba (javljaju se kod

imunodeficientnih žaba, a prouzročene su nekim poksvirusima ili saprofitskim gljivicama *Batrachochytrium dendrobatides* i *Saprolegnia ferax*) [7, 9, 10, 12, 14, 15].

U ovom članku opisano je stanje populacija vodozemaca i mogući uzroci njihovog smanjenja u dolini Neretve. Močvara na ušću Neretve bila je najveća mediteranska močvara u Europi. Još uvijek velike površine močvarnih staništa na ušću Neretve uvršteni su na Ramsarski popis (<http://www.ramsar.org/sitelist.pdf>) vlažnih staništa od međunarodnog značaja. Osim donjeg toka Neretve Hrvatska u toj međunarodnoj listi ekološki vrlo vrijednih staništa ima još lokalitete: Crna mlaka, Kopački rit i Lonjsko polje. U dolini Neretve posebno su značajni prostrani tršćaci, najveći i vrstama najbogatiji u cijelom sredozemnom dijelu Hrvatske (Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša. Pregled stanja biološke i krajobrazne raznolikosti Hrvatske sa strategijom i akcijskim planovima zaštite. Zagreb 1999.)

METODE

Zbog nedostatka ranijih podataka o normalnoj godišnjoj fluktuaciji populacija vodozemaca, godišnjim klimatskim varijacijama i točnosti determiniranih vrsta u dolini Neretve, prikupljale su se jedinke za determinaciju i anketirano je lokalno pučanstvo.

Prikupljanje uzoraka za determinaciju. Na šest postaja s različitim životnim uvjetima (bara, močvarna livada, meliorirana poljoprivredna površina, riječni pješčani nanos, krško vrelo i primorska vazdazelena šuma) prikupljane su jedinke vodozemaca koje su determinirane prema ključu za determinaciju vodozemaca Europe [1, 7].

Anketa. Anonimnom anketom ispitano je lokalno pučanstvo – lovci žaba i poljoprivrednici (80 ispitanika) različite dobi (20 - 80 godina). U anketi su postavljena pitanja o vrstama vodozemaca, načinu i količini lovljenja, pojavi malformiranih žaba ili pomora žaba, prodaji ulovljenih vodozemaca te o vrstama primjenjivanih umjetnih gnojiva i pesticida.

Statistika. Izračunate su srednje vrijednosti dobivenih rezultata ankete.

REZULTATI

Od 20 vrsta vodozemaca koji žive u Hrvatskoj, u dolini Neretve je na osnovi sakupljenih primjeraka i podataka iz literature ustvrđena prisutnost 10 vrsta vodozemaca svrstanih u šest porodica (Tablica 1.).

Tablica 1. Vodozemci doline Neretve

RAZRED	VODOZEMCI (AMPHIBIA)
RED	<u>REPAŠI (Caudata)</u>
PORODICA	<u>ČOVJEČJE RIBICE (Proteidae)</u>

VRSTA	Čovječja ribica (<i>Proteus anguinus</i> , Luarenti, 1768)
PORODICA	DAZDEVNJACI (<i>Salamandridae</i>)
VRSTA	Pjegavi daždevnjak (<i>Salamandra salamandra</i> , Linnaeus, 1758)
	Mali vodenjak (<i>Triturus vulgaris</i> , Linnaeus, 1758)
RED	BEZREPCI (<i>Anura</i>)
PORODICA	PRAVE ŽABE (<i>Ranidae</i>)
VRSTA	Velika zelena žaba (<i>Rana ridibunda</i> , Pallas 1771)
	Zelena žaba (<i>Rana esculenta</i> , Linnaeus, 1758)
	Šumska smeđa žaba (<i>Rana dalmatina</i> , Bonaparte 1840)
PORODICA	KRASTAČE (<i>Bufo</i>)
VRSTA	Zelena krastača (<i>Bufo viridis</i> , Laurenti, 1768)
	Smeđa krastača (<i>Bufo bufo</i> , Linnaeus, 1758)
PORODICA	MUKAČI (<i>Discoglossidae</i>)
VRSTA	Žuti mukač (<i>Bombina variegata</i> , Linnaeus, 1758)
PORODICA	GATALINKE (<i>Hylidae</i>)
VRSTA	Gatalinka (<i>Hyla arborea</i> , Linnaeus, 1758)

Prema provedenoj anketi lovci na žabe love samo zelenu žabu. Najčešće love ostima uz pomoć svjetla, a sezona lova traje od ožujka do rujna. U lov izlaze, približno tri puta tjedno i pri tom ulove do 5 kg žaba koje prodaju lokalnim restoranima. Pojedini restorani tijekom sezone lova naručuju do 400 kg očišćenih žaba. Prije provedene melioracije, 60-ih godina prošlog stoljeća, tjedno se moglo uloviti i do 50 kg žaba, a potražnja za njima bila je mala. Lovci do sada nisu uočili pojavu malformiranih žaba ili njihov veći pomor.

Od ukupno 12 000 ha površine doline Neretve oko 6 000 ha je meliorirano. Na isušanim površinama provodi se intenzivna poljoprivredna proizvodnja uz uporabu umjetnih gnojiva i pesticida. Do 90-tih godina prošlog stoljeća korišteni su pripravci atrazina, metoprena i malationa, a njihova je uporaba danas smanjena dok se pripravci karbamata i dalje koriste.

DISKUSIJA

Potvrđenih 10 vrsta vodozemaca u dolini Neretve ukazuje na očuvanu biološku raznolikost, ali njihov opstanak izravno ovisi o aktivnostima čovjeka. Prema podacima geografskog odsjeka Prirodoslovno – matematičkog fakulteta u Zagrebu [6], jedinstveno močvarno područje doline Neretve koje se prostiralo na 12 000 ha, smanjeno je i iscjepkano na oko 6 000 ha zbog opsežne melioracije provedene tijekom 60-tih godina prošlog stoljeća (koju je financirao FAO). Od ljudskog djelovanja očuvano je 1 620 ha močvarnih staništa zaštićenih zakonom (posebni rezervati). Na isušenom području provodi se intenzivna poljoprivredna proizvodnja uz

uporabu umjetnih gnojiva i pesticida, posebno karbamata koji je povezan s pojavom malformiranih i deformiranih žaba te čestim pomorom žaba u SAD [8, 13, 17]. Od početka melioracije i razvoja poljoprivrede do danas nema nikakvih prijava o pojavi malformiranih žaba ili o njihovom većem pomoru, što znači da umjetna gnojiva i pesticidi koji se ispiru s poljoprivrednih površina ne izazivaju značajno smanjenje populacija vodozemaca u dolini Neretva. To potvrđuje hipotezu da kemijski onečišćivači imaju subletalni ili letalni učinak na vodozemce samo u sinergističkoj sprezi s nekim drugim vanjskim čimbenicima [11], a koji nisu izraženi u dolini Neretve.

Usporedba količine tjedno ulovljenih zelenih žaba (prosjeck po jednom lovcu) prije melioracije (50 kg) i danas (5 kg) pokazuju deseterostruko smanjenje iako se površina močvare smanjila samo dva puta. U istom razdoblju su višestruko porasli zahtjevi tržišta za zelenom žabom pa je lov intenziviran u komercijalne svrhe. Znači da je smanjenje populacija zelene žabe u dolini Neretve prvenstveno prouzročio izlov, a manje provedena melioracija i uporaba umjetnih gnojiva i pesticida.

O stanju populacija drugih vodozemaca na istraživanom području nema pouzdanih podataka, ali iz snimke sa terena zaključuje se da ove populacije unatoč promijenjenim vanjskim uvjetima (smanjena vodena površina, povećani salinitet vode, unos teških metala, nutrijenata i pesticida te unos alohtonih vrsta riba i izgradnja prometnica) izgledaju stabilno, što se podudara s nedavnim istraživanjem provedenim u južnoj Francuskoj [5].

Zbog posebne uloge koju vodozemci zauzimaju u mnogim ekosustavima i njihovog farmaceutskog potencijala potrebno je spriječiti njihovo izumiranje. Svaka žablja vrsta proizvodi u svom tijelu dvadesetak raznih antimikrobskih peptida specifičnih za tu vrstu od kojih su neki selektivni antibiotici za određenu vrstu mikroorganizama [16]. Svakim napretkom kojeg postignemo u smanjenju bilo kojeg od spomenutih čimbenika smanjenja populacija ili nestanka vodozemaca pomažemo vraćanju prirodne ravnoteže u smjeru opstanka.

Literatura:

- [1] Arnold, E. N. i Burton, J. A. *Pareyes Reptilien und Amphilienfurher Europas* (Verlag Paul Parey, Munchen, 1978).
- [2] Blaustein, A. R. i Kiesecker, J. M. Complexity in conservation – Lessons from the global decline in amphibian populations. *Ecology* **5**, 597-608 (2002).
- [3] Blaustein, A. R. i Wake, D. B. Declining amphibian population: a global phenomenon? *Trends Ecol. Evolution* **5**, 203-204 (1990).
- [4] Collins, J. P. i Storer, A. Global amphibian decline: Sorting the hypothesis. *Diversity and Distribution* **9**, 89-98 (2003).
- [5] Crochet, P. A., Chaline, O., Cheylan, M. i Guillame, C. P. No evidence of general decline in an amphibian community of southern France. *Biol. Conserv* **199**(3), 297-304 (2004).

-
- [6] Curić, Z. *Donjonekretanski kraj – potencijalni i valorizirajući turistički činitelji* (Prirodoslovno – matematički fakultet (Odjel za geografiju), Zagreb 1993).
- [7] Engelman, W. E., *Lurche und Kriechtiere Europas* (Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1986).
- [8] Hayes, T. B., Collins, A., Lee, M., Mendoza, M., Noriega, N., Stuart, A. A. i Vonk, A. Hermaphroditic, demasculinized frogs after exposure to the herbicide atrazine at low ecologically relevant doses. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. **99**, 5476-5480 (2002).
- [9] Kiesecker, J. E., Findlay, C. S., Schmidt, B. R., Meyer, A. H. i Kuzmin, S. L. Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature* **404**, 752-755 (2000).
- [10] Kiesecker, J. E., Blaustein, A. R. i Belden, L. K. Complex causes of amphibian population declines. *Nature* **410**, 681-684 (2001).
- [11] Kiesecker, J. E., Belden, L. K., Shea, A. K. i Rubbo, M.J. Amphibian decline and emerging disease. *American Scientist* **92**, 138 (2004).
- [12] Pounds, A., Fogden, M. i Campbell, J. Biological response to climate change on tropical mountain. *Nature* **398**, 611-614 (1999).
- [13] Relya, N. M. Predator induced stress makes the pesticide carbaryl more deadly to gray tree frog tadpoles (*Hyla versicolor*). *Procl. Natl. Acad. Sci. USA*. **98**, 2491-2496 (2001).
- [14] Ross, P. S., Vos, J. G., Birnbaum, L. S. i Osterhaus, A. D. PCBs are health risk for humans and wildlife. *Science* **289**, 1878-1879 (2000).
- [15] Sissel, K. (2003) EPA Okays continued use of Atrazine. *Chemical Week*. 12. February.
- [16] Vanhoye, D., Bruston, F., Nicolas, P. i Amiche, M. Antimicrobial peptides from hylid and ranin frogs originated from a 150-million-year-old ancestral precursor with a conserved signal peptide but a hypermutable antimicrobial domain. *Eur. J. Biochem.* **270**, 2068-2081 (2003).
- [17] de Wijer, P., Watt. P. J. i Oldhams, R. S. Amphibian decline and aquatic pollution - effects of nitrogenous fertilizer on survival and development of larvae of the frog *Rana temporaria*. *Appl. Herp.* **1**, 3-12 (2003).

PROLJETNICE ŠUMSKE ZAJEDNICE HRASTA LUŽNJAKA I OBIČNOG GRABA DONJEG MEĐIMURJA

Žaklin Lukša¹, Mišo Rašan², Katarina Jančec³

¹Gimnazija, Čakovec, zaklin.luksa@ck.t-com.hr

Vladimira Nazora 34, 40 000 Čakovec

²Srednja škola, Prelog, miso.rasan@ck.htnet.hr

Čakovečka 1 Prelog

³studentica PBF, Zagreb

Sažetak

Istraživanjem je utvrđeno koje su vrste proljetnica zastupljene na odabranim lokacijama u šumskoj zajednici hrasta lužnjaka i običnog graba na području donje Međimurja. Određena je brojnost, pokrovnost i socijalnost te promjene koje bi mogle utjecati na njihov razvoj. Determinirano je i praćeno devet vrsta proljetnica: visibaba, procjepak, plućnjak, mlađa obična, bijela i žuta šumarica, baloče, zlatica, te bijeli šafran. Brojnost svih vrsta 2002. i 2003. godine manja je u odnosu na početnu godinu istraživanja 1998., dok su neke vrste potpuno nestale s pojedinih postaja. Na brojnost vrsta znatno utječe količina vlage i temperatura pojedine godine, kao i kiselost tla na određenom prostoru, a ne možemo zanemariti ni utjecaj čovjeka i ostalih ekoloških čimbenika.

UVOD

Od europskih zemalja Hrvatska se po bioraznolikosti nalazi pri samom vrhu [1]. U odnosu na 12500 opisanih vrsta vaskularne flore u Europi u Hrvatskoj postoje podaci za 5360 vrsta od čega su 223 ugrožene (CR, EN, VU) što čini 4,2%. Velika bioraznolikost Hrvatske posljedica je geografskog položaja na razmeđu velikih biogeografskih regija, razvedenosti reljefa, napose obale, raznolikosti klimatskih prilika u vertikalnom i horizontalnom smjeru te povijesnim prilikama tijekom daljnje i bliže geološke prošlosti Zemlje [2].

U Crvenoj knjizi vaskularne flore Hrvatske godine možemo naći i podatak koji govori da je čak 62% ugroženih vrsta vaskularne flore Hrvatske povezano s gubitkom staništa i to u prvom redu zbog utjecaja čovjeka. Kao glavna ljudska aktivnost koja na to utječe navodi se postupanje s vodom, a posebno se navodi izgradnja hidroelektrana kojima se značajno mijenja vodni režim na širokom području [3]. Posljedice izgradnje hidroelektrana između ostalog su i smanjenje bioraznolikosti. U Republici Hrvatskoj ovakvim su promjenama najviše pogođene rijeke Drava i Cetina [4]. Gotovo cijeli tok rijeke Drave kroz Međimurje zbog izgradnje hidroelektrana

pretvoren je u hidroakumulacije. To je značajno utjecalo na vodni režim cijelog područja, a time i na cjelokupni živi svijet i njegovu bioraznolikost. No, zbog nedostatka podataka o flori tog područja prije izgradnje hidroakumulacija o tome možemo samo nagađati.

Fitocenoze predstavljaju kompleks vrsta koje su prilagođene odgovarajućim ekološkim uvjetima, nalaze se u tijesnoj međusobnoj vezi, a isto tako u tijesnoj vezi sa ostalim organizmima. Upravo taj kompleks vrsta koji zovemo florističkim sastavom, vrlo je značajna karakteristika svake fitocenoze. Učešće biljnih vrsta u florističkom sastavu može biti različito, od svega nekoliko vrsta pa do onih s velikim brojem biljnih vrsta [5].

Cjelokupni biljno–sociološki sastav donjeg Međimurja nije još istražen. Prema ispitivanjima Šumarskog instituta Jastrebarsko, u donjem Međimurju kao tipična prevladava biljna zajednica hrasta lužnjaka i običnog graba (as. *Carpino betuli-Quercetum roboris* Rauš 1969). Ova zajednica razvijaju se najčešće na nizinskom smeđem tlu, na terenima koji su izvan dohvata poplavnih voda. Ako je poplava i zahvatila niže dijelove prostora ove šume bila je slaba, kratkotrajna i rijetka. Obični grab (*Carpinus betulus*) u sastavu zajednice indikator je podzemne vode na staništu. Tamo gdje je obični grab obilno zastupljen podzemna se voda nalazi na dubini većoj od 1,5 metara. Hrastove šume nazivamo i šume svjetla. Zbog rijetke krošnje zrake svjetlosti dopiru do prizemnog sloja koji je vrlo bogato zastupljen brojnošću vrsta. Fenološki ritam zajednice ovisi o klimatskim prilikama. U prizemnom sloju nalazimo i velik broj biljaka kratkog dana koje cvatu u rano proljeće. Zbog te vrlo rane cvatnje uvriježen je i naziv proljetnice ili «vjesnici proljeća». Tu ubrajamo visibabu (*Galanthus nivalis* L.), zlasticu (*Ranunculus ficaria* L.) [6], jetrenku (*Hepatica nobilis* Schreb.), volujsko oko (*Hacquetia epipactis* (Scop)DC), ljekoviti plućnjak (*Pulmonaria officinalis* L.), dvolisni procjepak (*Scilla bifolia* L.), proljetni šafran (*Crocus neapolitanus* (Ker-Gawl.) Mord.et Lois.), bijeli šafran (*Crocus albiflorus* Kit.), pasji zub (*Erythronium dens-canis* L.), čvrstu šupaljku (*Corydalis solida* (L.)Clairv.), bijelu šumaricu (*Anemone nemorosa* L.), žutu šumaricu (*Anemone ranunculoides* L.), žuto baloče (*Gagea lutea* L.) [7,8].

U posljednjih dvadesetak godina došlo je do naglog propadanja ovih šuma zbog poremećenih različitih abiotičkih uvjeta. Za promjenu nekih uvjeta direktno je odgovoran čovjek npr. prokopavanje kanala radi isušivanja poljoprivrednih površina negativno utječe na šumsku vegetaciju. Na području Međimurja nema podataka o promjenama u navedenoj zajednici jer do sada nisu provođena istraživanja.

Kao i pojedinačne biljne vrste i biljne su zajednice, kao organizirane skupine biljnih vrsta, prilagođene svojstvima okoliša u kojem žive. Utjecaj je okoliša presudan za tip vegetacije koja će se na nekom prostoru razviti. Ekološki čimbenici djeluju na vegetaciju kompleksno, a izdvajaju se pojedinačno samo u cilju proučavanja. Djelovanje svakog čimbenika na svakom prostoru i u svakom trenutku nije jednako intenzivno, pa ni jednako važno. Najčešće jedan od čimbenika ima u cijelom kompleksu najveći utjecaj na tip vegetacije na određenom prostoru, mada se ni djelovanje

ostalnih ne može zanemariti [6]. Edafski su faktori kompleks ekoloških faktora koji djeluju putem podloge. Njen značaj se vidi iz toga što se pri istim klimatskim faktorima, ukoliko je podloga različita, razvija i različita vegetacija. U podlozi su posebno važne njezine kemijske osobine, fizički sastav i živi svijet u njoj (9). Sastav tla donjeg Međimurja mijenja se prema bivšim tokovima rijeka, koje su mijenjajući korita, na svom putu odlagale različite materijale. To si pretežito šljunkoviti nanosi s manjim sadržajem pijeska, najčešće pokriveni praškastim glinama, slabo složeni i nejasno uslojeni [9].

Čovjek često narušava biološku ravnotežu nekontroliranim sabiranjem pojedinih vrsta ili mijenjanjem uvjeta okoliša. U Donjem Međimurju posebno su značajne promjene nivoa podzemnih voda zbog izgradnje nasipa uz Muru i hidrocentrala na Dravi, što je spriječilo njihovo prirodno meandriranje. U literaturi nema podataka o zastupljenosti i brojnosti proljetnica na području Međimurja pa se ne može govoriti u kolikoj su mjeri one na ovom području ugrožene, te je li, i koliko, promijenjena biološka ravnoteža i struktura samih biljnih zajednica.

Cilj istraživanja je utvrditi vrste proljetnica zastupljene na odabranim lokacijama u šumskoj zajednici hrasta lužnjaka i običnog graba (as. *Carpino betuli-Quercetum roboris* Rauš 1969) na području donjeg Međimurja, te odrediti njihovu brojnost, pokrovnost i socijalnost. Na odabranim lokacijama zanimljivo je utvrditi ovisnost pojavljivanja i brojnost pojedinih vrsta s abiotičkim čimbenicima npr. pH vrijednošću tla, karakterom humusa, količinom kalcijevog karbonata u tlu, vlagom. Kako je istraživanje provedeno tijekom veljače i ožujka 1998., a nastavljeno tijekom istih mjeseci 2002. i 2003. godine rezultati u brojnosti tijekom ispitivanog razdoblja mogli bi ukazati na eventualnu potrebu zaštite pojedinih lokaliteta u šumama Međimurja radi očuvanja biološke raznolikosti.

METODE

Ispitne površine nalaze se u šumama (as. *Carpino betuli-Quercetum roboris* Rauš 1969) Murščaka i Gomilice, koje su međusobno udaljene oko dvadesetak kilometara. U šumama Murščaka izdvojene su dvije različite lokacije i na svakoj je označeno 10 ispitnih površina od jednog kvadratnog metra. Prva lokacija (P1) smještena je oko stotinjak metara udaljena od kanala Sijinjak, dok je druga (P2) uz sam taj kanal. Treća lokacija (P3) nalazi se u šumi Gomilica, a sastoji se također od deset uzastopnih površina od jednog kvadratnog metra. Za određivanje koordinata položaja i nadmorske visine svih navedenih lokaliteta koristio se GPS.

Istraživanje je započeto u proljeće 1998., a nastavljeno tijekom 2002. i 2003. godine. Tijekom istraživanja ispitne površine obrađivane su svakih tjedan dana tijekom veljače i ožujka. Uočene proljetnice određene su pomoću literature [7,8]. Uzorci nisu sabirani za herbariziranje, već je izrađen

fotoherbarij, digitalnim fotoaparatom Olympus 300. Tijekom istraživanja svaki tjedan određivana je brojnost proljetnica.

Brojnost (prosječan broj jedinki po metru kvadratnom) je određena tako da su tijekom veljače i ožujka svaki tjedan na izabranim i označenim postajama prebrojene determinirane vrste na svakom označenom kvadratu, zasebno na svih deset polja i nakon čega se izračunata prosječna brojnost za svaku pojedinu vrstu. Brojanje se ponavlja svakih tjedan dana tijekom istraživanja, a u razdoblju cvatnje proljetnica. Prebrojavanje je izvršeno po kvadratu, zasebno na deset određenih polja i nakon toga izračunata je prosječna brojnost po kvadratnom metru (m^2) za svaku pojedinu vrstu.

Pokrovnost je osobina biljaka da pokrivaju veću ili manju površinu u fitocenozi. Kako pokrovnost ovisi prije svega o veličini i obliku nadzemnih dijelova biljke, brojnost i pokrovnost iste vrste ne moraju se poklapati. Pokrovnost se dobiva projekcijom svih nadzemnih dijelova biljke na tlo, a izražava se u postocima prema ispitivanoj površini (1-100%). U zajednici koje imaju više slojeva pokrovnost se određuje posebno za svaki sloj. Za procjenu pokrovnosti odabranih proljetnica u prizemnom sloju na sve tri ispitivane postaje koristi se ljestvica prema Braun-Blanquetu [6]: 5 – bez obzira na broj primjeraka vrsta pokriva 75- 100% površine, 4 – bez obzira na broj primjeraka vrsta pokriva 50-75% površine, 3 – bez obzira na broj primjeraka vrsta pokriva 25-50% površine, 2 – vrlo obilno, pokriva 10-25% površine, 1 – obilno, pokrovnost mala, 1-10% površine, + - malo, pokrovnost neznatna [6].

Socijalnost izabranih biljaka određuje se po Braun-Blanquetu [6]. Njihova ljestvica sastoji se od 5 stupnjeva: 5 – biljka raste u velikim gomilama, 4 – biljka raste u velikim hrpama, 3 – biljka raste u obliku jastučića ili u malenim hrpama, 2 – biljka raste u busenovima, 1 – biljka raste pojedinačno [6].

Uzorci tla prikupljeni su sa svih označenih lokaliteta. Pomoću univerzalnog indikator papira određena je pH vrijednost tla. Karakter humusa određen je tako da se u epruvetu stavi 2-3 grama uzorka sitnog tla i doda 6-9 mililitara 2%-tne otopine NH_4OH . Suspenzija se homogenizira 1 minutu, a nakon toga se uzorak ostavi da miruje 2 sata. Mućkanje se ponovi još jednom nakon čega se otopina filtrira u drugu epruvetu. Ukoliko je dobiveni filtrat tamnosmeđ tada je humus kiseo, ako je žut onda je humus slabo zasićen bazama, a ako je filtrat bezbojan humus je blag tj. zasićen bazama [6]. Također je uz pomoć klorovodične kiseline u svim uzorcima tla određena količina kalcija. Na satno staklo stavi se približno 2 grama tla i prelije razrijeđenom klorovodičnom kiselinom. Prema intenzitetu šuma ugljikovog (IV) oksida procijeni se sadržaj kalcijevog karbonata u tlu [6].

REZULTATI

Brojnosti, pokrovnosti i socijalnosti proljetnica

Rezultati mjerenja brojnosti, pokrovnosti i socijalnosti proljetnica izneseni su u Tablicama 1 do 9.

Tablica 1. Prikaz podataka maksimalne brojnosti, te pokrovnosti i socijalnosti za visibabu (*Galanthus nivalis* L.)

visibaba		1998.	2002.	2003.
P1	Max. brojnost	27,5	12,6	17,6
	Pokrovnost i socijalnost	5.1	5.1	5.1
P2	Max. brojnost	39,7	28,8	31,4
	Pokrovnost i socijalnost	5.1	5.1	5.1
P3	Max. brojnost	1,2	0,7	1,1
	Pokrovnost i socijalnost	1.1	1.1	1.1

Tablica 2. Prikaz podataka maksimalne brojnosti, te pokrovnosti i socijalnosti za dvolisni procjepak (*Scilla bifolia* L.)

Dvolisni procjepak		1998.	2002.	2003.
P1	Max. brojnost	9,7	7,4	10,5
	Pokrovnost i socijalnost	+1	+1	+1
P2	Max. brojnost	7,3	1,1	2,8
	Pokrovnost i socijalnost	+1	+1	+1
P3	Max. brojnost	0	0	0
	Pokrovnost i socijalnost	0	0	0

Tablica 3. Prikaz podataka maksimalne brojnosti, te pokrovnosti i socijalnosti za ljekoviti plućnjak (*Pulmonaria officinalis* L.)

Ljekoviti plućnjak		1998.	2002.	2003.
P1	Max. brojnost	1,4	0,3	0,5

	Pokrovnost i socijalnost	3.1	1.1	2.1
P2	Max. brojnost	0,1	0	0
	Pokrovnost i socijalnost	1.1	0	0
P3	Max. brojnost	0	0	0
	Pokrovnost i socijalnost	0	0	0

Tablica 4. Prikaz podataka maksimalne brojnosti, te pokrovnosti i socijalnosti za čvrstu šupaljku (*Corydalis solida* (L.) Clairv.)

Čvrsta šupaljka		1998.	2002.	2003.
P1	Max. brojnost	28,3	36,1	53,3
	Pokrovnost i socijalnost	5.1	5.1	5.1
P2	Max. brojnost	35,4	26,2	38,3
	Pokrovnost i socijalnost	5.1	5.1	5.1
P3	Max. brojnost	17,2	17,8	20,8
	Pokrovnost i socijalnost	5.1	5.1	5.1

Tablica 5. Prikaz podataka maksimalne brojnosti, te pokrovnosti i socijalnosti za bijelu šumaricu (*Anemone nemorosa* L.)

Bijela šumarica		1998.	2002.	2003.
P1	Max. brojnost	1,7	0	0
	Pokrovnost i socijalnost	2.1	0	0
P2	Max. brojnost	0,8	0	0
	Pokrovnost i socijalnost	1.1	0	0
P3	Max. brojnost	83,5	80,2	100,1
	Pokrovnost i socijalnost	5.1	5.1	5.1

Tablica 6. Prikaz podataka maksimalne brojnosti, te pokrovnosti i socijalnosti za žute šumarice (*Anemone ranunculoides L.*)

Žuta šumarica		1998.	2002.	2003.
P1	Max. brojnost	0,5	0,8	0
	Pokrovnost i socijalnost	1.1	+1	0
P2	Max. brojnost	0,7	1,4	2,7
	Pokrovnost i socijalnost	1.1	2.1	2.1
P3	Max. brojnost	0	0	0
	Pokrovnost i socijalnost	0	0	0

Tablica 7. Prikaz podataka maksimalne brojnosti, te pokrovnosti i socijalnosti za žuto baloče (*Gagea lutea L.*)

Žuto baloče		1998.	2002.	2003.
P1	Max. brojnost	0,2	0	0
	Pokrovnost i socijalnost	+1	0	0
P2	Max. brojnost	0,6	0,3	0,3
	Pokrovnost i socijalnost	+1	+1	+1
P3	Max. brojnost	0,9	0,7	0,6
	Pokrovnost i socijalnost	+1	+1	+1

Tablica 8. Prikaz podataka maksimalne brojnosti, te pokrovnosti i socijalnosti za zlaticu (*Ranunculus ficaria L.*)

zlatica		1998.	2002.	2003.
P1	Max. brojnost	0,6	0	0
	Pokrovnost i socijalnost	+1	0	0
P2	Max. brojnost	1,6	0	0
	Pokrovnost i socijalnost	+1	0	0
P3	Max. brojnost	0	0	0
	Pokrovnost i socijalnost	0	0	0

Tablica 9. Prikaz podataka maksimalne brojnosti, te pokrovnosti i socijalnosti za bijeli šafran (*Crocus albiflorus Kit.*)

Bijeli šafran		1998.	2002.	2003.
P1	Max. brojnost	0	0	0
	Pokrovnost i socijalnost	0	0	0
P2	Max. brojnost	0	0	0
	Pokrovnost i socijalnost	0	0	0
P3	Max. brojnost	95,56	46,3	71,3
	Pokrovnost i socijalnost	5.1	5.1	5.1

pH vrijednosti tla ispitivanih lokaliteta

Na lokalitima P1 i P2 uz pomoć univerzalnih indikator papirića određena je pH vrijednost tla 6, dok je na lokalitetu P3 pH 4,5. Analiza karaktera humusa pokazala je da je filtrat tla s P3 tamnosmeđe boje što ukazuje na veću kiselost nego svijetliji filtrati tala s postaja P1 i P2 koji su svijetliji. Testom s kloridnom kiselinom za dokazivanje kalcij karbonata u tlu utvrđeno je da je njegov sadržaj na sve tri postaje jednak. Najveća vlažnost tla zabilježena je na P2 zbog blizine kanala za navodnjavanje.

Pomoću GPS-a određena je nadmorska visina postaja pa je tako postaja P1 na 194,88 metara i položaju N 46° 25.239' i E0 16° 40.400'. Postaja P2 je na nadmorskoj visini od 199,61 metara i položaju N 46° 25.267' i E0 16° 40.406' , a postaja P3 nalazi se na nadmorskoj visini od 124,80 metara i položaju N 46° 23.440' i E0 16°34.4.

DISKUSIJA

Fitocenološke snimke pokazuju razlike zastupljenosti pojedinih vrsta proljetnica kao i njihove brojnosti na postajama P1, P2, P3 što možemo povezati s različitom količinom vlage i kiselošću tla. Postaje P1 i P2 ne pokazuju velike razlike u zastupljenosti vrsta što objašnjavamo istom pH vrijednošću tla ali postoje razlike u ukupnoj brojnosti determiniranih vrsta. Na tu razliku u brojnosti vjerojatno utječe veća vlažnost postaje P2 zbog smještaja uz kanal.

Na postaji P1 i P2 1998. godine zabilježeno je osam vrsta proljetnica: visibaba (*Galanthus nivalis* L.), zlatica (*Ranunculus ficaria* L.), ljekoviti plućnjak (*Pulmonaria officinalis* L.), dvolisni procjepak (*Scilla bifolia* L.), čvrsta šupaljka (*Corydalis solida* (L.) Clairv.), bijela šumarica (*Anemone nemorosa* L.), žuta šumarica (*Anemone ranunculoides* L.), žuto baloče (*Gagea lutea* L.). Tijekom istraživanja 2002. i 2003. godine na postaji P1 više nisu zabilježene četiri od nabrojanih vrsta i to zlatica, bijela šumarica, žuto baloče i žuta šumarica. Na postaji P2 tijekom sljedećih godina više nisu nađene tri vrste i to ljekoviti plućnjak, bijela šumarica i zlatica dok brojnost žute šumarice na ovoj postaji raste. Osim dvolisnog procjepka i čvrste šupaljke svim ostalim vrstama proljetnica na postajama P1 i P2 brojnost se smanjuje u odnosu na onu zabilježenu 1998. godine. Ipak zanimljivo je primjetiti da se nakon pada brojnost tijekom 2002. godine u 2003. bilježimo manji rast brojnosti visibabe, ljekovitog plućnjaka, dvolisnog procjepka što možemo objasniti povoljnim uvjetima vlage zbog velikih količina snijega.

Na postajama P1 i P2 stalno su prisutne visibabe, dvolisnog procjepka i čvrste šupaljke kojima očito odgovara manja kiselost (pH 6), dok bijela šumarica, bijeli šafran preferiraju kiselije tlo (pH 4,5) kakvo je na postaji P3.

Čini se da je pH vrijednost čimbenik koji utječe na bitno drukčiji sastav proljetnica na postaji P3 gdje smo zabilježili šest vrsta i to čvrstu šupaljku, žuto baloče, bijeli šafran, bijelu šumaricu i slabo zastupljenu visibabu. U odnosu na podatke iz 1998. godine zabilježili smo rast brojnosti čvrste šupaljke i bijele šumarice dok brojnost svih ostalih vrsta pada. Kod bijelog šafrana te kod visibabe vidi se manji rast ove godine što smo primjetili i kod nekih vrsta na P1 i P2 ,a možemo objasniti povoljnim uvjetima vlage zbog velikih količina snijega. Kod svih praćenih vrsta također se može primjetiti da je 2003. godine period cvatnje nekoliko tjedana kasnije u odnosu na nekoliko predhodnih praćenih godina vjerojatno zbog dugotrajnijih nižih temperatura.

Ni na jednoj od postaja nismo zabilježili pojavu pasjeg zuba (*Erythronium dens-canis* L.), jetrenke (*Hepatica nobilis* Schreb.), proljetnog šafrana (*Crocus neapolitanus* (Ker-Gawl)Mord.et Lois.) i volujskog oka (*Hecquetia epipactis* (Scop)DC), koji se spominju u literaturi kao karakteristični za ovu zajednicu [3].

ZAKLJUČAK

Kako u literaturi nisu zabilježeni podaci o zastupljenosti i brojnosti proljetnica na području donjeg Međimurja nije moguće uspoređivati rezultate drugih autora. Prikupljeni podaci istraživanjem u šumskoj zajednici hrasta lužnjaka i običnog graba (as. *Carpino betuli-Quercetum roboris* Rauš 1969.) u proljeće 1998., 2002. i 2003. godine dovode do sljedećih zaključaka:

- Tijekom istraživanja zabilježeno je ukupno devet vrsta proljetnica
- Unutar šumske zajednice hrasta lužnjaka i običnog graba u donjem Međimurju uočavamo velike razlike u zastupljenosti i brojnosti proljetnica što ovisi o nizu abiotičkih čimbenika (pH, vlaga, temperatura).
- U vrlo kratkom vremenu značajno se mijenja zastupljenost proljetnica i dok promjene uvjeta kod većine dovode do pada brojnosti pa i potpunog nestanka nekih vrsta, žuta i bijela šumarica te šupaljka pokazuju rast brojnosti.
- Samo kontinuirano praćenje i prikupljanje podataka može nam pomoći u razumijevanju svih promjena među proljetnicama u šumskoj zajednici hrasta lužnjaka i običnog graba.

Literatura:

[1] 24. lipnja 2014. URL:

<http://iucn.org/about/union/secretariat/offices/europe/resources/country_focus/croatia/>

[2] Radović J. *Pregled stanja biološke i krajobrazne raznolikosti Hrvatske str. 15-21, 39-47* (Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, Zagreb, 1999).

[3] Nikolić T., Topić J. *Crvena knjiga vaskularne flore Republike Hrvatske, Kategorije EX, RE, CR, EN i VU str. 8-67, 205-206, 440-441* (Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 2005).

[4] Jelenić S. i drugi autori. *Biologija 4: Genetika-ekologija-evolucija*, str. 235-236 (Profil International, Zagreb, 2004).

[5] Gračanin, M. Ilijanić, Lj. *Uvod u ekologiju bilja* (Školska knjiga, Zagreb, 1977).

[6] Hršak, V., Šegulja, N. *Priručnik za fitocenološka i ekološka istraživanja vegetacije* (Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb, 1988).

[7] Šilić, Č. *Šumske zeljaste biljke* (Školska knjiga, Zagreb, 1977).

[8] Domac, R. *Flora Hrvatske* (Školska knjiga, Zagreb, 1994).

[9] Magdefrau, K., Ehrendorfer, F. *Botanika. Sistematika, evolucija i geobotanika* (Školska knjiga, Zagreb, 1997).

ORHIDEJE PRIMOŠTENSKO-ROGOZNIČKOG KRAJA

Sandra Lacić

OŠ Brodarica, Šibenik

Gaminjak, 22010 Brodarica

Sažetak

U globalnom procesu smanjenja biološke raznolikosti uočava se smanjenje populacije nekih endemskih vrsta orhideja koje zauzimaju veoma male areale. U ovom istraživanju željeli smo upoznati vrste roda *Ophrys* koje su stanovnici južnog dijela Šibensko-kninske županije, područje Primoštena i Rogoznice i moguće uzroke njihovog smanjenja. Zbog nedostatka ranijih podataka proveli smo anketiranje lokalnog pučanstva. Iz dobivenih rezultata uočili smo da su vrste roda *Ophrys* u opadanju, danas se pojavljuju samo sporadično. Razlog za to možemo tražiti u intenzifikaciji poljoprivrede zadnjih 10-15 godina kao i u korištenju agresivnih herbicida i umjetnih gnojiva.

UVOD

Orhideje su biljke koje pripadaju odjelu sjemenjača (*Spermatophyta*), a unutar njega pododjelu jednosupnica (*Monocotyledones*) i porodici kaćuna (*Orchidaceae*). Porodica kaćuna, prema djelu Flora Europaea, broji 35 rodova, a najveći broj vrsta pripada rodovima *Orchis* i *Ophrys*.

Hrvatska se ubraja među pet europskih zemalja s najbogatijom orhidejskom florom. Tako veliki broj vrsta govori o osobitoj stanišnoj raznolikosti Hrvatske, male zemlje po svojoj površini, ali i o pojavi endemizama koji zasad obuhvaća 14 vrsta, od čega je 6 endema, a ostalo su subendemi. Najviše tih vrsta nalazi se u Dalmaciji i na srednjodalmatinskim otocima. Većina ih pripada europskom i vrstama bogatom rodu kokica, *Ophrys* [5]. Samo u izuzetnim slučajevima orhideje su bile predmetom posebnog istraživanja [4,6].

Kako je većina primorskih vrsta iz porodice kaćuna registrirana u Crvenoj knjizi biljnih vrsta Republike Hrvatske, cilj ovog rada bio je upoznati vrste roda *Ophrys* koje su stanovnici južnog dijela Šibensko-kninske županije, područje Primoštena i Rogoznice, i moguće uzroke njihovog smanjenja. Poznavanje građe cvijeta porodice kaćuna je neophodno kako bi sa sigurnošću mogli determinirati pojedine vrste.

Istraživanje o orhidejama, prije gotovo pet godina, vršila sam a zajedno s par učenika Ekološke skupine koju sam tada vodila u svojoj školi. Rezultati tog istraživanja trebali su nam poslužiti kao mini projekt kojim bi se prezentirali na natjecanju iz biologije. Zbog objektivnih razloga, ovaj rad završen je tek sad.

METODE

Istraživanje orhideja obavljeno je tijekom 1999. i 2000. godine. U tu svrhu istražena su dva lokaliteta; područje Primoštena i jedan u okolici Rogoznice.

2004. godine anketirala sam lokalno pučanstvo, uglavnom ljude koji se bave poljoprivredom (50 ispitanika) različite kronološke dobi (50-80 godina). Postavila sam pitanja o vrstama orhideja (uz predočavanje fotografije), brojnosti te vrste u zadnjih 10 godina te o vrstama pesticida i umjetnih gnojiva koja su se koristila nekad i danas, prvenstveno u maslinarstvu.

Anketna pitanja ispisala sam na list papira te sam tijekom razgovora s ispitanicima uz svako pitanje bilježila zadani odgovor ili odgovor što su ga formulirali ispitanici. Pored svakog odgovora bilježila sam njegovu čestinu, zatim sve istovrsne odgovore zbrojila te izrazila relativnim brojem-postotkom.

REZULTATI

Prirodne značajke istraživanog područja

Orhideje rastu na dobro osunčanom vapnenačkom staništu, prorjeđenim i zapuštenim maslinicima i garigu, među smiljem i bušinom, okrenuto jugu, oko 500 metara daleko od morske obali oko 45 metara nadmorske visine. Tlo uvelike prekrivaju lišajevi.

Primoštensko-rogoznički kraj u zemljopisnom je središtu hrvatskog primorja. Spoj je sjevera i juga, kopna i otvorenog mora. Reljef ovog kraja prijelaznih je svojstava između ravnije sjeverne i brdskije srednje Dalmacije. Iako je klima mediteranska, takvo prijelazno obilježje reljefa utječe i na neke prijelazne osobitosti klime; srednja godišnja temperatura iznosi 15.6° C, a godišnja količina oborina 834 mm. Srednji broj hladnih dana relativno je malen [3]. U meteorološkoj praksi kao hladan dan podrazumijeva se dan s $t_{\min} < 0^{\circ} \text{C}$ [9].

Orhideje Primoštensko-rogozničkog kraja

Tijekom 1999. i 2000. godine na dva istraživana lokaliteta utvrđene su ukupno četiri vrste iz roda *Ophrys*, i to:

1. *Ophrys sp.*- Primošten
2. *Ophrys incubacea* - Primošten
3. *Ophrys bertolonii* Moretti 1823 - Primošten
4. *Ophrys flavicans* Visiani 1842- Rogoznica

Slika1.
Ophrys sp.

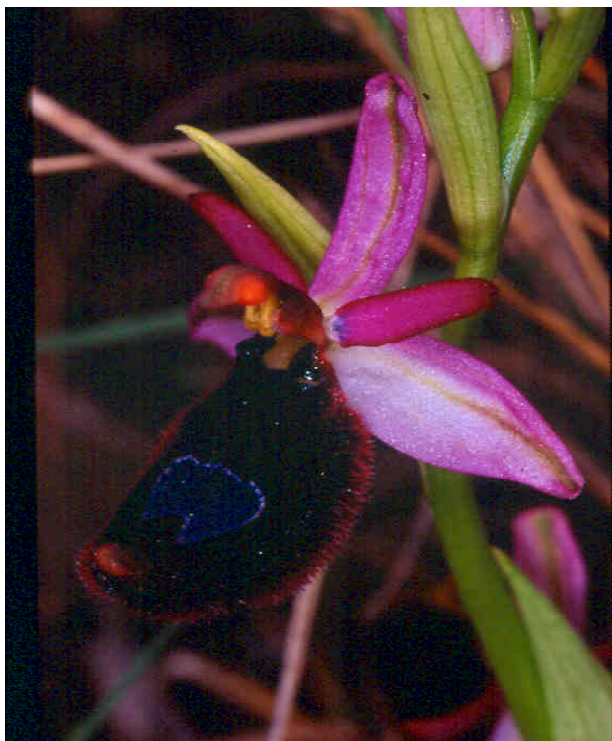


Ova vrsta ima veoma mali cvijet, cvjeta sredinom travnja, zasigurno je bliski rođak *Ophrys tommasinii*, ukoliko to i nije ta vrsta. Problem je što u ovom području rastu tri različite vrste, sve malog cvijeta. Nitko ne zna sa sigurnošću pripadaju li vrsti *Ophrys tommasinii* i nemoguće ih je imenovati prije detaljnijih analiza prethodno spomenute vrste.



Slika 2.
Ophrys incubacea

Ovu vrstu često zovu i *Ophrys atrata*. *Ophrys incubacea* u Hrvatskoj je uobičajena vrsta.

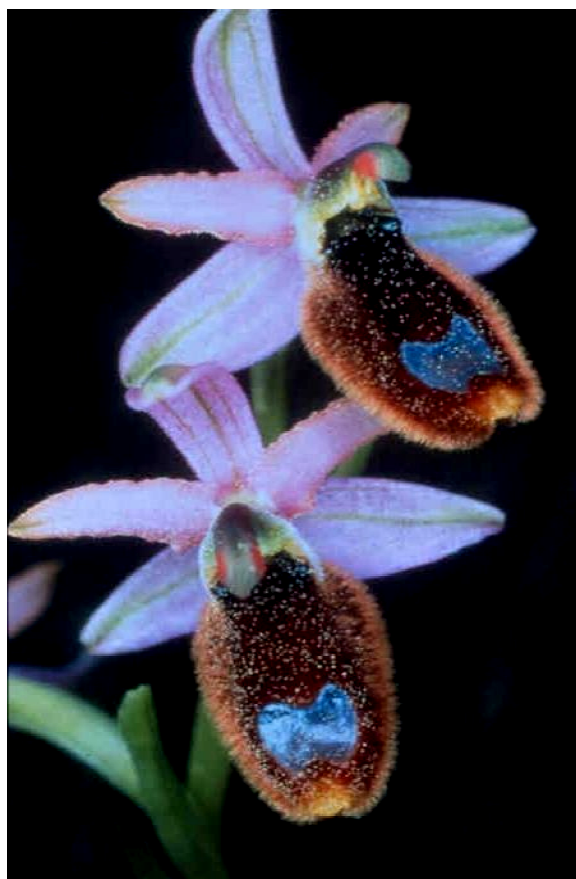


Slika 3.
Ophrys bertolonii
Moretti 1823

Rasprostranjena je u primorskom pojasu od Pule do Dubrovnika, na Grobničkom polju i Velebitu, kao i na otocima Veliki Brijun, Cres, Unije, Lošinj, Rab, Dugi otok, Korčula, Lastovo te poluotok Pelješac.

Lako ju je identificirati po naglašenim otvorima sa strana cvijeta.

Ima status osjetljive vrste. Raste na suhim livadama i travnjacima, u crnogoričnim šumama, maslinicima i makiji na isključivo bazičnom tlu (pH 7.3 - 8.4). Na svim poznatim staništima zastupljena je vitalnim populacijama. Brojnost joj se smanjuje zbog sabiranja i promjena uvjeta na staništu [1,2,6,10,11].



Slika 4.
Ophrys flavicans Visiani 1842

Ophrys flavicans naraste između 10 i 20 centimetara. Premda niska rasta, ubraja se među najočitije vrste naših i europskih orhideja. Ističe se žutocrvenom bojom donje usne i velikim zrcalom te uglavnom crvenoljubičastim ostalim dijelovima ocvijeća. Za razliku od najsličnije *Ophrys bertolinii* Moreti, znatno varira u mnogim tjelesnim obilježjima. Raste s još nekim orhidejskim vrstama u hrpicama po desetak do dvadeset primjeraka, takozvani "orhidejski otoci".

Ova vrsta je najvjerojatnije hibrid između *Ophrys bertolini* i *Ophrys tommasinii*. Slična je s *Ophrys bertolini*, ali cvjeta mnogo ranije, kompletno uvene dok *Ophrys bertolini* otvara prve cvjetove [1,2].

Zauzima posebno mjesto kao srednjodalmatinski endem.

Davne 1842. godine, Šibenčanin Robert Visiani, u svome djelu Flora Dalmatica, bilježi našu prvu endemičnu vrstu među orhidejama [5]. Ova se vrsta spominje i prije, u herbaru A.A. Trogirana kao primjerak pronađen na brdu Brnistovici kod Trogira [8].

Premda je proteklo mnogo vremena od njezina otkrića, ta vrsta nije ni do danas dostatno proučena s obzirom na veličinu svoje populacije i na rasprostranjenost, ali i s obzirom na stupanj variranja te na odnos prema drugim sintopičkim i vegetacijski sinkronim vrstama orhideja [5].

U prirodnim uvjetima moguće je, iako poprilično rijetko, pronaći nekoliko slučajnih hibrida. Njihovo postojanje proizlazi iz činjenice da su oni jednostavno rezultat grešaka insekata koji vrše oprašivanje. Griješe slijećući na cvijet orhideje koji je za njih seksualno neprivlačan. Kada oprašuje *Euophrys* pčela uvodi svoju glavu u šupljinu cvijeta, dok oprašivač *Pseudophrysa* u šupljinu cvijeta stavlja donji dio abdomena.

Osim što su rijetki, prirodni hibridi su u većini slučajeva sterilni. Iznimku čine fertilni hibridi i kada se takav hibrid prilagodi određenom staništu, tijekom godina na tom mjestu nastane čitava populacija. Rijetka pojava hibrida dokazuje učinkovitost mehanizama izolacije, odnosno, nastajanje novih vrsta orhideja.

Slične nedoumice postojale su i s vrstama roda *Vanillia* (porodica *Orchidaceae*). Elektroforezom sedam polimorfni enzima triju primjeraka, ustanovljeno je da su dva primjerka zasebne vrste, a treći primjerak hibrid je prvih dviju [6]. Takva istraživanja tek se očekuju za naše predstavnike roda *Ophrys*.

Prema provedenoj anketi zaključujem da su vrste roda *Ophrys* u opadanju, danas se pojavljuju samo sporadično. Razlog za to možemo tražiti u intenzifikaciji poljoprivrede zadnjih 10-15 godina kao i u korištenju agresivnih herbicida i umjetnih gnojiva. Poljoprivrednici, posebno oni koji se bave maslinarstvom, koriste gnojiva sljedećih tržišnih naziva: dušična-UREA 46% N, KAN 27%N te kompleksna NPK 7-20-30 i NPK 15-15-15. Poznato je da se njihovom prekomjernom uporabom uništava živi svijet i osiromašuje tlo.

Za suzbijanje korova do 1990. godine najčešće se koristi sredstvo pod nazivom RADAZIN- herbicid samo za širokolisne biljke i to RADAZIN EXTRA, T-50 i WP-50. Danas se uglavnom primjenjuje vrlo agresivni CIDOKOR- neselektivni translokacijsko- sistematični herbicid za suzivanje višegodišnjih korova (iz tehničkih razloga 2002. godine naziv se mijenja u HERBIKOR).

DISKUSIJA

Značajno je endemično središte hrvatske flore osim planina Velebita i Biokova još i područje Dalmacije i srednjodalmatinskih otoka. Čitav niz ekoloških činitelja u geološkoj prošlosti i u sadašnjosti, u skupnom djelovanju osobitih za ove hrvatske prostore, uvjetovali su i nastanak i održavanje niza takvih vrsta i među našim samoniklim orhidejama, kaćunima ili kaćunovicama.

Područje Dalmacije i pripadajućih otoka može biti u botaničkom i korološkom pogledu i u pogledu pojave endema među našim orhidejama od posebne važnosti. Istraživanje hrvatskih orhideja višestruko potvrđuje takve pretpostavke. Endemične vrste hrvatskih orhideja su lokalno raspoređene i veoma rijetke [5].

Vrste opisane u ovom radu zahtjevaju otvorenije površine u maslinicima, često jače izložene suncu. Primjetila sam kako u onim djelovima maslinika koji se obrađuju ove vrste nedostaju. Veliki broj opisanih vrsta orhideja, prema Crvenoj knjizi biljnih vrsta Republike Hrvatske, ima status ugroženih i osjetljivih svojti hrvatske flore.

Istraženo područje broji 4 vrste od ukupnog broja vrsta iz porodice *Orchidacea*. Jedan od zadataka mogao bi biti upoznavanje lokalnog stanovništva o značenju tih vrsta u našoj flori, te tako doprinjeti očuvanju bioraznolikosti. Brojnost tih vrsta se smanjuje zbog sabiranja te zbog mogućih promjena na staništima. To su većinom zoofilne vrste s mnogo sićušnih sjemenki koje klijaju jedino ako u njima nastane endotrofna mikoriza. Preporuka je zaštititi ove vrste temeljem Zakona o zaštiti prirode na svim prirodnim nalazištima.

Literatura

- [1] Delforge, P. Le groupe d'*Ophrys bertolonii* Moretti. Colloque Orchidees d'Europe. *Mem. Soc. Roy. Bot. Belg.* **11**, 7-29 (1989).
- [2] Delforge, P., Devillers-Terschuren, J.&P. E groupe d'*Ophrys bertolonii* en Provence et an Languedoc. *Natural. belges* **70** (Orchid.3), 73-84 (1989).
- [3] Friganović, M.A. *Primoštensko-rogoznički kraj (zemljopisno- emografska skica) str. 10-24* (Ogranak Matice hrvatske u Primoštenu, 1997).
- [4] Hellmayer, C.E. Notes sur quelques Orchidees de l' Adriatique. *Candolle* **8**, 151-172 (1939-1941).
- [5] Kranjčev, R. Neke endemične svojte hrvatskih orhideja. *Priroda* **873**, 39-44 (2000).
- [6] Loschl, E. Orchideen der jugoslawischen Adriakuste. *Die Orchidee* **2**, 71-73 (1971).
- [7] Nielsen Rostgaard, L., Siegismund Redlef, H. Interspecific differentiation and hybridization in *Vanilla* species (Orchidaceae). *Nature* **583**, 560-567 (1999).

-
- [8] Šilović, R.S. *Herbar Andrije Andrića Trogirana* str. 19-21 (Spljet, 1914).
- [9] Šegota, T. *Klimatologija za geografe* str. 69-74. (Školska knjiga, Zagreb, 1988).
- [10] Šugar, I. *Crvena knjiga biljnih vrsta Republike Hrvatske* str. 522 (Ministarstvo graditeljstva zaštite okoliša, 1994).
- [11] Trinajstić, I. Pregled flore otoka Lastova. *Acta Bot. Croat.* **38**,167- 186 (1979).

**KRITIČNA GRANICA ZA PERIOD ROTACIJE
HOMOGENIH SVEMIRSKIH TIJELA**

Vlado Halusek

OSNOVNA ŠKOLA KLOŠTAR PODRAVSKI, KLOŠTAR PODRAVSKI

1. svibnja 50. Kloštar Podravski

e-mail: Vlado.Halusek@public.srce.hr

Seminar je održan 2004 godine, a zadnja verzija rada korigirana na temelju recenzije je pristigla u svibnju 2007

Sažetak

U radu se razmatraju neka fizička svojstva planeta na temelju izračunatog omjera gravitacijske i centrifugalne sile unutar homogenog tijela. Iz tog omjera je određena kritična granica za period rotacije svemirskih tijela koja ovisi samo o gustoći tog tijela. Uspoređivanjem perioda rotacije svakog planeta Sunčeva sustava sa kritičnim periodom rotacije postavljaju se nove hipoteze koje bi trebalo dalje istražiti.

UVOD

O postanku planeta i njihovih satelita postoje razne hipoteze [1, 2], ali nijedna od njih nije potpuna, nijedna ne rješava sve nepoznanice. Zbog toga su važni doprinosi koji mogu upotpuniti postojeće teorije. U tu svrhu se promatra odnos gravitacijske i centrifugalne sile unutar svemirskog tijela.

Gravitacijska sila na točkastu masu m unutar homogenog kuglastog svemirskog tijela na udaljenosti r od centra iznosi

$$F_g = \frac{4\pi G \rho m r}{3} \quad (1)$$

gdje je G opća gravitacijska konstanta ($6.672 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$) i ρ gustoća tijela.

Zbog rotacije tijela na istu masu djeluje centrifugalna inercijalna sila iznosa

$$F_c = \frac{4\pi^2 m r}{T^2} \quad (2)$$

gdje je T period rotacije.

S obzirom da centrifugalna sila djeluje u suprotnom smjeru od

gravitacijske, to gravitacijska sila mora biti veća od centrifugalne da bi svemirsko tijelo bilo stabilno. Pri tome isključujemo druge oblike sila, npr. kohezionu. Ovaj rad istražuje kritičnu granicu za centrifugalnu silu pri kojoj tijelo postaje nestabilno.

REZULTATI

Omjer gravitacijske (1) i centrifugalne sile (2) unutar homogenog tijela postaje

$$\frac{F_g}{F_c} = \frac{G\rho}{\frac{\pi}{T^2}} \quad (3)$$

Uvjet stabilnosti tijela je $F_g > F_c$, a kritična granica je u slučaju $F_g = F_c$, odnosno

$$\frac{F_g}{F_c} = 1 \quad (4)$$

Iz relacije (4) i (3) slijedi

$$\frac{G\rho}{\frac{\pi}{T^2}}, \quad (5)$$

odnosno

$$T = \sqrt{3\pi/G\rho}^{-1/2} \quad (6)$$

U izrazu (6) veličina $(3\pi / G)^{1/2}$ je konstanta pa nalazimo

$$T = k\rho^{-1/2} \quad (7)$$

gdje je $k = 375\,843,93 \text{ s kg}^{1/2} \text{ m}^{-3/2}$.

Vidimo da kritična granica za period rotacije svemirskih tijela ovisi samo o gustoći tijela, a za stabilnost tijela vrijedi uvjet

$$T > k\rho^{-1/2}$$

Iz izraza (7) također se nalazi kritična gustoća svemirskih tijela

$$\rho = k^2/T^2 \quad (8)$$

kao i uvjet stabilnosti tijela

$$\rho > k^2/T^2.$$

Na temelju polučenih izraza načinjena je tablica omjera stvarnog i kritičnog perioda rotacije za planete Sunčevog sustava (tablica 1.).

Tablica 1.

Omjer stvarnog i kritičnog perioda rotacije za planete Sunčevog sustava.

PLANET	$\rho / \text{kg m}^{-3}$	T / d	T_{kr} / d	T / T_{kr}
Merkur	5430	58.646	0.0590	994
Venera	5240	243.02	0.0600	4050
Zemlja	5515	0.997	0.0586	17
Mars	3940	1.026	0.0693	15
Jupiter	1330	0.413	0.1193	3.5
Saturn	690	0.446	0.1656	2.7
Uran	1260	0.721	0.1225	5.9
Neptun	1640	0.669	0.1074	6.2

ρ je gustoća planeta, T period rotacije planeta oko svoje osi izražen u danima i T_{kr} kritičan period rotacije prema relaciji (7) izražen u danima.

Vidimo da terestrički planeti imaju mnogostruko veću vrijednost omjera gravitacijske i centrifugalne inercijalne sile od jovijanskih planeta. Prema tome terestrički planeti su mnogo stabilniji od jovijanskih pri čemu je najstabilnija Venera, a najnestabilniji Mars. Od jovijanskih planeta najstabilniji je Neptun, a najnestabilniji Saturn.

DISKUSIJA

Fizička svojstva planeta Sunčevog sustava kao masa, gustoća i period rotacije su poznata i općeprihvaćena [1, 3,], ali se i dalje vrše istraživanja za poboljšanje rezultata [4]. Također se istražuje unutrašnjost planeta [5, 6] da bi se bolje shvatile pojave kao vulkani i slično. Tako je uočeno da se unutrašnji slojevi Saturna gibaju različito od vanjskih slojeva zbog čega podatak za brzinu rotacije Saturna nije siguran [7].

U ovom radu se povezuje gravitacijska sila unutar homogenog tijela i centrifugalna inercijalna sila koja ovisi o rotaciji tijela. Upotreba izraza za gravitacijsku silu unutar homogenog tijela ima prednost u tome da je proporcionalan s radijusom kao i izraz za centrifugalnu silu pa omjer tih sila ne ovisi ni o masi ni o radijusu. Prema relaciji (7), kritična granica za period rotacije svemirskih tijela ovisi samo o gustoći tijela. Iako je relacija izvedena za homogeno tijelo može se primijeniti na bilo koje svemirsko tijelo u blizini njegove površine. Pri tome za gustoću u početnom izrazu (1) uzima se

srednja gustoća tijela, a sila poprima maksimalnu vrijednost jednaku iznosu gravitacijske sile (F) na površini tijela:

$$F = GMm / r^2.$$

Znanje o rotaciji planeta stalno se proširuje kombinacijom povijesnih i suvremenih podataka [8]. Tako najnovija mjerenja pokazuju da je 2006. godine Saturnov dan bio šest do osam minuta dulji u odnosu na mjerenja Voyagerove misije 1980. godine [7]. Kritična granica rotacije uglavnom je relevantna za asteroide asimetričnih oblika. Na njih djeluje YORP efekt (Yarkovski-O'Keefe-Radzievskii-Paddack) koji može uzrokovati akceleraciju rotacije. YORP efekt nastaje anizotropnom refleksijom i termalnom reemisijom sunčeve svjetlosti od površine asteroida što djeluje kao motor koji uzrokuje promjenu spina. Za asteroid 1862 Apollo izmjerena je promjena perioda rotacije $dP / dT = (- 1.2 \pm 0.3) \cdot 10^{-6} \text{ h god}^{-1}$ [9]. Akceleracija perioda rotacije može dovesti do kritične granice rotacije odnosno do rotacijskog raspada tijela, «rotational bursting» [10]. Ovaj rad razmatra stabilnost planeta sunčeva sustava u odnosu na tu kritičnu granicu rotacije.

Relacije (7) i (8), iako jednostavne, mogu dovesti do boljeg shvaćanja nekih fizičkih svojstava svemirskih tijela kao i njihova nastanka, bilo u Sunčevom sustavu ili u drugim planetarnim sustavima [1, 2, 3, 11, 12]. Tako se na temelju tablice 1. može postaviti nova hipoteza vezana uz mogućnost izbacivanja materije iz svemirskog tijela. Hipoteza se sastoji u tome da je nestabilnijim tijelima lakše izbacivati materiju iz svoje unutrašnjosti, bilo u obliku vulkana ili nekih drugih mehanizama. Prema tome, teže izbacuju materiju iz svoje unutrašnjosti terestrički planeti, a mnogo lakše jovijanski. Pritom najteže izbacuje materiju Venera, a najlakše Saturn. U skladu s tim može se postaviti daljnja hipoteza da prsteni jovijanskih planeta potiču od izbacivanja materije iz unutrašnjosti matičnog planeta.

Iako su to samo hipoteze koje bi trebalo daljnjim istraživanjima potvrditi, što prelazi okvire ove radnje, ipak se mogu povezati s nekim poznatim znanstvenim činjenicama. Tako je za Saturn poznato da je zbog brze rotacije diska plazme centrifugalna sila u blizini satelita Enceladus manja od Saturnove gravitacijske sile [13]. Enceladus se nalazi na 3.95 Saturnovih radijusa. Nadalje, najviši vulkan Sunčevog sustava je otkriven na Marsu koji prema ovim hipotezama najlakše izbacuje materiju među terestričkim planetima. S druge strane, Venera ima najniže vulkane, a najteže izbacuje materiju. Također je dokazano da je materija Saturnovih i Jupiterovih prstena mlađa od samih planeta [14]. Poznate teorije za Saturnove prstene to objašnjavaju raspadom nekog satelita koji je došao preblizu matičnom planetu i ušao unutar Rocheove granice pri kojoj se satelit raspada zbog gravitacijske sile matičnog planeta [1]. Za Jupiterov prsten se smatra da bi mogao nastati od raznih međuplanetarnih otpadaka ili od vulkana njegovog satelita Io [14]. Saturnov satelit Enceladus također

izbacuje vodenu paru i čestice leda u orbitu oko Saturna [13]. Ipak svi autori napominju da postoje druge mogućnosti nastanka tih prstena. Zbog toga su i postavljene ove hipoteze koje nemaju dokazanu znanstvenu podlogu, ali mogu usmjeriti daljnja razmišljanja u nekom drugom smjeru od postojećih teorija. To može dovesti do čvršćih teorija o nastanku planetarnih prstena.

Iako ovaj rad sadrži dosta hipoteza, osnovna ideja da odnos gravitacijske i centrifugalne sile utječe na stabilnost svemirskih tijela potvrđuje se najnovijim istraživanjima. Tako je potvrđen i izmjeren YORP efekt [9] koji može dovesti do rotacijskog raspada tijela [10], pronađena su područja u kojima je centrifugalna sila veća od gravitacijske sile matičnog planeta [13] te je potvrđena mogućnost izbacivanja materije satelita u orbitu matičnih planeta [13].

ZAHVALA

Zahvaljujem se D. Juretiću za pomoć i kritički osvrt, a naročito za brzu dostupnost najnovijim znanstvenim radovima.

Literatura:

- [1] McNab D., Younger J. *The Planets* (Yale University Press, 1999).
- [2] Taylor, S.R. *Solar System Evolution: A New perspective* (Cambridge University Press, 1992).
- [3] Murray, B. *Journey Into Space: The first Thirty Years of Space Exploration* (Norton, 1990).
- [4] A Milani et al. Gravity field and rotation state of Mercury from the BepiColombo Radio Science Experiments, *Planetary and Space Science* **49**, 1579-1596 (2001).
- [5] Magni, G, and Coradini, A. Formation of Jupiter by nucleated instability, *Planetary and Space Science* **52**, 343-360 (2004).
- [6] Dragoni, M. and Piombo A. A model for the formation of wrinkle ridges in volcanic plains on Venus, *Physics of The Earth and Planetary Interiors* **135**, 161-171 (2003).
- [7] Bagenal, F. A New Spin on Saturn's Rotation, *Science* **316**, 380-381 (2007).
- [8] Hughes, D.W. Planetary spin, *Planetary and Space Science* **51**, 517-523 (2003).
- [9] Kaasalainen, M. et al. Acceleration of the rotation of asteroid 1862 Apollo by radiation torques, *Nature* **446**, 420-422 (2007).
- [10] Botke, W.F. Spun in the sun, *Science* **316**, 382-383 (2007).
- [11] Chambers, J.E. Planetary accretion in the inner Solar System, *Earth and Planetary Science Letters* **223**, 241-252 (2004).
- [12] Littman, M. *Planets Beyond: Discovering the Outer Solar System*, (John Wiley & Sons, 1998).
- [13] D. A. Gurnett et al. The Variable Rotation Period of the Inner Region of Saturn's Plasma Disk, *Science* **316**, 442-445 (2007).
- [14] Fix, J.D. *Astronomy: Journey to the cosmic frontier* (McGraw-Hill, New York, 2001).

NAJSLABIJE ODREĐENE FIZIKALNE KONSTANTE

Sanja Martinko
OŠ Tituša Brezovačkog
Špansko 1
10090 Zagreb

Sažetak

Fizikalne konstante sadrže u sebi određenu nepreciznost. Cilj istraživanja je izdvojiti pet najslabije određenih i pokušati utvrditi zašto je tome tako. Metodom usporedbe objavljenih odgovarajućih relativnih nepreciznosti, najveće odstupanje od svoje brojčane vrijednosti pokazuju redom slijedeće konstante: konstanta jakog vezanja, masa W^\pm bozona, kut slabog miješanja, gravitacijska konstanta G i masa Z^0 bozona. Točnije vrijednosti fizikalnih konstanti najčešće nije moguće postići izravnim mjerenjima. One su često rezultat niza eksperimentalnih opažanja, ali i teorijski temeljenih predviđanja.

UVOD

Fizikalne konstante su veličine čija je numerička vrijednost stalna. Za razliku od matematičkih konstanti, fizikalne u sebi sadrže i fizikalno mjerenje. Mjereni rezultat je potpun ako je uz njega navedena i nepreciznost koju sadrži. Objavljene relativne nepreciznosti mogu poslužiti za usporedbu točnosti s kojom su određene fizikalne konstante [1]. Navođenje nepreciznosti u prvom je redu potrebno kako bi se moglo procijeniti da li je neki rezultat odgovarajući svrsi kojoj je namijenjen odnosno podudara li se s drugim sličnim rezultatima [2]. Pouzdana procjena nepreciznosti fizikalnih konstanti potrebna je zbog:

- (a) usporedbe preciznosti različitih mjerenja iste veličine;
- (b) određivanja točnosti drugih veličina koje proizlaze iz njih;
- (c) procjene konzistentnosti fizikalnih teorija sa trenutnim najboljim Mjerenjima [3].

Nepreciznost rezultata mjerenja općenito se sastoji od nekoliko komponenti, a koje se mogu grupirati u dvije kategorije [2]. već prema tome kako je njihova numerička vrijednost bila procijenjena. U tom smislu razlikujemo nepreciznosti tipa A, procijenjene statističkom analizom neobjašnjivih varijabilnosti u mjerenjima, te one tipa B, čija se procjena obično temelji na znanstvenoj prosudbi svih relevantnih i dostupnih informacija poput prijašnjih rezultata mjerenja, poznavanja ponašanja i svojstava korištenih materijala i instrumenata, specifikacija proizvođača, nepreciznosti navedenih u literaturi i slično. Ipak za procjenu svakog mjerenja korisnije je kombinirati obje, a nepreciznost iskazati kao jednu zajedničku, kojoj obje pridonose. Razmatranjem jednostavnog pokusa [4], poput određivanja

vremena potrebnog da lopta padne s visine od jednog metra, srednja vrijednost uzorka od n nezavisnih mjerenja određuje se iz izraza

$$\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i, \quad (1)$$

gdje su t_1, t_2, \dots, t_n izmjerena vremena. Standardno odstupanje (σ) opisuje širinu distribucije dobivenih mjerenja, a računa se kao prosjek kvadrata razlika mjerenih rezultata i dobivene srednje vrijednosti

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{t} - t_i)^2}{n-1}}, \quad (2)$$

S ciljem određivanja nepreciznosti srednje vrijednosti vremena \bar{t} koristi se izraz

$$U = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

gdje U još nazivamo i standardnom nepreciznošću. Ako je broj izvedenih mjerenja dovoljno velik, standardna nepreciznost je znatno manja od nepreciznosti svakog pojedinog mjerenja. Uobičajeno je mjerenu veličinu zapisati uz navođenje intervala u koji se ona pouzdano može smjestiti. Veličina intervala pouzdanosti određena je iznosom standardne nepreciznosti U

$$t = \bar{t} \pm U, \quad (4)$$

Uz uvjet da je distribucija vjerojatnosti približno normalna odnosno Gaussova, očekuje se da će interval pouzdanosti sadržavati oko 68% te distribucije. Tako će u pokusu mjerenja vremena, pod pretpostavkom da ih je izvedeno dvjesto, srednja vrijednost uzorka biti $\bar{t} = 0.497\text{s}$, a srednje odstupanje će biti $\sigma = 0.03\text{s}$. Standardna nepreciznost iznositi će $U = 0.03/\sqrt{200} \approx 0.002\text{s}$, što se onda zapisuje u obliku $t = 0.497 \pm 0.002\text{s}$. Relativna standardna nepreciznost rezultata mjerenja dobije se dijeljenjem standardne nepreciznosti sa srednjom vrijednošću veličine koju mjerimo

$$U_r = \frac{U}{\bar{t}} \quad (5)$$

Tako za mjereno vrijeme koje ima prosječnu vrijednost $0.497 \pm 0.002\text{s}$, relativna se nepreciznost računa kao omjer $U_r = \frac{0.002\text{s}}{0.497\text{s}}$ i iznosi 4×10^{-3} .

Važna pretpostavka prethodne diskusije je da su sva provedena mjerenja jednako pouzdana. U suprotnom moraju se koristiti složenije tehnike obrade podataka.

Čest je slučaj da se fizikalne veličine ne mogu direktno mjeriti iz pokusa, već ih se računa iz prethodno izmjerenih drugih veličina. Nadovezujući se na

pokus s loptom koja pada, moguće je odrediti akceleraciju g gravitacijske sile. Ona se računa iz izraza

$$g = 2yt^{-2}, \quad (6)$$

gdje je y visina s koje lopta pada, a t vrijeme potrebno da ona padne. Pod pretpostavkom da su poznate nepreciznosti mjerenja veličina y i t , ali i iz uvjeta da se konstanta g može prikazati u obliku umnoška tih dviju mjerenih veličina, relativna nepreciznost gravitacijske akceleracije $\frac{\delta g}{g}$ može se prikazati kao korijen zbroja kvadrata svih pojedinačnih doprinosa

$$\frac{\delta g}{g} = \sqrt{\left(\frac{m\delta y}{y}\right)^2 + \left(\frac{n\delta t}{t}\right)^2}, \quad (7)$$

gdje su δg , δy i δt odgovarajuće standardne nepreciznosti, koje se još nazivaju i apsolutne nepreciznosti, m potencija veličine y , a n potencija veličine t u izrazu (6). Tako će izmjerene vrijednosti [4] za visinu $y=(1.010\pm 0.014)\text{m}$ i vrijeme $t=(0.454\pm 0.008)\text{s}$ s izraženim nepreciznostima dati svaka svoj doprinos relativnoj nepreciznosti konstante $g: \frac{\delta g}{g} = \sqrt{\left(\frac{0.014}{1.01}\right)^2 + \left(\frac{(-2)\cdot 0.008}{0.454}\right)^2} = 0.038 \approx 0.04$. Najpreciznija vrijednost konstante g dobije se uvrštavanjem srednjih vrijednosti veličina y i t u izraz (6), koja onda iznosi $g=9.80\text{m/s}^2$. Tada slijedi da je njena apsolutna nepreciznost $\delta g=0.038\cdot g=0.37\text{m/s}^2$. Iz svega navedenog može se vrijednost gravitacijske akceleracije zapisati kao $g=9.80\pm 0.37 \text{ m/s}^2$.

Cilj istraživanja je izdvojiti pet konstanti s najslabijom određenošću. Budući se uz svaku konstantu na listi [1] njihovih trenutno preporučenih vrijednosti navode i pojedinačne relativne nepreciznosti, one mogu poslužiti kao kriterij usporedbe. Prednost takve metode je i u tome što su relativne nepreciznosti izražene isključivo bročanim vrijednostima, a što onda omogućuje lakšu usporedbu među potpuno različitim fizikalnim konstantama.

METODE

Metodom Internetskog pretraživanja pronađeni su članci potrebni za izradu ovog seminarskog rada.

REZULTATI

Koristeći se podacima za vrijednost fizikalnih konstanti s interneta [1] te uspoređujući njihove relativne nepreciznosti, dobiva se pet konstanti s

najslabijom određenošću, a to su: konstanta jakog vezanja, masa W^\pm bozona, kut slabog miješanja, gravitacijska konstanta i masa Z^0 bozona (tablica 1.).

Tablica 1.

Fizikalne konstante s najvećom relativnom nepreciznošću (podaci objavljeni 1993. godine)

Fizikalna konstanta	Simbol	Vrijednost	Relativna nepreciznost
Konstanta jakog vezanja	$\alpha_s(m_z)$	0.117(5)	4.3×10^{-2}
Masa W^\pm bozona	m_w	80.22(26) GeV/c ²	3.2×10^{-3}
Kut slabog miješanja	$\sin^2 \hat{\theta}(M_z)$	0.2319(5)	2.2×10^{-3}
Gravitacijska konstanta	G_N	$6.67259(85) \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$	1.28×10^{-4}
Masa Z^0 bozona	m_z	91.187(7) GeV/c ²	7.7×10^{-5}

DISKUSIJA

Mjerenje gravitacijske konstante otežano je zbog činjenice da je gravitacija daleko najslabija od sve četiri fundamentalne sile, ali i zbog nemogućnosti zaštite eksperimenta od gravitacijskog utjecaja iz okoline [5]. Godine 1998. objavljena lista [6] usklađenih vrijednosti fizikalnih konstanti pokazala je porast njene relativne nepreciznosti sa prijašnjih 1.28×10^{-4} na vrijednost od čak 1.5×10^{-3} . Već 2002. godine tijekom ponovnog usklađivanja, novi precizni i krajnje uvjerljivi rezultati mjerenja gravitacijske konstante dobro su se međusobno podudarali što je za posljedicu imalo napuštanje prijašnjeg proturječnog povećanja [7]. Time je relativna nepreciznost nanovo smanjena i danas iznosi 1.5×10^{-4} , što se slaže s podatkom iz 1993. godine.

Preostale navedene fizikalne konstante vežemo uz fiziku čestica, koja je svoj puni razvoj doživjela tijekom druge polovice 20. stoljeća, a danas je zaokružena standardnim modelom, modernom teorijom koja opisuje međudjelovanja temeljnih čestica prirode. U fizici čestica pojavljuju se različiti elementi nepreciznosti, koji proizlaze iz činjenice da teorija nije konačna i potpuna, ali i iz slučajnih pogrešaka u mjerenju [8]. Analiza podataka obuhvaća mjerenje i procjenjivanje određenih parametara, određivanje nepreciznosti njihove procjene, ali i testiranje dosega u kojem se teorijska predviđanja podudaraju s dobivenim podacima.

Saznanja o česticama dobivena su iz njihova međudjelovanja odnosno preko sila koje djeluju među njima. Za razliku od izravnog Cavendisheva mjerenja gravitacijskog privlačenja između olovnih kugli i Coulombova

mjerenja odbijanja nabijenih kuglica, fizika čestica je upućena na neizravne metode mjerenja, koje pretpostavljaju razvoj prateće tehnologije, u prvom redu konstrukcije odgovarajućih ubrzivača, ali i efikasnijih aparatura sa sudarajućim snopovima čestica. Tako gotovo sve informacije dobivene o česticama potječu iz triju izvora [9]:

- (a) raspršenja čestica na metama odnosno mjerenja energije i kuta otklona raspršene čestice;
- (b) raspada čestica odnosno prepoznavanja ostataka spontanog raspada čestica;
- (c) vezanih stanja odnosno utvrđivanja svojstva objekata složenih od više čestica.

Također je karakteristična pojava da se većina mjerenja može provesti na niz različitih načina, pri čemu kod mjerenih rezultata često dominiraju nepreciznosti proizašle iz teorije, koje nisu statistički mjerljive.

Konstanta jakog vezanja predstavljena je brojčanom vrijednošću, koja govori o jačini međudjelovanja unutar jake nuklearne sile. Ona određuje jačinu vezanja između kvarkova i gluona. Veća je ako su udaljenosti velike, a postaje slabom na malim udaljenostima. Mnogim mjerenjima konstante jakog vezanja dominiraju nepreciznosti proizašle iz teorije [10]. Iskazujući ih brojčano, polazi se od pretpostavke da čine 68% intervala pouzdanosti. Budući nisu statistički mjerljive potrebno ih je interpretirati koristeći Bayesian-ovu statistiku, koja je korisna metoda u fizici visokih energija ali i u svim drugim granama znanosti [11]. Ona zahtijeva znanstvenikovu prosudbu o očekivanoj vrijednosti nekog parametra uz poštovanje fizikalnih načela, a koja se onda uspoređuje s rezultatima dobivenim iz eksperimenta. Na taj način omogućuje se diskusija valjanosti različitih teorijskih interpretacija podataka dobivenih mjerenjima.

Eksperimentalna evidencija W i Z bozona nije bila neposredna, već ju je na vidjelo iznijela tek interpretacija - zakoni očuvanja koji su upravljali procesima i eksperimentalni podaci u naknadnoj analizi. Zato to otkriće i jest stvaralački korak eksperimentalne fizike, slaganje ideje, mjerenja i interpretacije [12]. Vektorski bozoni W^+ , W^- i Z^0 prenosioci nabijene i neutralne struje slabih djelovanja, mogu se proizvesti u hadronskim srazovima ako su energije sučeljavajućih snopova vrlo visoke. Rezultati mjerenja masa bozona W i Z od strane dviju poznatih eksperimentalnih grupa – međunarodne grupe UA1 i UA2 [12] – pokazuju da uz statistički određenu nepreciznost prevladava sustavna neodređenost, koja se javlja zbog energijske rezolucije detekcijskog sustava (tablica 2.).

Tablica 2.

Mase bozona W i Z iz pokusa UA1 i UA2

Bozoni	Masa određena u pokusima (GeV/c ²)	Statistički određena nepreciznost (GeV/c ²)	Sustavna neodređenost (GeV/c ²)
W	83.5	±1.05	±2.7
Z	93.0	±1.4	±3.0

Kut slabog miješanja jedan je od parametara „standardnog modela“. Povezan je s vjerojatnošću međudjelovanja neutrina s materijom, iza kojeg onda ostaje raspršeni neutrino i ostatci mete. Međudjelovanje se opisuje razmjenom čestica, što u ovom slučaju podrazumijeva da je neutrino razmijenio Z bozone sa metom prilikom raspršenja. Kut slabog miješanja može se mjeriti na različite načine. Svaka interakcija u kojoj se razmjenjuju Z bozoni, bit će osjetljiva na ovaj parametar, ali pritom vrste čestica koje međudjeluju, ne utječu na njegovu brojčanu vrijednost. Najveći doprinos nepreciznosti kuta slabog miješanja proizlazi iz uvjeta samog eksperimenta poput polarizacije zrake, pozadinskog odbijanja, korekcija zračenja, ali i procjene energijskih prijenosnih impulsa [13].

Izražavanje nepreciznosti neke fizikalne konstante u pravilu potiče nova mjerenja s ciljem njenog još točnijeg izražavanja. Važan udio u samoj procjeni točnosti mjerenog rezultata ima i znanstvena prosudba, koja također zahtijeva stalan angažman znanstvenika na području kojim se bavi. Očigledan napredak prilikom određivanja sve točnijih vrijednosti fizikalnih konstanti, vidljiv je i po tome što preporučene i objavljene brojčane vrijednosti postaju zastarjele gotovo istog trenutka kad ih se i objavi, a zamjenjuju ih druge uglavnom preciznije vrijednosti.

Literatura:

- [1] Taylor, B.N. *Review of Particle Properties*. 28. Studenog 2005. URL: <<http://pdg.lbl.gov/rpp/book/page1233.html>>
- [2] *The NIST Reference on Constants, Units, and Uncertainty, Uncertainty of Measurement Results*. 28. studenog 2005. URL: <<http://physics.nist.gov/cuu/Uncertainty/international1.html>>
- [3] Henrion M., Fischhoff B. Assessing uncertainty in physical constants. *American Journal of Physics* **54**, 791-798 (1986).
- [4] 26. travnja 2014 URL: <<http://instructor.physics.lsa.umich.edu/int-labs/Statistics.pdf>>
- [5] Moore, J. *Helping „big G“ get back on track*, *PhysicsWorld.com*. 26.

Travnja 2014. URL:

<<http://physicsworld.com/cws/article/news/2001/aug/03/helping-big-g-get-back-on-track>>

[6] Mohr, P.J., Taylor, B.N. CODATA Recommended Values of Fundamental Physical Constants:1998. *Reviews of Modern Physics* **72** (2), 351-495 (2000).

[7] Mohr, P.J., Taylor, B.N. The fundamental physical constants. *Ingenierias* **8**(26), 48-56 (2004).

[8] Cowan, G., Holloway, R. *Introduction to Statistical Methods for High Energy Physics* (CERN Summer Student Lectures, 2005).

[9] Picek, I. *Fizika elementarnih čestica str. 16*. (HINUS, Zagreb, 1997).

[10] Schmelling, M. *Status of Strong Coupling Constant* (XXVIII International Conference on High Energy Physics, Warsaw, 1996).

[11] 26. travnja 2014. URL: <http://www.astro.cornell.edu/staff/loredo/bayes/>>

[12] Petković, T. *Eksperimentalna fizika i spoznajna teorija str. 212-225*. (Školska knjiga, Zagreb, 2005).

[13] *A Precision Measurement of the Weak Mixing Angle in Moller*

Scattering. SLAC-Proposal-E-158. 3. siječnja 2006. URL:

<www.slac.stanford.edu/grp/rd/epac/Proposal/E158.pdf>

DEMONSTRACIJSKI EKSPERIMENTI S NEODIMIJSKIM MAGNETIMA

Darko Suman

Osnovna škola Vladimira Nazora Pazin
Šetalište Pazinske gimnazije 9
52000 Pazin

darko.suman@ri.t-com.hr

Sažetak

Radnja navodi i opisuje neke jednostavne eksperimente kojima se u srednjoj školi mogu demonstrirati magnetska svojstva tvari. Navode se neka novija otkrića i patenti kao što su neodimijski magneti i magnetoreološki fluidi (magnetorheological fluids). Cilj rada je da se nastavni sadržaji u vezi magnetskih svojstva tvari učine zanimljivijim, pristupačnijim i cjelovitijim za učenika.

UVOD

Magnetska svojstva tvari

Magneti – tijela koja i djeca poznaju kao „ono što privlači neke metale, a odbija ili privlači druge magnete“ zanimljivi su svim uzrastima, do određene mjere. Ovim radom predloženo je nekoliko pokusa koji bi učenike drugog razreda srednje škole mogli dodatno motivirati i približiti im nastavne sadržaje.

Za magnetsko djelovanje između tvari zaslužni su električni naboji koji se gibaju. To može biti usmjereno gibanje naboja, npr. električna struja u vodiču strujnog kruga, ali i gibanje **elektrona** u elektronskom omotaču svakog pojedinog atoma. Zbog gibanja elektrona u atomu i zbog vlastitog magnetizma elektrona (spin), atomi i molekule predstavljaju minijaturne magnete [1,2].

U opisanim pokusima korišteni su trajni, neodimijski magneti. Time se, između ostalog, htjelo istaknuti ove vrlo snažne i sve prisutnije, ali široj javnosti ipak malo poznate, magnete. Temeljni izvor ideja za ovaj rad je web stranica www.scitoys.com koja ilustrira djelovanje feromagneteta.

Zbog jake magnetizacije feromagneteta pokazuju izrazito magnetno djelovanje [2,3], a ono se jednim dijelom zadržava i nakon djelovanja vanjskog magnetnog polja.

Povećanjem vanjskog polja na feromagnet povećava se magnetska indukcija u feromagnetu do točke zasićenja. Kada nakon toga smanjujemo vanjsko magnetsko polje unatoč smanjenju vanjskog polja na nulu, feromagnet zadržava dio magnetiziranosti tzv. **remanentni magnetizam**

(histereza). Za poništavanje magnetizma u feromagnetu potrebno je vanjsko magnetsko polje suprotnog smjera tzv. **koercitivno polje**.

Povećanjem vanjskog polja u suprotnom smjeru povećava se i magnetiziranje feromagneta u suprotnom smjeru do suprotnog zasićenja [4-7]. Za **tvrde feromagnete** histereza je široka, tj imaju izraženi remanentni magnetizam. Tako magnetizirane materijale zovemo ih **permanentni (trajni) magneti**. Za **meke feromagnete** histereza je uska jer zadrže tek manji dio magnetiziranosti [2,5,6].

Važan parametar trajnih magneta je umnožak remanentnog i koercitivnog magnetnog polja. Time se dobije mjera za ukupnu magnetsku energiju koja može biti pohranjena u magnetu pa se i naziva **produkt energije** [6], Produkt energije izražava se u kilodžulima po metru kubnom (kJ/m^3) ili u megagausoerstedima (1MGOe) ($1\text{MGOe} = 7,957 \text{ J/m}^3 = 7,957 \text{ T}\cdot\text{A/m}$) [8].

Neodimijski magneti

Neodimij-željezo-bor magnet ($\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$) ili „magnet rijetkih zemalja“ prema nekadašnjem nazivu za lantanoide kojima pripada kemijski element neodimij slitina je kojom je ranih osamdesetih čovjek pomaknuo granice magnetskog polja trajnih magneta. Produkt energije je dvostruko veći od samarij-kobalt magneta (također „magnet rijetkih zemalja“) i desetak puta veći od vrlo čestih, feritnih magneta.

Neodimijski magneti mogu podići 1300 puta veću masu od vlastite. Vrlo su lomljivi, a magnetičnost gube na temperaturi iznad 80°C . S ovim svojstvima nameću se kao moguća zamjena za elektromagnete sa željeznom jezgrom [9], te su izazov za inženjere jer omogućuju izradu novih elektromehaničkih strojeva [11-13]. Između ostalog, neodimijski se magneti primjenjuju u BLDC motorima (istosmjerni elektromotori bez četkica), u zvučnicima i slušalicama, u tvrdim diskovima računala kao stabilizatori magnetne glave itd. Upravo su stari i neispravni tvrdi diskovi bili glavni izvor neodimijskih magneta za ovaj rad.

Rukovanje ovako snažnim magnetima zahtjeva oprez! Što dalje od magnetskih bankovnih kartica, magnetskih medija za pohranu podataka, CRT zaslona (kompjutorskih monitora i TV prijarnika) itd... koji bi u protivnom mogli biti trajno oštećeni. Nepažljivo rukovanje magnetima može uzrokovati njihovo naglo privlačenje pri čemu najčešće dolazi do oštećenja magneta ili vrlo neugodnog štapanja rukovatelja.

METODE

Željezna ruda

Običan, sitni morski pijesak dovoljan je za prvu vježbu s neodimijskim magnetom. U nekoliko jednostavnih koraka iz pijeska će se izdvojiti čista željezna ruda. Treba samo magnet uvući u plastičnu vrećicu i

njime proći kroz pijesak. Feromagnetične čestice iz pijeska magnet privuče na svoje polove. Odmicanjem magneta u vrećici, čestice prikupljamo na papir. U odvojenim česticama su različiti elementi, a zrnca željezne rude odvajamo pomoću magneta ispod papira. Integracijskom nastavom s kemijom može se istražiti koji elementi i spojevi čine druga zrnca. Dobili smo vrlo sitna crna zrnca željezne rude. Pažljivo ih uskladištimo, trebaju nam. Ako zrnca dođu na magnet, *kako ih odvojiti od magneta?*

Izgled magnetskog polja tj. silnice uobičajenih magneta može se ovakvom rudom (ili željeznom strugotinom) vrlo lijepo prikazati. Međutim, silnice magnetskog polja neodimijskog magneta baš se ne uspjeva prikazati jer čestice magnet jednostavno privuče na sebe.

Magnetna opruga (magnetna pračka)

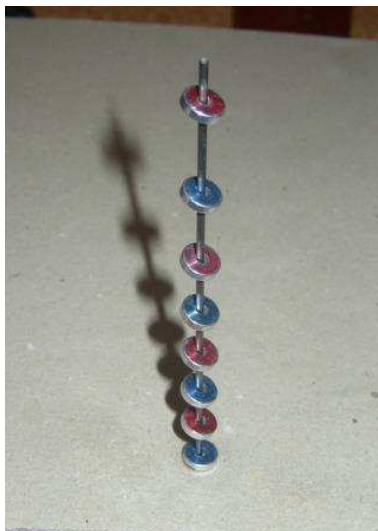
Za ovu igračku potrebno je nekoliko neodimijskih prstenova i grafitna jezgra jedne drvene olovke (ili drugi neferomagnetični materijal).

Na grafitnu jezgru slažemo prstene neodimijskih magneta međusobno okrenutih jednakim polom. Zbog odbojnog djelovanja magnetske sile među istoimenim polovima formira se stupac međusobno udaljenih magneta. Magneti su u ravnoteži djelovanja težine i odbojne magnetske sile (slika 1.). Uočljiva je različita udaljenost između donjih i gornjih magneta!

Pritiskanjem prema dolje ("napinjanjem") magneta, a zatim naglim otpušanjem, doći će do izlijetanja gornjih magneta – imamo magnetnu "pračku".

Dakle, uslijed djelovanja odbojne magnetske sile, ova naprava ponaša se kao opruga.

S učenicima se može raspravljati može li se ovakva opruga koristiti za prigušenje vibracija možemo li objasniti zašto se slaganjem magneta donjim magnetima smanjuje, a gornjim povećava udaljenost.

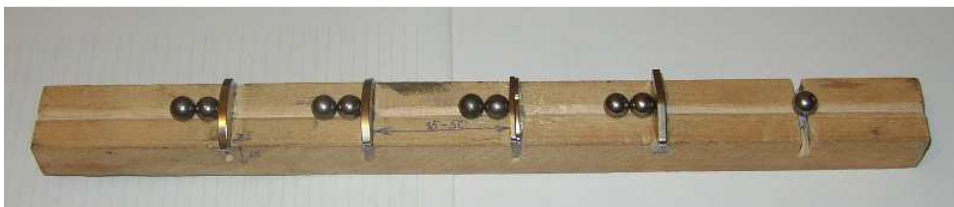


Gaussova puška – linearni akcelerator

Jednostavna i efektna demonstracija linearnog akceleratora za koju je potrebno devet (i više) čeličnih kuglica (iz kugličnih ležaja), četiri neodimijska magneta i daščica (s utorima) za koju se magneti pričvrste samoljepivom trakom ili nekim drugim sredstvom.

Magneti su na jednakim udaljenostima pričvršćeni za daščicu. Među njima je utor na kojima su po dvije čelične kuglice sa jedne strane svakog magneta. S druge (desne) strane prvog magneta nalazi se kuglica koju

pustimo (slika 2.)



Magnet je privuče određenim ubrzanjem i dolazi do sraza pri kojem se količina gibanja kuglice prenosi na magnet, s magnet na prvu kuglicu s druge (lijeve) strane, i s nje na drugu kuglicu. Ta kuglica primi količinu gibanja početne kuglice i krene prema drugom magnetu koji je dodatno privlači i ubrzava tako da ona u trenutku udara ima još veću količinu gibanja. Ta količina gibanja se prenosi dalje na magnet i kuglice pa tako dolazi do trećeg ubrzavanja, pa četvrtog i posljednja kuglica izlijeće s višestruko povećanom kinetičkom energijom.

Na ovom primjeru može se istraživati i utvrđivati: ubrzavanje kuglice uslijed privlačne magnetne sile, pretvorba magnetne potencijalne energije u kinetičku, izračunavanje brzine iz kinetičke energije i obrnuto, zakona očuvanja količine gibanja, zakona očuvanja energije...

Za proračune je potrebno znati koliki je produkt energije korištenih magnetna, a u zahtjevnijim proračunima predlažu se i kompjutorski programi [14,15].

Kako je povećanje kinetičke energije, odnosno brzine, vrlo podložno utjecaju faktora kao što su trenje, precizno postavljena početna kuglica, kvaliteta učvršćenosti magnetna... zanimljivo bi bilo organizirati natjecanje učenika.

Magnetoreološki fluid

Zrnca željezne rude izdvojena iz pijeska možemo staviti u plastičnu posudu, ulijemo malo biljnog ulja i dobro promiješamo (plastičnim predmetom).

Dobili smo tekućinu s disperziranim česticama feromagnetna. Primaknemo li tekućini magnet, ona će se ukrutiti. Odmicanjem od magnetna, ponovo imamo tekućinu. O čemu se radi?

Među magnetiziranim česticama postoji interakcija koja je najmanja kada se čestice postave međusobno jedna na drugu, po liniji koja je u smjeru magnetskog polja, tako da čestice formiraju lance [16]. Kada se magnetizirane čestice nalaze u fluidu, njihovo ponašanje je gotovo jednako. Kada nema magnetskog polja, fluid omogućuje česticama veću pokretljivost. Tada su one disperzirane u fluidu i njime se kreću gotovo slobodno. U prisutnosti magnetskog polja čestice formiraju lance kao što to čine i izvan fluida. Ti lanci uzrokuju drastično povećanje viskoznosti tj. ukrućivanje tekućine [17].

Četrdesetih godina prošlog stoljeća, Rainbow i Winslow opisali su

tekućine koje svoju viskoznost povećavaju kada su u električnom, odnosno kada su u magnetnom polju. Prve su nazvane *electrorheological fluids* (*elektroreološki fluidi*), a druge *magnetorheological fluids* (*magnetoreološki fluidi*) [17]. Reologija je znanost o strujanju tekućina i o deformacijama materije koje pri tome nastaju [18]. *Elektroreologija i magnetoreologija* su pak multidisciplinarna polja znanosti čiji se utjecaj i primjena posebno razvija u posljednjih desetak-petnaest godina [17].

U znanstvenim istraživanjima i primjeni magnetoreoloških fluida koristi se, naravno, kontrolirano i promjenjivo magnetno polje dobiveno elektromagnetom [19]. Čestice su sličnih dimenzija kao u našem pokusu, reda veličine mikrometra. Nositelj čestica su karbonska ili silikonska ulja, a kod nas je bilo jestivo ulje.

Promjenom vrijednosti magnetskog polja pomoću elektromagneta, u fluidu se izazivaju promjene viskoznosti **od nekoliko redova veličine** [19]. Vrijeme potrebno za promjenu (koliko je česticama potrebno da formiraju lance) je reda **veličine milisekunde**. Tako se električnom snagom elektromagneta od nekoliko vati vrlo brzo postiže pojava strukture koju se može narušiti tek s nekoliko stotina vati mehaničke snage.

Primjene uključuju magnetoreološke prigušivače vibracija u različitim uvjetima (automobili, vagoni, perilice rublja, vatrena oružja i u sustavima zaštite od potresa...) Pokazala su pouzdanost u radu, jednostavno postavljanje i lako održavanje [17,20,21].

Osim u tehnici, istražuje se mogućnost primjene emboličnog svojstva magnetoreoloških fluida u liječenju raka [22].

ZAKLJUČAK

Sadržaj ovog seminara trebao bi skrenuti pozornost na neke jednostavne eksperimente kojima bi, uz pomoć neodimijskog magneta, mogli nastavne sadržaje iz područja fizike učiniti zanimljivijim i podići ih na višu razinu. Također, povezali bismo ih s najnovijim otkrićima i njihovom primjenom, jer učenici su uvijek zainteresirani kada uče sadržaje vezane za novija znanstvena otkrića. Još kada ih pojedina međudjelovanja u vježbi iznenade, kao što bi ih sigurno puno toga iznenadilo s neodimijskim magnetom, uspjeh u radu puno je bliži i učiteljima i učenicima.

Literatura:

[1] Feynman, R.P. *Lectures on Physics, Electromagnetism and Matter* (Addison-Wesley publishing company, Inc, California Institute of Technology, 1964).

[2] Stockley, C. i dr. *Slikovni rječnik fizike* (Andromeda, Rijeka, 2003).

[3] Andreis, T., Plavčić, M., Simić, N. *Fizika za 2. razred gimnazije i srodnih škola s četverogodišnjim programom („varijanta B“)* (3. izdanje, Profil, Zagreb, 2002).

-
- [4] Paar, V., Šips, V. *Fizika 2, udžbenik za 2. razred gimnazije* (6. izdanje, Školska knjiga, Zagreb, 2003).
- [5] *Hysteresis, Hysteresis Loop, Variations in Hysteresis Curves*. 14. prosinca 2005. URL: <<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/solids/hyst.html>>
- [6] *Emergent magnetism*. URL: <<http://www.nature.com/physics/highlights/6914-2.html>>
- [7] *Coercivity and Remanence in Permanent Magnets*. 14. prosinca 2005. URL: <<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/solids/magperm.html>>
- [8] *Neodymium magnet*. 13. listopada 2005. URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/Neodymium_magnet>
- [9] Coey, M. i Weaire, D. Magnets, Markets and Magic Cylinders. *The Industrial Physicist* **4**(3), 34-36 (1998).
- [10] Drobac, Đ. *Priča o magnetizmu*. 26. travnja 2014. URL: <http://wyp2005.hfd.hr/prica_o_magnetizmu.ppt>
- [11] Collocott, S. J. *et al.* Rare-Earth Permanent Magnets: New Magnet Materials And Applications. *Materials Science Forum* **77**, 315 – 317 (1999).
- [12] Trout, S. R. i Zhilichev, Y. Effective Use Of Neodymium Iron Boron Magnets, Case Studies, in *Electric Manufacturing and Coil Winding '99 Conference Proceedings*, October 26-28, 1999, Cincinnati, 437-440. IEEE Publication.
- [13] Hamill, J. *et al.* New ways with magnets. *Metal Powder Report* **57**, (2002).
- [14] Rabchuk, A.J. The Gauss Rifle and Magnetic Energy. *The Physics Teacher* **41**, 158-161 (2003).
- [15] Kagan, D. Energy and Momentum in the Gauss Accelerator. *The Physics Teacher* **42**, 24-26 (2004).
- [16] Phulé, P.P. Magnetorheological (MR) fluids: Principles and applications. *Smart Materials Bulletin* **2001(2)**, 7-10 (2001).
- [17] Bossis, G. i dr. Magnetorheological fluids. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* **252**, 224-228 (2002).
- [18] Klaić, B. *Rječnik stranih riječi* (Nakladni zavod Matice hrvatske, Zagreb, 1984).
- [19] Jin, K. i Wen, W. The evolution of bending chains in magnetorheological fluid at external field. *Physics Letters A* **286**, 347-352 (2001).
- [20] Yang, G. 2001, *Large-scale magnetorheological fluid damper for vibration mitigation: Modeling, testing and control*. Ph. D. Thesis, University of Notre Dame.
- [21] Bica, I. Damper with magnetorheological suspension. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* **241** (2-3), 196-200 (2002).
- [22] Shengl, R., Flores, G.A. i Liu, J. In vitro investigation of a novel cancer therapeutic method using embolizing properties of magnetorheological fluids. *Physics Letters A* **286**, 347-352 (2001).

WILBERFORCEOVO NJIHALO

Miro Plavčić, prof.

Tehnička škola, A. Šupuka 31, Šibenik

e-mail: miro_plav@inet.hr

Sažetak

Wilberforceov oscilator je uređaj pomoću kojega se demonstrira sprega uzdužnog i torzionog titranja opruge. U slučaju kada su frekvencije uzdužnog i torzionog moda titranja jednake javlja se rezonancija. Sprega se očituje potpunim prelaskom energije uzdužnog titranja u energiju torzionog titranja i obratno. Izložene su fenomenološke osnove rada ovog oscilatora. Demonstracija rada Wilberforceovog oscilatora je izuzetno efektivna i zorno prikazuje efekt rezonancije.

1. Uvod

Istražujući odnos između Youngova modula elastičnosti i Poissonova omjera čelika, britanski fizičar L.R. Wilberforce je 1894. godine konstruirao oscilator koji se sastojao od dugačke opruge i tijela relativno velike mase obješenog na tu oprugu [1-9].

Odnos traženih veličina je odredio pomoću frekvencija titranja.

Wilberforceov oscilator (engl. Wilberforce pendulum) pokazuje i neobičnu osobinu opruge a to je vezanje uzdužnog i torzionog titranja opruge. Ako se moment tromosti obješenog tijela dobro ugodi na njemu se jako lijepo uočava prijelaz energije uzdužnog titranja u energiju torzijskog titranja [10]

2. Opis rada Wilberforceovog oscilatora

Wilberforceov oscilator je valjkasto tijelo obješeno na oprugu (slika 1.). Iz praktičnih razloga opruga treba biti relativno dugačka u odnosu na visinu valjka. Promjer valjka ne smije biti veći od približno 1.6 promjera zavoja. Na valjku se nalaze simetrično postavljena četiri diska koja se mogu uvijanjem ili izvijanjem približiti ili udaljavati od valjka (vidi sliku 1.)



Slika 1.
Wilberforceov oscilator

Ako valjkasto tijelo povučemo vertikalno iz ravnotežnog položaja prema dolje tijelo će u početku uzdužno titrati (gore-dolje). No uskoro će se amplituda uzdužnog titranja početi smanjivati. Smanjenje amplitude uzdužnog titranja popraćeno je pojavom torzionog gibanja opruge (uvijanje i izvijanje opruga). Nakon nekog vremena će titranje tijela duž vertikalne osi prestati dok će amplituda torzionog gibanja postati najveća moguća. Zatim će ponovno doći do prijelaza energije iz torzionog u uzdužno gibanje.

3. Princip rada Wilberforceog oscilatoar

Kako smo već kazali u prethodnom poglavlju tijelo sa slike 1. može titrati na dva različita načina. Ako oprugu povučemo prema dolje tijelo će započeti gibanje s uzdužnim titranjem. Ako pak oprugu uvijemo tijelo će započeti gibanje s torzionim titranjem. Pitamo se je su li ova dva gibanja međusobno nezavisna.

Odgovor ćemo dobiti ako na tijelo stavimo neki preteg. Obilježimo neku točku na tijelu i uočimo njen položaj u odnosu na vertikalni nosač oscilatora. Lako je uočiti da preteg osim što isteže oprugu istu i tordira. Drugim riječima linearno istezanje opruge popraćeno je i njenim uvijanjem i obrnuto.

Neka smo Wilberforceov oscilator podesili (pomoću simetrično postavljenih diskova) tako da su frekvencije uzdužnog i torzionog titranja jednake. Tada zbog sprege linearnog i torzionog gibanja dolazi do prijelaze energija iz jednog moda titranja u drugi i obratno.

4. Matematički opis gibanja Wilberforceovog oscilatora

Uzdužno istezanje opruge popraćeno njenim malim uvijanjem. Stoga je vrijeme prijelaza energije između dvaju modova gibanja oscilatora znatno duže od vremena titranja. Zbog male prihvatljivo je pretpostaviti linearnu vezu između istezanja opruge z i pripadnog kuta torzije $\varphi(z)$,

$$\varphi(z) = Cz \quad (1)$$

C je konstanta vezanja uzdužnog i torzionog gibanja.

Poznato je da je istezanje ili sabijanje opruge proporcionalno sili koja djeluje na oprugu. Unašem slučaju vrijedi

$$G = kz$$

l_0 – dužina neopterećene opruge

G – težina tijela

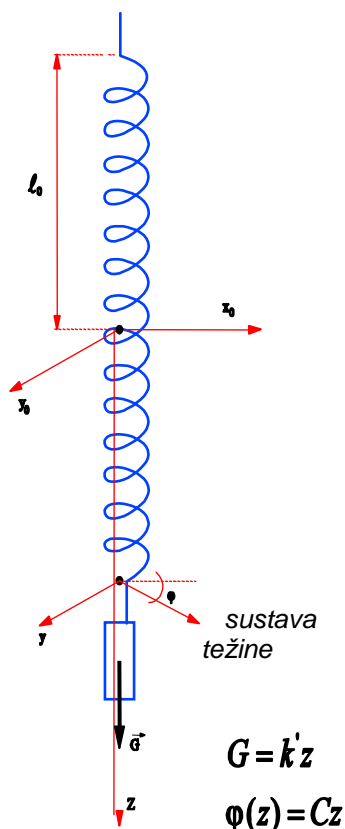
k' – konstanta opruge

D – konstanta torzije

C – faktor sprege linearnog i torzionog gibanja

z – linearni pomak tijela mjereno od položaja kraja neopterećene opruge

φ – kutni pomak tijela pri istezanju opruge



Slika 2.

Uzdužni pomak i torzija koordinatnog vezanog za kraj opruge pod djelovanjem

5. Lagrangeova funkcija Wilberforceovog oscilatora

Polazimo do Lagrangeove funkcije: $L = T - E_p$

Za kinetičku energiju tijela je : $T_p = \frac{1}{2}m\dot{z}^2 + \frac{1}{2}I\dot{\varphi}^2$.

Ovdje je:

m – masa tijela,

I – moment tromosti tijela,

\dot{z} – uzdužna brzina tijela,

$\dot{\varphi}$ – kutna brzina tijela

Potencijalna energija oscilatora jest:

$$E_p = \frac{1}{2}k'z^2 - DC\varphi z + \frac{1}{2}D\varphi^2$$

6. Jednadžbe gibanja

Iz Lagrangeove funkcije sustava možemo izvesti jednadžbe gibanja:

$$\frac{\partial}{\partial t} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} = \frac{\partial L}{\partial q_i}$$

To daje dvije jednadžbe:

$$m\ddot{z} = -k'z + DC\varphi$$

$$I\ddot{\varphi} = DCz - D\varphi$$

Pretpostavljena rješenja ovih jednadžbi glase:

$$z = Ae^{i\omega t}$$

$$\varphi = Be^{i\omega t}$$

Nakon uvrštavanja u jednadžbe gibanja dobijemo sustav čija je diskriminanta:

$$\begin{vmatrix} k' - m\omega^2 & -DC \\ -DC & D - I\omega^2 \end{vmatrix} = 0$$

Od tuda za frekvencije normalnih modova imamo rješenja:

$$\omega_{1,2}^2 = \frac{k'I + mD \pm \sqrt{(k'I + mD)^2 - 4mIkD}}{2mI}$$

7. Frekvencije nespregnutih titranja

Titranje je nespregnuto ako je faktor sprege linearnog i torzionog titranja nula.

Za $C = 0$ frekvencije pojedinog titranja iznose:

$$\omega_l = \frac{k'}{m}$$

$$\omega_t = \frac{D}{I}$$

8. Rezonancija translacijskog i torzionog gibanja. Udari

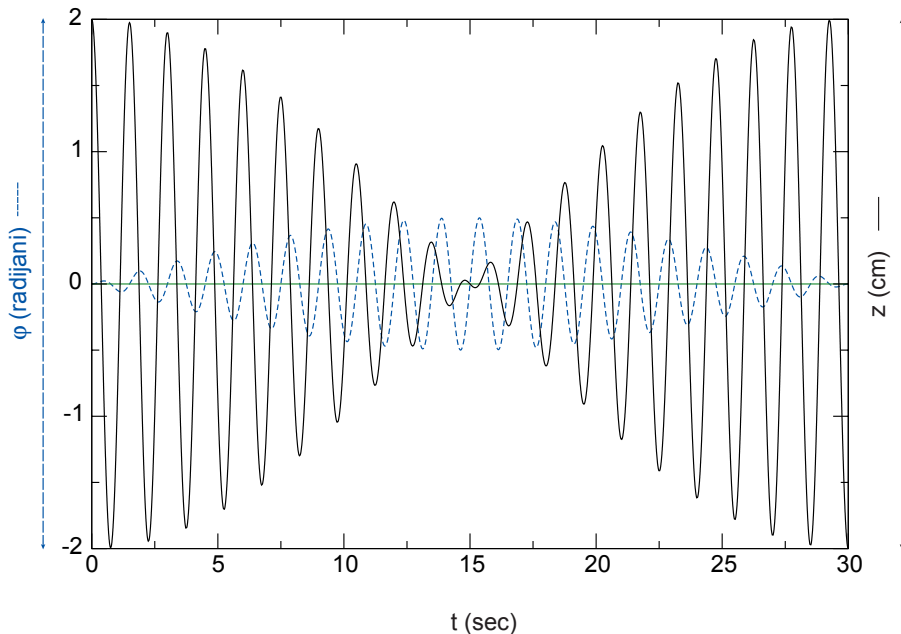
Kada su frekvencije linearnog i torzionog titranja jednake nastupa rezonancija.

Iz uvjeta rezonancije slijedi:

$$\omega_l = \omega_t = \omega_0 \Rightarrow \frac{k}{m} = \frac{D}{I}$$

Da bi nastupila rezonancija omjer konstanti elastičnosti s pripadnim tromostima mora biti jednak.

Kada sustav nije u rezonanciji mogu se javiti udari.



Za frekvenciju udara imamo:

$$f_u = \frac{\omega_u}{\pi} = \frac{\omega_1 - \omega_2}{\pi}$$

Koristimo li rješenja za frekvencije normalnih modova, frekvencija udara jest:

$$f_u = \sqrt{\frac{D}{2m} \frac{C}{\pi}}$$

9. Zaključak

- Uzdužno titranje opruge uobičajena je slika koju nalazimo u udžbenicima fizike
- Opruga se zbog svojih elastičnih svojstva može ponašati i kao torzioni oscilator
- U stvarnosti opruga se pri istežanju uvija. Na taj način sprežu se dva načina titranja opruge, uzdužni i torzioni.
- Ako se frekvencije uzdužnog i torzionog gibanja podudaraju dolazi do efekta rezonancije kada energija uzdužnog titranja prelazi u energiju torzionog gibanja i obratno. Ova pojava popraćena je udarima. Frekvencija udara kazuje kolika je brzina prijelaza energije iz jednog u drugi mod titranja.

Literatura

- [1] Sommerfeld, A. *Mechanics of Deformable Bodies* (AP, New York, 1950)
- [2] Berg, R.E., Marshall, T.S. Wilberforce pendulum oscillations and normal modes. *Am. J. Phys.*, **59**(1), 32-37 (1991).
- [3] Köpf, U. Wilberforce's pendulum revisited. *Am. J. Phys.* **58**(9), 833-837 (1990)
- [4] Olsson, M.G. Why does a mass on spring sometimes misbehave? *Am. J. Phys.* Vol. **44**(12), 1211-1212 (1976).
- [5] Galoni, E.E. and Kohen, M. Influence of the mass of the spring on its static and dynamic effects. *Am. J. Phys.* **47**(12), 1076-1078 (1979).
- [6] Rusbridge, M.G. Motion of the sprung pendulum. *Am. J. Phys.* **48**(2), 146-151 (1980).
- [7] Malenbaum, M., Campbell, J.P. *Wilberforce Pendulum*. 26. travnja 2014 URL:
<<http://www.phy.davidson.edu/StuHome/pecampbell/Wilberforce/Setup%20and%20Procedure.htm>> i
<<http://www.phy.davidson.edu/StuHome/pecampbell/Wilberforce/Results.htm>>
- [8] Torzo, G. e Michele D'Anna, M.: *Il pendolo di Wilberforce studiato con RTL. Prototipo di apparato sviluppato nell'ambito del progetto IRDIS*. 26. travnja 2014. URL:
<<http://www.fisica.uniud.it/irdis/Meccanica/Wilberforce/WilberforceRTL.pdf>>
- [9] Torzo, G., *The Wilberforce pendulum: a complete analysis through RTL and modeling*. 26. travnja 2014. URL:
<http://www.academia.edu/3001082/The_Wilberforce_pendulum_a_complete_analysis_through RTL_and_modelling>
- [10] Plavčić, M., Županović, P. i Bonačić Lošić Ž. The resonance of the Wilberforce pendulum and period of beats. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* **3**, 547-549 (2009). **Napomena:** U prvom izdanju Zbornika iz 2008 ovaj seminar je objavljen uz pomoć mentora Paška Županovića i Željane Bonačić-Lošić prije nego što su spomenuti kolege objavili zajedno s M. Plavčićem referencu broj 10, tako da smo tu referencu mogli dodati tek u ovom drugom izdanju Zbornika.

ZAŠTO JE NEBO PLAVO?

Ana Grgurinović

OBRTNICKA SKOLA
SPLIT
Nodilova 3, Split
tipoart@st.htnet.hr

Why the Sky is Blue

*I don't suppose you happen to know
Why the sky is blue? It's because the snow
Takes out the white. That leaves it clean
For the trees and grass to take out the green.
Then pears and bananas start to mellow,
And bit by bit they take out the yellow.
The sunsets, of course, take out the red
And pour it into the ocean bed
Or behind the mountains in the west.
You take all that out and the rest
Couldn't be anything else but blue.
Look for yourself. You can see it's true.*

Napisao John Ciardi

Sažetak

U ovom radu se razmatra zašto je nebo plavo. Da bi se pobliže objasnio taj fenomen potrebno je uvesti neke pojmove kao što su: atmosfera, valovi svjetlosti i boje svjetlosti. Nadalje, u radu su osim plave boje neba objašnjene i neke druge pojave pri kojima se javljaju boje. To su: crveni zalazak Sunca, svjetlucaње, plava magla i plavi Mjesec, te zašto Mars izgleda crven.

UVOD

Za vrijeme sunčanog dana, nebo povrh nas izgleda plavo. U predvečerje to isto nebo izgleda narančasto ili crveno. Zašto je nebo plavo? Zašto je pri zalasku sunca nebo crveno?

Da bi odgovorili na ova pitanja potrebno je naučiti ponešto o svjetlosti i Zemljinoj atmosferi.

Atmosfera

Atmosfera [1] je mješavina molekula zraka i ostalih tvari koje okružuju Zemlju. U najvećem postotku su zastupljeni dušik (78%) i kisik (21%); nadalje slijede argon i voda (voda se nalazi u obliku pare, kapljica ili komadića leda). U atmosferi su također prisutni i neki ostali plinovi u manjim količinama, te malene čestice krutih tvari kao što su: prašina, čađa i pepeo, i sol iz oceana.

Sastav atmosfere varira, ovisno o lokaciji, vremenu, te mnogim ostalim utjecajima. Tako može biti više vode u zraku nakon oluje, ili blizu oceana. Vulkani proizvode velike količine čestica prašine koja stiže u atmosferu. Zagađenjem u atmosferu dolaze različiti plinovi i čestice, te čađa.

Atmosfera je najgušća na dnu, blizu Zemlje. Ona postepeno postaje rjeđa kako se nadmorska visina povećava.

Valovi svjetlosti

Svjetlost je energija koja se širi kao val. Također postoje mnogo različitih vrsta energije koje se šire kao val. Npr. zvuk je val vibracija zraka. Svjetlost je val vibracija električnog i magnetskog polja. Ona je malen dio znatno većeg područja vibracija elektromagnetskih polja. To područje se zove elektromagnetski spektar.

Elektromagnetski valovi putuju prostorom brzinom od 299 792 km/s. Ova brzina se naziva brzinom svjetlosti.

Energija radijacije ovisi i o valnoj duljini i frekvenciji. Valna duljina je udaljenost između dva susjedna brijega ili dola vala. Frekvencija je broj valova koji prođu u jednoj sekundi. Što je veća valna duljina vala, manja je frekvencija, i val sadrži manje energije.

Boje svjetlosti

Vidljiva svjetlost je dio elektomagnetskog spektra koju naše oči vide. Sunčevo svjetlo ili svjetlo električne sijalice mogu izgledati bijelo, ali ono je zapravo kombinacija svih boja od kojih se sastoji duga. Različite boje spektra (dugine boje) možemo vidjeti kad propustimo svjetlost kroz prizmu. Ovaj eksperiment je prvi učinio Isaac Newton.

Spektar boja je vidljiv i kad vidimo dugu u zraku. Dugine boje se stapaju jedna u drugu. Na jednom kraju spektra su crvena i narančasta. One postepeno prelaze u žutu, zelenu, plavu, tamno plavu i ljubičastu. Boje imaju različite valne duljine, frekvencije i energije. Za brzinu svjetlosti c , njenu valnu duljinu λ i frekvenciju ν vrijedi ovaj odnos: $c = \lambda \nu$. Kako je brzina svetlosti konstantna to znači da su frekvencija i valna dužina svjetla obrnuto proporcionalni – više frekvencije odgovaraju manjim valnim dužinama. Više frekvencije odgovaraju i većim energijama vala. Ljubičasta svjetlost ima najmanju valnu duljinu (oko 380 nm) u vidljivom spektru pa dakle ima najveću frekvenciju i energiju. Crvena svjetlost ima najveću valnu duljinu (oko 720 nm), i najmanju frekvenciju i energiju.

TEORIJSKI DIO

Zašto je nebo plavo?

Glavna osoba koja je doprinijela popularnosti znanosti o aerosolima bio je John Tyndall [2] (1820.-1893.). Jedan od glavnih zadataka te grane znanosti bio je otkriti zašto nebo izgleda plavo [3-6]. Osim što je prvi pokušao objasniti plavu boju neba (više u nastavku), Tyndall je bio i prvi koji se počeo baviti problemom koji je mnogo godina kasnije nazvan efektom staklenika «greenhouse effect».

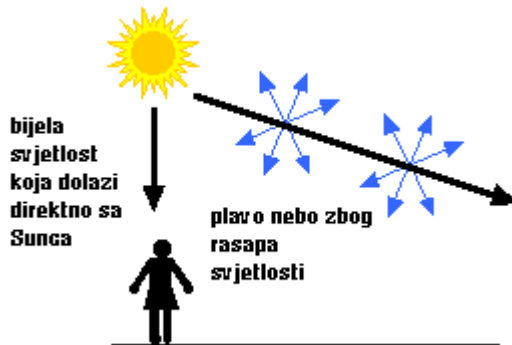
John Tyndall je 1859.g otkrio da kad svjetlost prolazi prozirnom tekućinom u kojoj se nalaze sitne čestice neke druge tvari, plava boja svjetlosti se lomi jače nego crvena. Ovaj pokus je naveden i opisan u eksperimentalnom dijelu. Pojava koju opisuje Tyndall naziva se točnije Tyndall-ovim efektom, mada je neki nazivaju i Rayleigh-ov rasap svjetlosti po lordu Johnu Rayleighu koji se njom bavio detaljnije nekoliko godina kasnije (1879.).

I Tyndall i Rayleigh su mislili da plava boja neba je uzrokovana prisutnošću sitnih čestica prašine i kapljica vode u atmosferi. I danas, ponekad se može čuti to pogrešno objašnjenje. Naime nakon Tyndalla i Rayleigha znanstvenici su ustanovili da, ako je ova tvrdnja točna, onda mora biti više različitih boja neba uzrokovanih različitim uvjetima vlažnosti i magle nego je ustanovljeno.

Ispravno danas prihvaćeno tumačenje je da su molekule kisika i dušika u zraku dovoljne za rasap svjetlosti. Svjetlost se širi prostorom po pravcu sve dok je ništa ne ometa. Kada naiđe na čestice prašine ili molekule zraka tada dolazi do raspršenja svetlosti. Ono što će se tada dogoditi svjetlosti ovisi o njenoj valnoj duljini i veličini onoga o što udara.

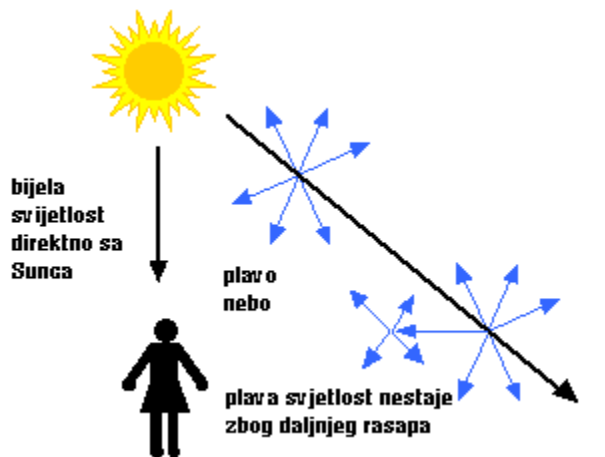
Čestice prašine i kapljice vode su puno veće od valne duljine vidljive svjetlosti. Kad svjetlost udari u ove velike čestice, ona se odbije. Različite boje svjetlosti se reflektiraju od čestica na jednaki način. Reflektirana svjetlost izgleda bijela zato što još sadrži sve boje.

Molekule plinova su manje od valnih duljina vidljive svjetlosti. Ako se svjetlost sudari s njima, ponaša se drugačije. Kad se svjetlost sudari s molekulom plina, tada plin može apsorbirati jedan njen dio. Nakon nekog vremena molekula isijava svjetlost u različitim smjerovima. Boja koja se isijava je jednaka boji koja se apsorbirala. Međutim, različite boje svjetlosti se ponašaju različito. Sve boje mogu biti apsorbirane. Ali više frekvencije (plave i ljubičaste boje) se apsorbiraju češće nego niže frekvencije (crvene boje). Tada se apsorbirana plava svjetlost isijava u različitim smjerovima. To raspršenje se događa na cijelom nebu. Ako pogledamo u bilo kojem pravcu vidjet ćemo raspršenu plavu svjetlost (Slika 1.).



Slika 1.
Rasap sunčeve svjetlosti

Ako pogledamo nebo bliže horizontu, ono izgleda blijeđe. Da bi došla u naše oko, raspršena plava svjetlost mora prevaliti veći put. Što je veći put svjetlost ponovo biva raspršena u različitim smjerovima. Tako da manje plave svjetlosti dolazi u naše oči. Boja neba blizu horizonta nam se čini blijedo-plava ili bijela (Slika 2.).



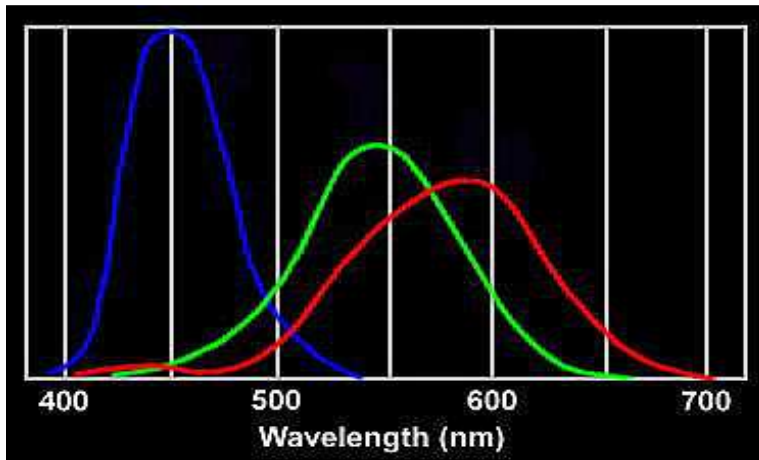
Slika 2.
Rasap sunčeve svjetlosti na horizontu

Zašto nam nebo ne izgleda ljubičasto ?

Ljubičasta svjetlost koja ima manju valnu duljinu od plave raspršuje se više od plave svjetlosti, a mi ipak ne vidimo ljubičasto nebo. Odgovor na to pitanje objašnjava tzv. teorija triju boja [7-9] koja objašnjava način na koje naše oči vide boje. Osnivači ove teorije su Thomas Young i Helmholtz. Po ovoj teoriji pretpostavlja se da na mrežnici postoje tri vrste receptora osjetljivih na boje. Jedni su osjetljivi samo na crvenu boju, drugi samo na plavu, a treći samo na zelenu. Svaka svjetlost, bila ona homogena ili

heterogena, istovremeno nadražuje sve tri vrste receptora, ali različitim intezitetima. Na primjer, ako su sva tri receptora istovremeno i jednako nadraženi, onda nastaje osjet bijele svjetlosti. Kada su svi receptori nadraženi, ali najjačim intezitetom oni osjetljivi na crvenu svjetlost, onda nastaje osjet crvene boje. Ako su jako nadraženi receptori za crvenu i zelenu svjetlost, a slabo oni za plavu svjetlost, onda rezultat kombiniranih podražaja daje osjet žute boje. Dakle, osjet bilo koje boje nastaje superpozicijom triju elementarnih osjeta boja.

Rezultati ovog eksperimentalnog ispitivanja omogućili su grafičko prikazivanje jačine osjeta pojedinih boja (Slika 3.). Naime, ako brojne vrijednosti valnih dužina nanesimo na apcisu koordinatnog sustava, a odgovarajuće intezitete triju boja na ordinatu, onda ćemo dobiti tri krivulje koje grafički predstavljaju intezitete podražaja za one tri komponente, koje svojom superpozicijom određuju kvalitetu jedne spektralne boje.



Slika 3.

Krivulje ovisnosti inteziteta o valnoj dužini za tri vrste receptora u ljudskom oku

Kad pogledamo u nebo, receptori za crvenu boju su nadraženi s malom količinom crvene svjetlosti što se rasipa, i nešto manje s narančastom i žutom svjetlosti. Zeleni receptori reagiraju na žutu, ali i na zelenu i zeleno-plavu svjetlost koja se rasipa više od žute svjetlosti. Plavi receptori su nadraženi svim nijansama plave boje, a upravo plava svjetlost se lomi najviše. Ako nema ljubičaste i indigo plave u spektru, nebo će izgledati plavo s blijedo zelenim odsjajem. Međutim, indigo plava i ljubičasta svjetlost nadražuju lagano, kako i crvene receptore tako i plave, pa nam tada nebo izgleda plavo s crvenim odsjajem. Ako su podjednako nadraženi receptori za crveno i zeleno, a receptori za plavo jače od njih onda nebo vidimo kao blijedo plavo.

Zašto je zalazak Sunca crven?

Kad je atmosfera nezagađena zalazak Sunca [10] nam izgleda žut, zato što sunčeva svjetlost treba prijeći veći put po atmosferi i zato što se plava svjetlost sve više rasipa. Ako je atmosfera zagađena sa sitnim česticama, prirodnim ili ne, zalazak Sunca će biti crveniji. Zalazak Sunca povrh mora može biti i narančast, zahvaljujući česticama soli u zraku. Nebo oko Sunca izgleda crveno, kao i svjetlost koja dolazi direktno sa Sunca. To je zbog toga što se plava svjetlost rasipa dvostruko i više dok prelazi velike daljine, ostavljajući žutu, crvenu i narančastu svjetlost da dominiraju.



Slika 3. Zalazak Sunca u Velom Ratu na Dugom Otoku

Plava magla i plavi Mjesec (Blue Moon)

Oblaci i magla izgledaju bijelo zato što se sastoje od čestica većih nego što je valna duljina svjetlosti, a koje rasipaju svjetlost svih valnih duljina podjednako. Ponekad u zraku mogu postojati i neke druge čestice koje su značajno manje. Neka planinska područja su poznata po njihovoj plavoj magli. Aerosoli terpena iz vegetacije reagiraju s ozonom iz atmosfere formirajući sitne čestice promjera oko 200 nm, koje raspršuju plavu svjetlost. Šumski požari ili vulkanske erupcije mogu s vremena na vrijeme ispuniti atmosferu sa sitnim česticama promjera 500-800 nm, koje su upravo prave veličine da rasipaju crvenu svjetlost. Ovaj primjer je suprotan efektu Tyndalla, i može uzrokovati da Mjesec ima plavi odsjaj. Ovo je vrlo rijedak fenomen.

Slika 4.
*Plava magla u
planinama Les Vosges
u Francuskoj*



Svjetlucanje

Tyndall-ov efekt je odgovoran za još neke «obojanosti» u prirodi: kao što su plave oči, svjetlucanje dragog kamenja, i boja perja nekih ptica. Boje mogu varirati obzirom na veličinu čestica zbog kojih se svjetlost rasipa. No, nisu sve plave boje u prirodi uzrokovane rasapom svjetlosti.

Zašto Mars izgleda crven?

Slike dobivene sa svemirskih letjelica Viking Mars 1977.g., i Pathfinder 1997. g. pokazuju crveno nebo koje se vidi s površine Marsa. To je uzrokovano zbog prisutnosti velike koncentracije crvene željezne prašine u atmosferi koja nastaje u olujama na Marsu. Boja neba na Marsu ovisi o vremenskim uvjetima. Može biti i plava, ako nema oluja.

EKSPERIMENTALNI DIO

Eksperiment-«Nebo u staklenci»

Za ovaj eksperiment potrebno nam je slijedeće:

- prozirna staklenka, ili staklena ili plastična čaša (volumena 250-400 ml)
- voda, mlijeko u prahu, žlica, baterijska svjetiljka
- zamračena prostorija.

Postupak rada:

1. Ulijmo u staklenku ili čašu 2/3 vode.
2. Dodajmo ½-1 žlicu mlijeka u prahu (2-5ml) i promješajmo.
3. Odnosimo čašu i baterijsku svjetiljku u zamračenu sobu.
4. Držimo baterijsku lampu poviše površine vode i gledajmo vodu u čaši sa strane. Voda treba imati blijedo plavu boju. Sada, držimo baterijsku lampu bočno od čaše i pogledajmo kroz vodu direktno u izvor svjetlosti. Voda treba izgledati svijetlo crvena. Za kraj, stavimo baterijsku lampu ispod čaše i gledajmo kroz vodu povrh čaše direktno u izvor svjetlosti. Voda treba

izgledati tamnije crvena.

Objašnjenje eksperimenta: Sitne čestice mlijeka koje se nalaze u čaši rasipaju svjetlost baterijske lampe, kao što čestice prašine i molekule u zraku rasipaju sunčevu svjetlost. Kad svjetlost sjaji s vrha posude, voda izgleda plava zato što vidimo plavu svjetlost koja se raspršila. Kad gledamo kroz vodu direktno u izvor svjetlosti, voda nam se čini crvena zbog toga što je plava svjetlost uklonjena rasipanjem.

ZAKLJUČAK

Pitanjem :»Zašto je nebo plavo?» ćemo zasigurno zainteresirati djecu za učenje fizike [11]. No važan je i pristup u poučavanju. »Umjesto upornog inzistiranja na činjenicama treba razvijati znatiželju i samopouzdanje. Fiziku treba prezentirati tako da učenici već u učionici imaju priliku razmišljati, razvijati svoje ideje, razmjenjivati ih u raspravi, a kao rezultat stječu određen način mišljenja i sposobnost uporabe fizike za analiziranje i rješavanje problema iz svakidašnjeg svijeta.» (Krsnik, 1997.g., str.244.) Inzistiranjem na operativnom, a ne samo deklarativnom znanju, i tretiranjem fizike kao općeobrazovanog predmeta može se tomu, sada često neomiljenom školskom predmetu, vratiti puni smisao i vrijednost.

Literatura:

- [1] *Weather Wise Education Modules*. 1. listopada 2004. URL: <<http://cimss.ssec.wisc.edu/wxwise/bluesky.html>>
- [2] Gentry J. W., Lin J.C. The legacy of John Tyndall in aerosol science. *Journal of Aerosol Science* **27**, 503-504 (1996).
- [3] *Why is the sky blue? by Science Made Simple*. 25. svibnja 2004. URL: <http://www.sciencemadesimple.com/sky_blue.html>
- [4] *Why is the sky blue? Anthony D. Del Genio of the NASA Goddard Institute for Space Studies*. 12. ožujka 2004. URL: <<http://www.sciam.com/askexpertquestion.cfm>>
- [5] *Why is the Sky Blue?* 1. listopada 2004. URL: <<http://www.why-is-the-sky-blue.tv/>>
- [6] *Exploratorium: Science Snacks: Blue Sky*. 20. rujna 2004. URL: <http://www.exploratorium.edu/snacks/blue_sky/>
- [7] Marković B., *Fizika za 4. r gimnazije* (Školska knjiga, Zagreb, 1960).
- [8] Đurić B., Čulum Ž. *Fizika 4.dio, Optika* (Naučna knjiga, Beograd 1971).
- [9] Ivanović D. M., Vučić V. M. *Fizika II* (Naučna knjiga, Beograd 1984).
- [10] Zagury F., Fujii M. Spectral analysis of red scattered sunlight at sunrise. *New Astronomy* **8**, 549-556 (2003).
- [11] Krsnik R. *Perspektive nastave fizike, Zbornik Trećeg hrvatskog simpozija o nastavi fizike* (Zagreb, 1997).

UDARNI VAL MOLEKULA ZRAKA

Olivera Pionić

Elektrotehnička škola, Teslina 2, Split
e-mail: olivera.pionic@st.t-com.hr

Sažetak

U radu se razmatra nastanak razorne snage, koju u sebi sadrži udarni val u zraku. Vrlo kratko je iznesena teorijska osnova nastanka udarnog vala u plinovima. Posebno je naglašen udarni val nastao u zraku i njegove posljedice na predmete i živa bića (osobito na ljude). U radu se ističe udarni val u Svemiru i zvučni udarni val. Rad ima i svoju pedagošku dimenziju budući ističe fizikalni fenomen posebno zanimljiv učenicima ali ih i potiče na korištenje Interneta u potrazi za fizikalnim sadržajima.

1. Uvod

Živimo na planetu koji ima svoju atmosferu - zračni omotač, bez kojega čovjek ne može živjeti. Naša atmosfera je ujedno i zvučni medij koji nam omogućava zvučnu komunikaciju unutar frekvencijskog intervala od oko 16-20000 Hz. To je interval tzv. čujnog zvuka za čovjeka. Ostala živa bića imaju svoj "čujni" frekvencijski interval. Čovjek je okružen zvukovima: glazbom, govorom, šumovima pa i nesnosnom bukom. Dakle, zvuk je bitna i nužna pojava u svijetu u kojem živimo. Stoga je znanost o zvuku vrlo važna pojava za istraživanje i mora biti više zastupljena u nastavnim programima, odnosno mora se naći način kako je učiniti zanimljivom učenicima.

U ovom radu je izabran jedan od načina. Naime, izlaže se jedan ekstremni slučaj "zvuka"- udarni val molekula zraka (zvučnog medija) koji nastaje kao rezultat velikih trenutnih amplituda otklona molekula zraka. Time molekule zraka dobiju vrlo velike kinetičke energije posljedica čega je razorni zračni udarni val. Njegova rušilačka snaga je zastrašujuća i opasna za sva živa bića.

Ova bi tema svojom zanimljivošću mogla biti prikladna kao poticaj učenicima srednjih škola na ozbiljno usvajanje znanja o zvuku, a ovaj bi rad bio doprinos metodici fizike.

2. Kinetička energija molekula zraka u prostoriji

Izračunati kinetičku energiju svih molekula zraka u prostoriji, u kojoj se nalazimo, moguće je primjenjujući kinetički model idealnog plina. Daniel Bernoulli (1700.-1782.) u svojoj knjizi "Hydrodynamica" iznio je prva ozbiljna

razmatranja o kinetičkom modelu plina. Pri konstrukciji kinetičkog modela idealnog plina polazi se od sljedećih pretpostavki:

- a) plin se sastoji od velikog broja rijetko raspoređenih molekula ($6,022 \times 10^{23}$ molekula u jednom molu) koje se nasumično gibaju velikim brzinama;
- b) na molekule plina može se primijeniti njutnovska mehanika a međudjelovanje čestica plina je zanemarivo malo;
- c) sudari molekula sa stijenkama su kratkotrajni i savršeno elastični.

Primjenom zakona mehanike na ovaj model pokazuje se da za idealni plin vrijedi makroskopski opis, tj. jednadžba stanja plina

$$pV = nRT \quad (1)$$

gdje je p tlak, V volumen posude u kojoj se plin nalazi, T je apsolutna temperatura, n je količina tvari a $R=8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ plinska konstanta. Na temelju kinetičkog modela dobije se da je

$$p = \frac{1}{3} \frac{N}{V} m \overline{v^2} \quad (2)$$

gdje je N broj molekula, m je masa molekule a $\overline{v^2}$ prosjek po kvadratima brzina svih molekula. Drugi korijen te veličine je srednja kvadratična brzina molekule za koju se dobije

$$v_{sk} = \sqrt{\frac{3p}{\rho}} \quad (3)$$

gdje je $\rho = \frac{Nm}{V}$ gustoća plina [1].

Gustoća zraka pri normalnim uvjetima ($p=1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$ i $T=293 \text{ K}$) je $1,29 \text{ kg/m}^3$. Koristeći relaciju (3) dobije se da je brzina molekule zraka $485,37 \text{ m/s}$. Za masu zraka u prostoriji volumena 200 m^3 dobije se 258 kg . I konačno, ukupna translacijska kinetička energija zraka u ovom volumenu iznosi

$$E_k = \frac{mv_{sk}^2}{2} = 3,039 \times 10^7 \text{ J}$$

Zrak svojom težinom neće štetno djelovati na čovjeka i objekte (bez obzira na izračunati iznos kinetičke energije molekula zraka), međutim, imajući u vidu dobiveni iznos kinetičke energije molekula zraka u prostoriji i znajući kakve bi bile posljedice sudara opisane limuzine s drugim objektom

nameće se sljedeće pitanje: Zašto i kako neka eksplozija, čija se energija prenosi samo preko molekula zraka, može biti tako razorna? Objašnjenje pojma eksplozije daje odgovor na ovo pitanje.

3. Eksplozija i udarni val

Eksplozija je ekstremno brzo otpuštanje energije u obliku svjetla, topline, zvuka i udarnog vala. U razumijevanju fenomena udarnog vala krije se odgovor na pitanje zašto djelovanje zraka pri eksploziji može imati kobne posljedice na ljude i objekte. Udarni val je, prije svega, val tlaka koji se širi brzinom većom od brzine zvuka u danom sredstvu i razmatra se u hidrodinamici velikih brzina, tj. u dinamici plinova. Primjer je nelinearnog valnog gibanja [2].

Udarni val se pojavljuje i pri različitim zbivanjima u prirodi, pri sudarima galaksija, eksplozijama supernove, interakciji solarnog vjetera s magnetskim poljem Zemlje, izgaranju meteora. Umjetni udarni val se osim pri eksplozijama, pojavljuje i pri nadzvučnim letovima, sudarima pri velikim brzinama, električnom pražnjenju itd. Fenomeni analogni udarnom valu javljaju se i pri širenju valova u plitkoj vodi, problemima s prometom, širenju informacija ili panike. Fenomen udarnog vala u našim je životima puno prisutniji nego što se to čini na prvi pogled [3].

3.1. Općenito o udarnom valu

Propagacija zvučnog vala u plinu događa se s malim amplitudama longitudinalnog pomaka molekula (nema protoka plina i fizikalne promjene u plinu su male). Brzina ovog vala definirana je brzinom zvuka u plinu, tj. određena je sudarima između molekula plina odnosno temperaturom plina. Bitno drukčija situacija nastaje kad se poremećaj u plinu širi brzinom većom od brzine zvuka. Tada nastaje udarni val.

Udarni val nastaje u području velikog tlaka u plinu i širi se brzinom većom od brzine zvuka. Uzrokovan je naglim i jakim poremećajem, npr. jakom eksplozijom ili nadzvučnim protokom plina preko čvrstog objekta. Šireći se od točke poremećaja udarni val prenosi energiju i može imati destruktivne efekte pri udaru na čvrste objekte. Udarni val kod probijanja zvučnog zida i nakon prelaska u zvučni val još uvijek može stvoriti dovoljno buke koja može štetno djelovati na ljude i životinje [4].

3.2. Udarni val pri eksploziji

Udarni val pri eksploziji sastoji se od jako komprimiranog zraka koji se reflektira od površine tla i stvara sferni val koji putuje od mjesta eksplozije nadzvučnom brzinom. Pri eksploziji dio energije se predaje zemlji pa na tom mjestu nastaje krater i udarni val u zemlji. Taj udarni val analogan je kratkotrajnom i intenzivnom zemljotresu. Ako udarni val naiđe na objekt reflektirat će se sa izuzetnim povećanjem tlaka. Objekt će ujedno djelovati

kao granica vihoru zraka i produljit će njegovo djelovanje.

Nakon nekog vremena od eksplozije udarni val može postati negativan. Slijedi ga vakuum koji ima usisni efekt. Odmah nakon vakuuma nastaje jaki prodor zraka koji kupi i nosi ruševine brzinom detonacije. Udarni val je, dakle, praćen detonacijskim valom [5].

Detonacijski val je mehanizam širenja vatre koji nastaje na sljedeći način: Udarni val izaziva porast temperature plina tako da je temperatura iza udarnog vala viša od temperature ispred udarnog vala. Udarni val može imati takav intenzitet da izazove porast temperature dovoljan za početak gorenja plina. Udarni val djeluje kao upaljač. Vatra izazvana udarnim valom širi se brzinom vala, dakle brzinom znatno većom od brzine obične vatre [2].

3.3. Djelovanje udarnog vala na čovjeka

Prilikom prolaska udarnog vala molekula zraka, val tlaka od preko 5000MPa može ući u pluća i uši izazivajući krvarenja, kolaps pluća i pucanje bubnjića. Nadalje, udarac vala tlaka može biti tako jak da dovede do loma kostiju. Vjetar koji slijedi val tlaka može dovesti i do otkidanja dijelova tijela.

Ako se eksplozija dogodi u zatvorenom prostoru, namještaj i ostali predmeti nošeni udarnim valom također izazivaju ozljede. Komadići ruševina nošeni udarnim valom mogu postići brzinu od 1000 m/s i lako prodiru kroz kožu izazivajući ozljede koje mogu biti samo površinske ali mogu također rezultirati ozbiljnim oštećenjima, amputacijama i iskrvarenjem. Detonacijski val, koji slijedi za udarnim valom, s temperaturom od 2000 C izaziva jake opekline. I na kraju val tlaka s usisnim efektom može biti poguban za oči i bubnjić [6].

3.4. Udarni val u idealnom plinu

Kako je naglašeno, udarni val nastaje samo u plinu koji se giba brzinom većom od brzine zvuka.

Da bi nastao udarni val mora doći do prekida kontinuiteta u gibanju plina duž neke površine. Takvu površinu, na kojoj brzina, tlak i gustoća pokazuju skok, zovemo površinom prekida. Pri nestacionarnom gibanju plina gibaju se i površine prekida pri čemu čestice plina mogu proći kroz tu površinu.

Budući je veličina

$$H + \frac{v^2}{2} \quad (4)$$

gdje je H entalpija a v brzina protoka plina, jedna od veličina koje se ne mijenjaju pri prijelazu kroz površinu prekida, zaključuje se da će Bernoullijeva jednačba vrijediti i za udarni val.

Prekid za koji vrijedi očuvanje mase, momenta i energije zove se udarni val [7].

Dakle, vrijedi:

$$\rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 \quad (5)$$

$$p_1 + \rho_1 v_1^2 = p_2 + \rho v_2^2 \quad (6)$$

$$H_1 + \frac{v_1^2}{2} = H_2 + \frac{v_2^2}{2} \quad (7)$$

gdje su s indeksom jedan označene veličine gustoće, volumena, tlaka i entalpije s jedne strane površine prekida, a sa indeksom dva odgovarajuće vrijednosti s druge strane površine prekida.

Specifična entalpija definirana je kao

$$H = E + RT \quad (8)$$

gdje je E unutrašnja energija plina, a R plinska konstanta. Adijabatska konstanta je

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} \quad (9)$$

dakle omjer specifične topline pri konstantnom tlaku i volumenu.

Iz izraza $H = C_p T$ (10)

i $C_p - C_v = R$ (11) i (9) dobije se

$$H = \frac{\gamma RT}{\gamma - 1}, \quad (12)$$

Nadalje, koristeći zakone idealnog plina dobija se

$$H = \frac{\mathcal{P}}{(\gamma - 1)\rho}. \quad (13)$$

Koristeći navedene relacije za omjere tlakova, gustoće i temperature u udarnom valu dobije se

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{2\gamma M_1^2 - (\gamma - 1)}{\gamma + 1} \quad (14)$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{(\gamma + 1)M_1^2}{(\gamma - 1)M_1^2 + 2} \quad (15)$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{[2\gamma M_1^2 - (\gamma - 1)](\gamma - 1)M_1^2 + 2}{(\gamma + 1)^2 M_1^2} \quad (16)$$

M_1 je Machov broj definiran kao

$$M_1 = \frac{v_1}{u_1},$$

gdje je v_1 brzina udara a u_1 brzina zvuka u plinu data sa

$$u_1 = \sqrt{\frac{B_1}{\rho_1}}.$$

B_1 je modul elastičnosti fluida definiran kao [7]

$$B_1 = \gamma p_1$$

Veza između M_1 i $M_2 = \frac{v_2}{u_2}$ dana je na sljedeći način [2]

$$M_2^2 = \frac{2 + (\gamma - 1)M_1^2}{2\gamma M_1^2 - (\gamma - 1)}.$$

4. Neki primjeri udarnog vala

4.1. Udarni val u astronomiji

Događalo se da detektori, izgrađeni za otkrivanje nuklearnih eksplozija, pokazuju eksplozije koje ne postoje. Međutim, znanstvenici su brzo shvatili da ti signali dolaze iz dalekih dubina Svemira. Bljeskovi gama zračenja koji dolaze do Zemlje zapravo su rezultat najvećih eksplozija u Svemiru. Prilikom eksplozija supernovih ispred izbačene tvari putuje udarni val koji grije međuzvjezdanu tvar do velikih temperatura (deseci milijuna stupnjeva). Takva tvar zrači u rendgenskom dijelu spektra. Chandra x-ray opservatorij zabilježio je jaki udarni val kao posljedicu eksplozije supernove Puppis A [8].

4.2. Zvučni udarni val

Kada se izvor zvuka giba brže od širenja zvuka dolazi do pojave koju zovemo zvučni udarni val. Najbolji primjer je supersonični zrakoplov, tj. zrakoplov koji se giba brzinom većom od brzine zvuka.

Zrakoplov prolaskom kroz zrak dovodi do promjene tlaka zraka, odnosno do titranja čestica zraka u pravcu širenja vala. Brzina poremećaja jednaka je brzini zvuka. Povećanje brzine zrakoplova dovodi do povećanja amplitude zvučnih valova, odnosno dolazi do povećanja tlaka na isturenim dijelovima zrakoplova. Što je zrakoplov bliži brzini zvuka to se poremećaj tlaka približava zrakoplovu i ne stigne se proširiti ispred njega. Molekule zraka nalijeću na aeroprofil zrakoplova i sljede njegov oblik. To dovodi do poremećaja tlaka, gustoće i temperature zraka u vrlo kratkom vremenu. Ispred zrakoplova nalazi se barijera zvučnih valova koja se zove zvučni zid.

Vidljivi bijeli konus koji nastaje pri probijanju zvučnog zida posljedica je isparavanja vlage u atmosferi što se vidi na Slici 1 [9].

Trenutak kada zrakoplov prelazi na nadzvučnu brzinu zove se probijanje zvučnog zida. U tom trenutku događa se skokovita i vremenski kratka promjena parametara zraka te poremećaj zraka prelazi iza zrakoplova. Valna fronta udarnog vala u idealnom slučaju imat će oblik plašta stošca s izvorom u vrhu stošca i pomicat će se za zrakoplovom sve dok mu je brzina veća od brzine zvuka. Kada se opažač nađe u tom području zgusnute energije registrirat će vrlo jaki zvuk, tzv. zvučni prasak.

Najsnažniji registrirani valni udar pri probijanju zvučnog zida nastao je prelaskom na nadzvučnu brzinu zrakoplova F-4 na visini od samo 30 m. Zanimljivo je da ljudi koji su bili na udaljenosti od 70 m nisu pretrpjeli nikakve posljedice.

Pravilo je da se nadzvučni letovi odvijaju na visini od 3000 m iznad morske površine ili 10000 m iznad kopna te na udaljenosti od 28 km od naselja.

Energija udarnog vala nalazi se u frekvencijskom području od 0,1-100 Hz što je manje od frekvencije koju proizvodi moderni supersonični zrakoplov ili industrijska buka. Pri tom je djelovanje udarnog vala kratko, 100 ms za većinu zrakoplova i oko 1 s za "space shuttle". Na jačinu zvučnog vala utječu manevri zrakoplova ali i meteorološki uvjeti.

Zvučni val na zemlju stiže, ovisno o visini, za otprilike 60 s nakon prelijetanja ali ne mora uvijek biti registriran. To je objašnjeno činjenicom da brzina zvuka na različitim visinama ovisi i o temperaturi, tj. da dolazi do krivljenja zvučnih valova prema gore [10].

4.3. Tema udarni val u nastavi fizike

Učenici srednje škole se s pojmom udarnog vala upoznaju samo ukoliko nastavnik

u okviru nastavne cjeline o zvuku spomene probijanje zvučnog zida. Pojmovi zvučni zid i udarni val izrazito su zanimljivi učenicima iako ih rijetko u potpunosti razumiju. Takav sadržaj je korisno uključiti u nastavu fizike jer uvijek pobuđuje znatiželju i interes učenika.

Udarni val se može konstruktivistički obraditi kroz niz problemskih situacija [11]. Ovaj sadržaj, također, omogućuje nastavniku da iskoristi neke od

mogućnosti primjene računala i Interneta u nastavi. Pri obradi ove teme računalo može poslužiti kao izvor informacija, za demonstraciju simuliranog udarnog vala i kao sredstvo komunikacije [12]. Zahvaljujući Internetu učenici mogu doći do informacija o svim temama s kojima se susreću u nastavi i koje ih posebno zanimaju. Tražeći informacije na Internetu učenik uči fizikalne sadržaje ali i napreduje u korištenju računala i poznavanju engleskog jezika. Također uči, uz pomoć nastavnika, procjenjivati informacije do kojih dođe. U slučaju udarnog vala učenike se može uputiti na odabranu i provjerenu simulaciju nastanka i širenja udarnog vala [13]. Istu simulaciju moguće je pokazati i tijekom nastavnog sata koristeći računalo i projektor. Nadalje, učenici mogu putem elektroničke pošte uputiti pitanja znanstvenicima pa tako računalo koriste i kao sredstvo komunikacije. Radeći na ovaj način učenici vide smisao u onome što uče i osjećaju se uključenim u nastavni proces. Učenje postaje aktivan proces a sam nastavni proces maksimalno interaktivan. Ovakvoj bi nastavi trebao težiti svaki nastavnik.

5. Zaključak

Osim što rad pokazuje kolika je silna kinetička energija sadržana u molekulama zraka u zatvorenom prostoru, on istovremeno ukazuje i na zastrašujuću rušilačku osobinu zraka u posebnim okolnostima. Gotovo je neshvatljivo da taj plin, koji život znači, može biti toliko razoran da uništava sve oko sebe. Tu suprotnost naglašava ovaj rad i usmjerava pristup temi zvuka u nastavi kroz poticajne primjere, koji će svojom izuzetnom zanimljivošću i privlačnošću potaknuti učenike na rad. U tome je sadržana pedagoška dimenzija ovog rada koja mu je ujedno svrha i osnovni cilj.



Slika 1. Vidljivi konus udarnog vala pri probijanju zvučnog zida.

LITERATURA:

- [1] Krsnik, R. *Fizika 2, Udžbenik za 2. razred gimnazije* (Školska knjiga, Zagreb, 1999).
- [2] Landau, L.D., Lifšic, E.M. *Mehanika neprekidnih sredina* (Građevinska knjiga, Beograd, 1965).
- [3] *Shock waves*. 29. srpnja 2014. URL:
<http://www.webpages.uidaho.edu/niatt_labmanual/chapters/trafficflowtheory/theoryandconcepts/ShockWaves.htm>
- [4] *Pravilnik o letenju zrakoplova*. 29. srpnja 2014. URL:
<<http://www.propisi.hr/print.php?id=4898>>
- [5] *Explosion*. 03. kolovoza 2014. URL:
<<http://en.wikipedia.org/wiki/Explosion>>
- [6] *Blast injury*. 03. kolovoza 2014. URL:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Blast_injury>
- [7] *Shock wave*. 03. kolovoza 2014.
URL:http://en.wikipedia.org/wiki/Shock_wave

-
- [8] *Puppis A*. 03. kolovoza 2014. URL:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Puppis_A>
- [9] *Shock waves*. 03. kolovoza 2014. URL:
<<http://physics.info/shock/>>
- [10] *Acoustics and Vibration Animations*. 03. kolovoza 2014. URL:
<<http://www.acs.psu.edu/drussell/Demos/refract/refract.html>>
- [11] Krsnik, R. *Fizika 3, Metodički priručnik za nastavnike* (Školska knjiga, Zagreb, 2003).
- [12] Clinch, J., Richards, K. How can the Internet be used to enhance the teaching of physics? *Physics Education* **37**(2), 109-114 (2000).
- [13] *Doppler Effect and Shock Waves HD*. 02. kolovoza 2014. URL:
<https://www.youtube.com/watch?v=-Zu5SGllmwc>

ISTRAŽIVANJE EKSTRASOLARNIH PLANETA KAO DOPRINOS POTRAZI ZA IZVANZEMALJSKIM ŽIVOTOM

Antonijela Bogutovac

Leksikografski zavod Miroslav Krleža

Frankopanska 26

10 000 Zagreb

antonijela.bogutovac@zg.t-com.hr

Sažetak

Prvi ekstrasolarni planet je otkriven 1994. Danas je poznato više od 200 planeta izvan Sunčeva sustava (DJ: 1815 planeta u kolovozu 2014). Neki od njih su plinoviti divovi nekoliko puta veći od Jupitera, a najmanjima je masa 15 puta veća od Zemlje. Ovaj seminarski rad će pokazati koje se tehnike istraživanja koriste danas, dati će kratki pregled onoga što je do danas otkriveno, ponuditi neke hipoteze i spomenuti neke planove za buduća istraživanja.

UVOD

U tamnoj dubini svemira naš planet izgleda kao sićušna oaza života. Gdje su drugi? Kako izgledaju? Jesu li sve životne kemije bazirane na ugljiku i tekućoj vodi? Jesmo li sami među zvijezdama? Pitanje može li život postojati na drugim svjetovima je vrlo staro i dugo je bilo stvar filozofskih spekulacija i maštovitih konstrukcija. Jedan od načina da se odgovori na to pitanje je pronalaženje drugih planetarnih sustava u našem zvjezdanom susjedstvu.

TEHNIKE ISTRAŽIVANJA

Astrometrijska metoda

Ako zvijezda periodično mijenja položaj u odnosu na druge zvijezde, može se pretpostaviti da odstupanje od jednolikog gibanja svojim gravitacijskim utjecajem izaziva planet koji kruži oko nje. Ako bi planet kružio oko zvijezde u ravnini koja omogućava najbolje zapažanje, kut pod kojim bi se vidjelo odstupanje zvijezde mjerio bi se u lučnim sekundama a masa planeta računala prema formuli:

$$m_p = \frac{m_z d \sin \varphi}{r}$$

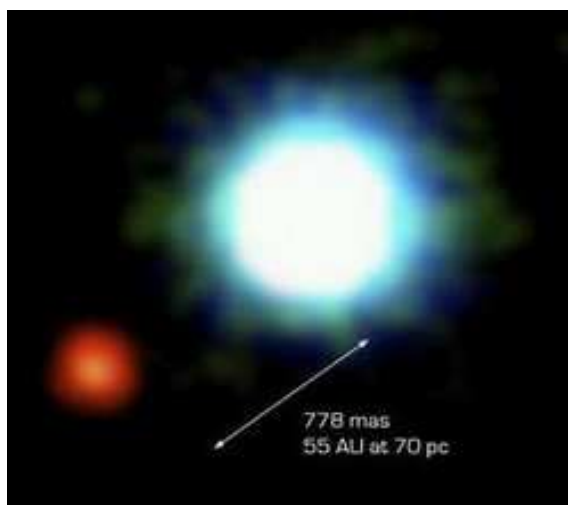
pri čemu je m_p masa planeta, m_z masa zvijezde, r razmak između zvijezde i planeta u astronomskim jedinicama i d udaljenost zvijezde od Zemlje u parsecima.

Prvi nagovještaj planeta oko zvijezde koja nije Sunce dobiven je astrometrijski. Peter van de Kamp je 40 godina fotografirao Barnardovu zvijezdu i njeno okružje, snimio tisuće fotografija i na temelju promjena njena položaja u odnosu na susjedne zvijezde izračunao da se oko Barnardove zvijezde gibaju dva planeta mase približne masi Jupitera [1]. No, do danas nijedno astrometrijsko otkriće planeta nije potvrđeno. Metoda se koristi za dobivanje informacija o planetima koji su već otkriveni drugim metodama [2, 3]. Od ove metode puno se očekuje u budućnosti kad se povećaju mogućnosti teleskopa [4].

Mjerenje perioda pulsara

Oko pulsara, također, mogu kružiti planeti. Oni se otkrivaju preciznim mjerenjem nepravilnosti signala s pulsara koji mogu ukazati na utjecaj planeta. Do sada su na ovaj način otkrivena 4 planeta, a oko pulsara PSRB1620-26 i njegovog pratitelja kruži jedini do sad poznati planet koji obilazi dvije zvijezde. Na planetima oko pulsara ne može postojati život kakav mi možemo zamisliti ponajprije zbog prevelike radijacije [1].

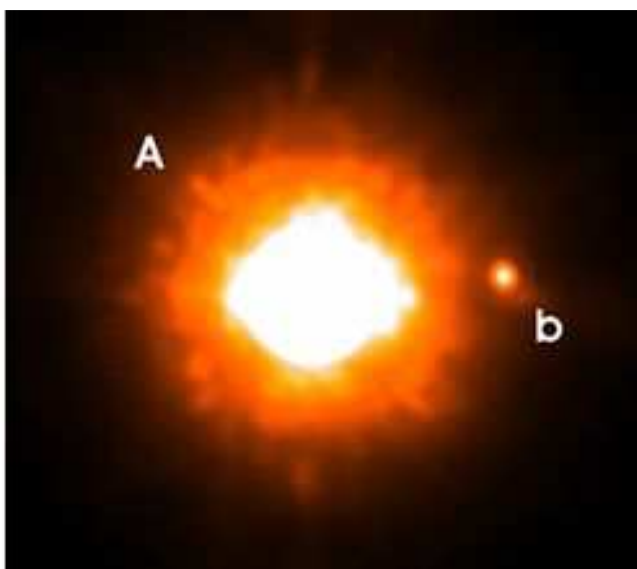
Metoda izravnog fotografiranja



Slika 1. Zvijezda 2M1207 (plavo) i njen planet pratitelj 2M1207b (crveno), koji je prvi extrasolarni planet izravno snimljen. <http://www.eso.org/public/>

Planeti reflektiraju svjetlo zvijezde. Problem ove metode je što su zvijezde oko milijardu puta sjajnije izvori od planeta pa ih svojim sjajem prekrivaju, i što se zasad mogu snimiti samo veliki planeti, nekoliko puta

veći od Jupitera, na velikoj udaljenosti od zvijezde. Znanstvenici se koriste pomagalima kao što su koronografija (fizička blokada svjetla zvijezde) i nuling (postizanje destruktivne interferencije svjetlosti zvijezde) kako bi slabši sjaj planeta izašao na vidjelo. U infracrvenoj svjetlosti razlika u sjaju je manja. Prednost snimanja je što se na ovaj način planetima može odrediti polumjer i temperatura [5]. Do sad su izravno fotografirana 4 planeta. Od ove metode se mnogo očekuje u budućnosti [4].



Slika 2.

Infracrvena fotografija zvijezde GQ Lupi (A) koju obilazi planet (b) na udaljenosti oko 20 puta većoj od udaljenosti Jupiter-Sunce. <http://www.eso.org/public/>

Spektroskopsko mjerenje radijalne brzine

Najviše ekstrasolarnih planeta je otkriveno ovom metodom [6]. Koristi se gravitacijski utjecaj gibanja planeta na gibanje zvijezde. Zvijezda i nevidljivi planet kruže oko zajedničkog centra mase. Brzina gibanja zvijezde ovisi o masi i udaljenost planeta i o masi zvijezde. Periodično gibanje zvijezde dovodi do periodičnog gibanja spektralnih linija. Ako se mjerenja obavljaju kroz dulje vrijeme i pažljivo uspoređuju, može se izračunati vrijeme ophoda i udaljenost planeta od zvijezde vrijeme ophoda T [7]. Tada pomoću trećeg Keplerova zakona nalazimo udaljenost planeta od zvijezde i brzinu gibanja planeta:

$$v_p = \sqrt{\frac{Gm_z}{r}} \quad T = \frac{2\pi r}{v_p}$$

Mjerenjem pomaka linija može se saznati kojom se brzinom v zvijezda giba:

$$\frac{v}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{\lambda' - \lambda_0}{\lambda_0}$$

gdje su λ_0 –laboratorijska valna duljina; λ' –izmjerena valna duljina; v –brzina objekta; c –brzina svjetlosti

Suvremenim instrumentima mogu se detektirati periodična gibanja zvijezde u smjeru od Zemlje i prema Zemlji brzinom od svega 1 m/s. Zemlja pomiče Sunce radijalnom brzinom 0,1 m/s, a Jupiter brzinom 12,5 m/s. Ovom metodom se vrlo lako otkrivaju veliki planeti blizu manjih zvijezda, a za udaljenije planete se moraju obavljati dugotrajna mjerenja. Prema zakonu o očuvanju količine gibanja:

$$m_p = \frac{m_Z v_Z}{v_p}$$

Također, metoda je pouzdanija za male zvijezde jednoličnog nuklearnog gorenja [6]. Složeni kompjutorski programi omogućavaju proračune utjecaja višeplanetnih sustava na gibanje zvijezde [8]. Najveći nedostatak metode je što ne daje inklinaciju planeta, odnosno ne prepoznaje ravninu u kojoj se planeti gibaju. Proračunava se minimalna masa planeta. Stvarne mase planeta su veće. Masa planeta:

$$m_p = \frac{m_i}{\sin i}$$

Ako bi kut inklinacije bio mali, npr. manji od 1° , to bi značilo da planet ima daleko veću masu i veći utjecaj na gibanje zvijezde od onog kojega vidimo. Dakle pomoću ove metode proračunava se minimalna masa planeta.

Fotometrijska metoda

Kad planet prolazi ispred zvijezde (gledano sa Zemlje), sjaj zvijezde pada. Ako se pad sjaja zvijezde događa u pravilnim razmacima, može se izračunati period obilaska planeta oko zvijezde [9]. Tom je metodom 1999. otkriven prvi planet oko zvijezde HD 209458. Prednost metode je što može otkriti planete i oko veoma udaljenih zvijezda [10], nedostatak je taj što vrlo mali postotak planeta kruži oko zvijezde, tako da je, gledano sa Zemlje, zaklanja u nekom dijelu svoje putanje. Metoda omogućava mjerenje polumjera i inklinacije planeta [11]. Omjer svjetlosti koja inače dolazi s neke zvijezde i svjetlosti koja će biti blokirana prilikom prolaska planeta preko diska zvijezde jednak je omjeru površina diska zvijezde i planeta [9]. Ako je

poznat polumjer zvijezde R_z , promjena sjaja ΔL i sjaj zvijezde L tada se polumjer planeta R_p može izračunati. Pojednostavljena jednačba kaže:

$$R_p = R_z \sqrt{\frac{\Delta L}{L}}$$

Kad je poznat polumjer, a u kombinaciji s Doppler metodom kada je poznata i masa planeta, može se izračunati gustoća planeta i može se početi baviti fizikom planeta i jasnije odredi model planetarnih sustava [12].

Metoda gravitacijskih leća

Kada planet i njegova matična zvijezda prolaze ispred neke pozadinske zvijezde, tada gravitacijskim utjecajem na svjetlost (prema Einsteinovu zakonu gravitacije) povećavaju njen sjaj. Takav događaj je rijedak i nepredvidljiv i potrebno je savršeno poravnavanje između pozadinske zvijezde, zvijezde i planeta koji kruži oko te zvijezde, i opservatorija na Zemlji. Zato teleskopi istovremeno promatraju milijune zvijezda i bilježe promjene sjaja. Moguće je i na velikoj udaljenosti detektirati i planete veličine Zemlje [13].

Kada je osim zvijezde i njezin planet poslužio kao gravitacijska leća tada je krivulja promjene sjaja zvijezde nesimetrična. U usporedbi s masom zvijezde može se odrediti i masa planeta. Najplodonosnija promatranja se očekuju u području između Zemlje i središta Galaktike. Do sada su na ovaj način otkrivena 4 planeta. Najveći nedostatak ove metode mjerenja je u tome što se mjerenje ne može ponoviti [13].

Određivanje mase, temperature i kemijskog sastava zvijezde

Masa zvijezde može se odrediti prema njenom spektralnom razredu. Što zvijezda emitira svjetlost viših frekvencija to znači da joj površina ima višu temperaturu. Viša temperatura površine zvijezde nastaje zbog toga što zvijezda ima veću masu pa zbog veće mase jačom gravitacijskom silom tlači jezgru, a to izaziva burnije nuklearne reakcije [9]

Tablica 1. Prikazuje kako se zvijezdama određenog spektralnog razreda glavnog niza HR dijagrama pripisuje određena masa [7]. Masa zvijezde izražena je u jedinicama mase Sunca.

Spektralni razred	Temperatura na površini zvijezde (K)	Masa zvijezde (m_{\odot})
O5	40 000	40
B0	28 000	17
B5	15 000	7,0
A0	9900	3,5
A5	8500	2,2
F0	7400	1,8
F5	6600	1,4
G0	6000	1,07
G5	5500	0,93
K0	4900	0,81
K5	4100	0,69
M0	3500	0,48
M5	2800	0,22

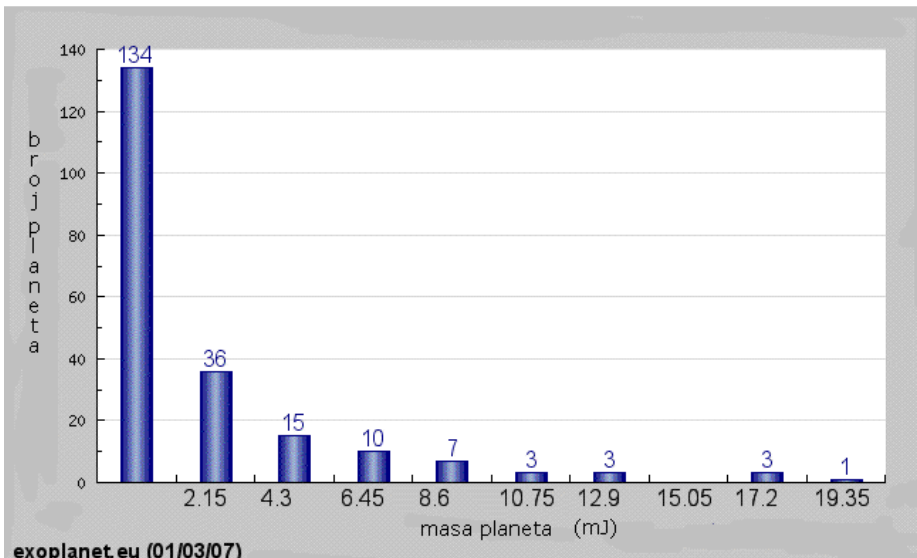
Iz omjera vodika i helija se može saznati i koliko je zvijezda stara. Planeti su otprilike stari koliko i zvijezda pa se može postaviti gornja granica na dužinu vremena koliko se život imao priliku razvijati [14].

Usporedba podataka o dosad otkrivenim planetima

Kako bih dobila što pregledniji oblik mnoštva podataka o ekstrasolarnim planetima iskoristila sam bazu podataka Pariškog opservatorija [20] i izradila grafove i histograme koji slijede. Za jediničnu masu planeta se, uobičajeno, uzima masa Jupitera, jedinična masa zvijezde je masa Sunca, jedinična udaljenost planeta od matične zvijezde je udaljenost Zemlje od Sunca (astronomska jedinica).

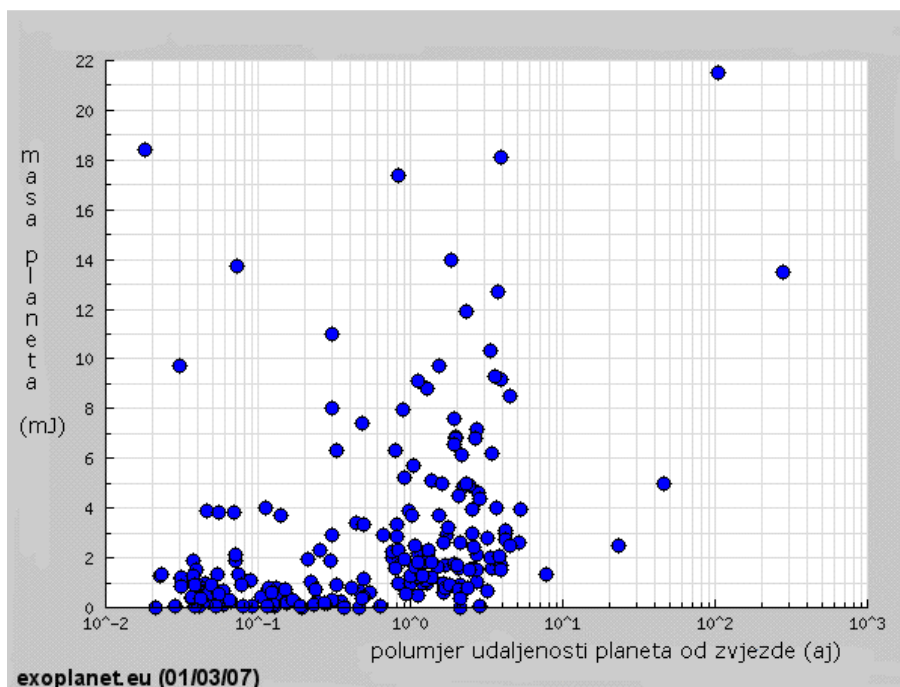
Masa planeta

Za većinu planeta nije poznata inklinacija i poznato je samo $m_p \sin i$. U ovom histogramu su planeti pobrojani prema toj veličini.



Broj planeta se povećava kako se smanjuje njihova masa. To navodi na zaključak da je planeta s masom poput Zemljine i sitnijom još više. Šesnaest planeta je preko 10 puta manje od Jupitera, a najmanji dosad otkriveni planet ima masu $0,012 M_{\text{jup}}$. Najveći objekt koji je u ovoj analizi ušao u kategoriju planeta ima masu $21,5 M_{\text{jup}}$.

Odnos udaljenosti i mase planeta



Neočekivan rezultat potrage za Zemljolikim planetima je veliki broj sustava s divovskim planetima na udaljenostima bližim matičnoj zvijezdi nego što je Merkur Suncu. Nije posve jasno kako su se ti planeti formirali i održali na tako visokim temperaturama. Ipak, veći broj planeta je na većim (dalje nego Zemlja) nego na manjim udaljenostima od zvijezde.

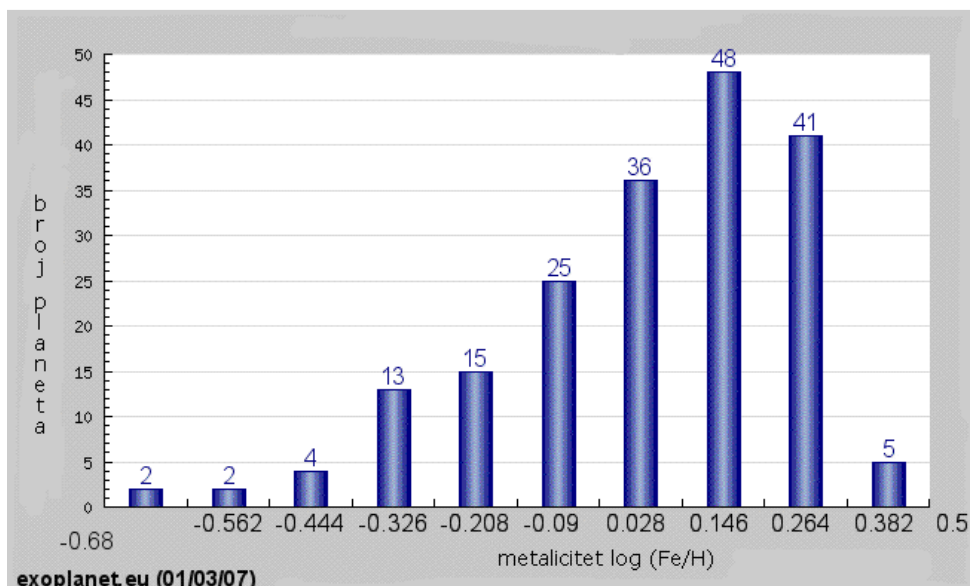
Čak 41 otkriveni planet ima period ophoda oko zvijezde kraći od 5 dana. Najkraći poznati period ophoda je 1,21 dan. Ne može se zaključiti da se općenito više planeta nalazi blizu matičnih zvijezda nego na većim udaljenostima, iako to pokazuju rezultati dosadašnjih opažanja, naprosto zato što je daleko lakše detektirati planete blizu zvijezde.

Mase zvijezda

Najviše planeta je otkriveno oko zvijezda koje su po masi najbližije Suncu. Neka najsuvremenija razmišljanja idu za tim da bi crveni patuljci (zvijezde M i L razreda) također mogli dobro zbrinuti planete na kojima se razvio život [15]. U proračunu vjerojatnosti uskoću naseljivog pojasa nadoknađuju svojom brojnošću.

Povezanost količine metala u zvijezdama i broja planeta

Analizom spektra zvijezde se može saznati kemijski sastav njene atmosfere. Omjer željeza i vodika na Suncu Fe/H je normiran na 1, $\log \text{Fe}/\text{H} = 0$. Uobičajeno je da se u grafovima prikazuje $\log \text{Fe}/\text{H}$.



Oko zvijezda slična metalicitetu kao Sunce pronađeno je 25 planeta, oko zvijezda bogatijih željezom pronađeno je 130 planeta, a oko zvijezda siromašnijih željezom pronađeno je 36 planeta. Dakle, zvijezde koje u svom spektru pokazuju više metala češće imaju planete, ali obilje željeza u

zvijezdi nije nužno za nastanak planeta. Također je moguće i da veliki planeti u blizini zvijezda utječu na to da se u atmosferi zvijezde nađe više željeza.

Također se istražuje utječu li omjeri drugih kemijskih elemenata npr. Si/H, Ca/H, Co/H, Mg/H, Al/H ili Si/Fe, Ca/Fe na to hoće li zvijezda da oko sebe imati planete [16].

Naseljivost planeta

Potruga za izvanzemaljskim životom može se i ograničiti na potragu za uvjetima u kojima bi život poput našeg mogao opstati i još uže na potragu za planetom s atmosferom i tekućom vodom poput našeg. Kad su poznati polumjer i masa planeta, može se izračunati površinska gravitacija. Masa i temperatura stjenovitog planeta određuju kakva će biti atmosfera. Atmosfera određuje kakav će biti tlak na površini planeta i hoće li biti tekuće vode.

Temperatura na površini planeta ovisi o površinskoj temperaturi zvijezde i o udaljenosti planeta od zvijezde. Za proračun temperature važan je albedo (omjer svjetlosti koju planet apsorbira i reflektira) i emisivnost (količina toplinske energije koju planet otpušta u svemir). Značajnu ulogu imaju i staklenički plinovi u atmosferi.

Jakost magnetskih polja određuje hoće li planet imati zaštitu od kozmičkog zračenja [4].

Ako spektroskopska analiza pokaže da atmosfera planeta sadrži kisik, ozon, ugljični dioksid, vodenu paru, to će označiti planet kao

potencijalni nosač života. Utjecaj života na okoliš, naročito utjecaj na atmosferu daje nadu da bi se na ekstrasolarnim planetima mogao detektirati život. No, utjecaj bioloških procesa na atmosferu treba dobro razumjeti prije nego što se počnu donositi zaključci o dalekim svjetovima.

Velika količina kisika bi snažno poduprla pretpostavku da na planetu ima života. Kisik ne može dugo biti u atmosferi planeta poput Zemlje zbog procesa oksidacije. Atmosfera bogata kisikom implicira stabilan izvor kisika. Izvor kisika može biti život. No, postoje nebiološki uvjeti koji omogućavaju zadržavanje kisika u atmosferi. Npr. efekt staklenika na Veneri, ili slaba oksidacija na smrznutom planetu poput Marsa.

Nije lako promatrati spektralne linije kisika u IC dijelu spektra, ozon je daleko lakše detektirati. Spektralne linije vodene pare su također sjajne i H₂O je važan indikator života. Ako bi se u atmosferi pokazale molekule O₃, metana CH₄ ili dušikova oksida N₂O, to bi potkrijepilo pretpostavku o postojanju života. CH₄ se vidi u spektru vidljive svjetlosti i u termalnoj infracrvenoj, a N₂O se može detektirati jedino u infracrvenoj. Nažalost, tih plinova nema mnogo u atmosferi, njihove spektralne linije nisu sjajne i potrebni su snažni instrumenti. Još snažniji instrumenti i dulja promatranja su potrebni da se uoče sezonske promjene razine plina u atmosferi [4].

Područje naseljivosti se može proširiti ako se pretpostavi da se život može razviti oko hidrotermalnih izvora na dnu smrznutog oceana na

zaleđenom planetu s rijetkom atmosferom ili na satelitu daleko od zvijezde. Bakterijski život je otkriven u zemaljskom polarnom ledu na temperaturi -20°C [17]. Pokazalo se da bakterije iz polarnog leda u eksperimentalnim uvjetima mogu vršiti sintezu makromolekula na -15°C [18]. Oaze života su otkrivene na dnu zemaljskih oceana gdje svjetlost Sunca ne dopire, a temperature i tlakovi su vrlo visoki.

Proučavanje bakterija ispod arktičkog leda olakšava istraživanja da li na Marsu ima života. Archea, arheobakterije, proizvode metan. U grenlandskoj ledenoj kori razina metana je 32,8 do 240 puta veća od očekivane i smatra se da se anomalija može objasniti prisutnošću metanogena. Nekoliko stotina metara ispod Marsove površine su slični uvjeti za život. Metan je detektiran i u Marsovoj atmosferi. Metan u atmosferu može dospjeti zbog vulkanske aktivnosti ili kao biološki produkt. Na Marsu nema aktivnih vulkana. Sunčevo zračenje razara molekule metana i ako se metan ne bi nadoknađivao, zračenje bi ga uništilo za 300 g. Ako metanogene bakterije žive na Marsu i proizvode metan, onda su nastanjene na dubini stotinjak metara ispod površine Marsa i ima ih vrlo malo (po jedna na svaki 1 cm^3) što će naravno otežati detekciju [19].

U svakom slučaju ako se bilo kakav život pronađe u našem zvjezdanom okruženju, tada se može zaključiti da je uobičajen u našoj galaktici i raspršen po cijelom svemiru.

PLANOVI ZA BUDUĆA ISTRAŽIVANJA

TPF (Terrestrial Planet Finder) u programu NASA

Terrestrial Planet Finder je opservatorij koji će proučavati planete izvan sunčeva sustava, njihov nastanak i razvoj od diska prašine oko novorođenih zvijezda do oblika koji imaju danas, njihov broj i vrste, veličine, udaljenosti od matičnih zvijezda, i njihovu nastanjivost za život (Kepler mission zadnja referenca). Sadržavat će TPF koronograf i TPF interferometar. TPF koronograf, teleskop za vidljivu svjetlost promjera objektiva 4-6 m koristit će koronograf i druge specijalizirane instrumente (nuling) za otklanjanje ometajućeg utjecaja snažnog sjaja zvijezda, prilikom otkrivanja slabo sjajnih planeta i njihovo izravno snimanje [4]. TPF interferometar, instrument za promatranje atmosfera dalekih planeta koristit će ultra-preciznu formaciju od 5 infracrvenih teleskopa otvora 3-4 m. Budući da je infracrveno zračenje uglavnom toplinsko zračenje, infracrveni teleskopi se moraju hladiti gotovo do apsolutne nule kako njihova vlastita toplina ne bi utjecala na rezultate mjerenja.

Misija planira u 5 godina pretražiti 150 obližnjih zvijezda (različite starosti, spektralnih tipova, količine metala kemijskom u sastavu) na udaljenosti oko 50 godina svjetlosti. Za snimanje spektra zvijezde na udaljenosti 10 pc bit će dovoljna 2h, a za snimanje spektra zvijezde na udaljenosti 15 pc bit će dovoljno 10h.

Oko 50 zvijezda pored kojih se detektiraju planeti će se proučavati detaljnije, s većom rezolucijom, snimat će se 3 dana po zvijezdi i tražit će se spektralne linije CO₂ i H₂O. Najnaprednija spektroskopska promatranja planiraju se provesti za 5 sustava koji najviše obećavaju. Tražit će se spektralne linije O₃ i CH₄.

ZAKLJUČAK

Sunce je jedna od 10¹¹ zvijezda naše galaktike, a naša galaktika je jedna od 50 milijardi danas poznatih galaktika. Sunce je prosječna zvijezda po masi, starosti, kemijskom sastavu, možda je prosječna i po broju planeta. Zasad su izvan Sunčeva sustava zabilježeni samo najveći i najlakše uočljivi planeti. O njima, njihovom broju, okolnostima njihova nastanka, njihovu razvoju i mogućnostima da se na njima razvije život, mogu se donijeti određeni zaključci. Ti zaključci prvenstveno služe razvoju istraživanja i usmjeravanju razvoja instrumenata za istraživanja. Prepoznavanje života na dalekim svjetovima mora biti poduprto znanjem o utjecaju života na atmosferu u Zemlji. Fotosinteza na Zemlji jako utječe na sastav atmosfere, a fotosinteza je postojala i u davnoj prošlosti kad još nije bilo biljaka ni drugih višestaničnih organizama. Dakle atmosfera može pokazivati utjecaj života i kada na planetu postoje samo jednostanična živa bića poput bakterija.

Danas se još uvijek malo zna o životu bakterija u ekstremnim uvjetima na Zemlji pa je potrebno nastaviti i istraživanja u tom smjeru. Lako

je moguće da neka bića u svemiru neobične i po našim kriterijima ekstremne uvjete smatraju udobnim domom.

Literatura:

- [1] Alan P.B. Extrasolar planets. *Physics Today* **49**(9), 32-8 (1996).
- [2] Benedict, G. F., McArthur, E., Forveille, T., Delfosse, X., Nelan, E., Butler, R.P., Spiesman, W., Marcy, G., Goldman, B., Perrier, C., Jefferys, W. H., Mayor, M. A Mass for the Extrasolar Planet Gl 876b Determined from Hubble Space Telescope Fine Guidance Sensor 3 Astrometry and High-Precision Radial Velocities. *The Astrophysical Journal* **581**(2), L115 (2002).
- [3] *Extrasolar planets encyclopaedia, Paris observatory*. URL: <<http://exopla.et.eu/>>
- [4] Beichman, C. A., Woolf, N. J., Lindensmith, C. A. *The Terrestrial Planet Finder (TPF)* (Jet propulsion laboratory, California institute of technology, 1999).
- [5] Neuhauser, R., Guenther, E.W., Wuchterl, G., Mugrauer, M., Bedalov, Hauschildt, P.H. Evidence for a co-moving substellar companion of GQ Lup. *Astronomy & Astrophysics* **435**, L13 (2005).
- [6] Galland, F., Lograng, A. M., Udry, S., Chelli, A., Pepe, F., Beuzit, J.L.,

-
-
- Mayor, M. Extrasolar planets and brown dwarfs around A-F type stars, *Astronomy and Astrophysics* **444**, L21-L24 (2005).
- [7] *The Geneva Extrasolar planet search program*. URL: <<http://obswww.unige.ch/~udry/planet/planet.html>>
- [8] Gozdziewski, K., Konacki, M., Maciejewski, A.J. Orbital configurations and dynamical stability of multi-planet systems around Sun-like stars. *The Astrophysical Journal* **632**, 638 (2005).
- [9] Udalski, A., Zebur, K., Kubiak, M., Wyrzykowski, L. Search for four low-mass exoplanets by gravitational microlensing at high magnification. *Science* **305**, 1264-1266 (2004).
- [14] Apai, D., Pascucci, I., Bouwman, J., Natta, A., Henning, T., Dullemond, C. P. The onset of planet formation in brown dwarf disks. *Science* **310**, 834-836 (2005).
- [15] Bonfils, X., Delfosse, X., Udry, S., Santos, N., Forveille, T., Segransan, D. Metallicity of M dwarfs I. A photometric calibration and impact on the mass-luminosity relation at the bottom of the main sequence. *Astronomy & Astrophysics* **442**, 635 (2005).
- [16] Gilli, G., Israelian, G., Ecuivillon, A., Santos, N.C., Mayor, M. Abundances of refractory elements in the atmospheres of stars with extrasolar planets. *Astronomy and Astrophysics* **449**(2), 732-736 (2006).
- [17] Junge, K., Eicken, H., Deming, J.W. Bacterial activity at -2 to -20°C in Arctic Wintertime Sea ice. *PNAS* **70** (1), 550-557 (2003).
- [18] Christner, B.C. Incorporation of DNA and protein precursor into macromolecules by bacteria at -15°C . *PNAS* **68** (12), 6435-6439 (2002).
- [19] Tung, H.C., Bromal, N.E., Price, P.B. Microbial origin of excess methane in glacial ice and implications for life on Mars. *PNAS* **102** (51), 18292-18296 (2005).

STRUČNI RAD

KARCINOGENI I MUTAGENI U DUHANSKOM DIMU

I RAK PLUĆA

Željka Ninčević

OŠ Marjan

Područno odjeljenje KBC Firule - dječji odjel

Gajeva 1, 21000 Split

zeljka.nincevic@st.t-com.hr

Sažetak

Rak pluća je prvi među uzrocima smrti zbog raka u zapadnom svijetu. Njegova pojava je usko povezana s pušenjem, pa oko 10% od pušača koji dugo puše imaju dijagnosticiran rak pluća, unatoč pojačanju kampanja protiv pušenja. Složenost duhanskog dima dovodi do nekih zabuna o mehanizmima koji uzrokuju rak pluća. Između mnogih komponenti duhanskog dima, 20 karcinogena uvjerljivo uzrokuje rak pluća. Od ovih, policiklički aromatski ugljikovodici i specifični za duhan nitrozamini, kao što je 4-metilnitrozamino-1,3-piridil-1-butanon igraju glavne uloge. Cilj ovog istraživanja bio je znanstveno potkrijepiti tvrdnju da u duhanskom dimu postoje karcinogeni, pri čemu se povezuje ovisnost o nikotinu sa rakom pluća zbog izloženosti tim komponentama. Također su opisani mehanizmi pomoću kojih karcinogeni iz duhanskog dima reagiraju s DNA i uzrokuju genetičke promjene, te veza između izloženosti organizma karcinogenima iz duhanskog dima i mutacija onkogenih i gena supresora tumora. Podaci dobiveni ovim istraživanjem mogu se iskoristiti pri obradi nastavnih sadržaja o mutacijama, kao i za edukaciju učenika s ciljem spriječavanja ovisnosti.

UVOD

Medicinski dokazi o šteti koju nanosi pušenje su skupljeni oko 200 godina, u početku u vezi s rakom jezika i usta, a kasnije u vezi s krvnim bolestima i rakom pluća. Dokazi su uglavnom ignorirani sve dok 1950. godine nisu publicirane prve studije o pušenju i cigaretama. Pušenje je postalo uobičajeno, prvo među muškarcima, a zatim među ženama tijekom prve polovice 20-tog stoljeća [9]. U Hrvatskoj trenutačno puši 1200000 ljudi, odnosno 35% stanovnika, među kojima su sve brojnije žene i mladi. Počinju pušiti već 13-godišnjaci, a čak oko 70% djece pasivno puši, jer je pušač netko od ukućana [12]. Nije samo hrvatska pušačka statistika crna, u svijetu se godišnje popuši 15 milijardi cigareta. Pušači imaju značajno povećan rizik oboljevanja od koronarnih i cerebrovaskularnih bolesti, kroničnih opstruktivnih plućnih bolesti, raka pluća i drugih tumora nego nepušači [1]. Duhanski proizvodi su glavni razlog smrti zbog karcinoma koji se može izbjeći, a tu je uključeno oko 30-40% smrtnih slučajeva od svih oboljelih od karcinoma [7]. Iako je izbjegavanje cigareta i prestanak pušenja očito najbolji način za smanjivanje broja oboljelih od raka izazvanog pušenjem,

ovi pristupi ipak nisu potpuno uspješni [2]. Smrtnost zbog bolesti izazvanih pušenjem u sredini i drugoj polovici 21. stoljeća ovisit će o tome koliko će mladih ljudi postati pušači u slijedećim desetljećima [9].

Posebno je potrebno izdvojiti rak pluća zbog širokog rasprostranjenja ove bolesti kod nas i u svijetu. Bez izuzetka, sve studije su pokazale vezu između pušenja i raka pluća kod muškaraca, a sada se pokazuje slično i kod žena [7]. Sirom svijeta rak pluća ubija više od milijun ljudi svake godine. Danas ima oko bilijun pušača u svijetu, a čak trećina ih je u Kini, gdje se predviđa velika epidemija raka pluća [3].

Iako su moćni argumenti protiv pušenja i poboljšane strategije prestanka pušenja, brojke nam govore da je daleko postići društvo u kojem nema pušenja. Štoviše, izloženost nepušača duhanskom dimu je prihvaćen uzrok raka pluća, iako je rizik mnogo manji nego kod pušača. Razumijevanje mehanizama raka pluća izazvanog pušenjem trebalo bi dovesti do novih strategija za smanjivanje rizika oboljevanja, posebno kod populacije školske dobi [3].

METODE

Metodom Internetskog pretraživanja znanstvenih časopisa s čimbenikom odjeka većim od 0.5 pronašla sam članke potrebne za izradu ovog seminarskog rada.

REZULTATI

U pretraženoj literaturi pronašla sam znanstveno dokazane tvrdnje da se za 55 komponenata krute faze duhanskog dima zna da su karcinogene, a među njima posebno treba spomenuti benzopiren i 4-metilnitrozamino-1,3-piridil-1-butanon, koji su odgovorni za nastanak raka pluća izazvanog pušenjem.

Iako još nisu sasvim proučeni, postoje molekularni mehanizmi koji objašnjavaju kako metabolički aktivni karcinogeni iz duhanskog dima reakcijama s DNA uzrokuju mutacije. Djelovanjem ovih spojeva na onkogene ili gene supresore tumora dolazi do nekontroliranog rasta mutiranih stanica, te do pojave raka pluća.

Znanja stečena ovim istraživanjem mogu se iskoristiti u nastavi za oživljavanje sadržaja o mutacijama, kao i za prevenciju ovisnosti.

DISKUSIJA

95% duhanskog dima sastoji se od plinova, uglavnom dušika, kisika i ugljikovog-dioksida. Osim plinovite, postoji i kruta faza koja sadrži oko 3800 komponenata [15]. Za 55 (DJ: 69 u 2014, vidi ref. 15) komponenata krute faze duhanskog dima se zna da su karcinogene, što je dokazano kod laboratorijskih životinja i ljudi [3, 15] (tablica 1.).

Tablica 1.*Zbroj svih karcinogena u duhanskom dimu*

Tip karcinogena	Broj komponenti
Policiklički aromatski ugljikovodici	10
Azo-areni	3
N-nitrozamini	7
Aromatski amini	3
Heterociklički aromatski amini	8
Aldehidi	2
Ostale organske komponente	15
Anorganske komponente	7
Ukupno	55

20 komponenti s ove liste dokazano izaziva rak pluća, a identificirani su u duhanskom dimu [3] (tablica 2.).

Tablica 2.*Plućni karcinogeni u duhanskom dimu*

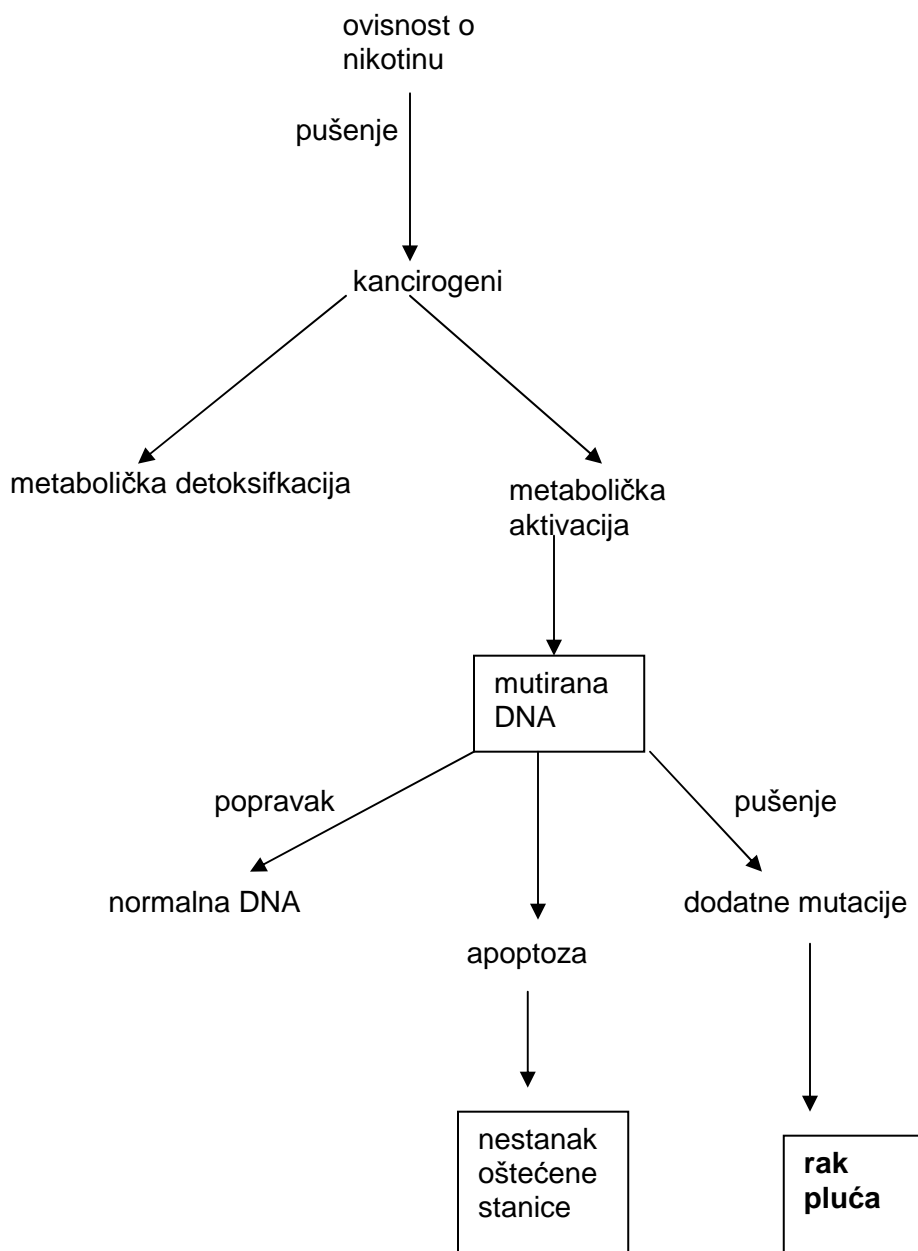
Karcinogena klasa	Sastojak
Policiklički aromatski ugljikovodici	Benzo(a)piren
	Benzo(b)fluorantan
	Benzo(f)fluorantan
	Benzo(k)fluorantan
	Dibenzopiren
	Indenopiren
	Dibenzantracen
	5-metilkrizen
Azo-areni	Dibenzakridin
	7H-dibenzokarbazol
N-nitrozamini	N-nitrozodietilamin
	4-metilnitrozamino-1,3-piridil-1-butanon

Ostale organske komponente	1,3-butadien
	Etil karbamat
Anorganske komponente	Nikal
	Krom
	Kadmij
	Polonij-210
	Arsen
	Hidrazin

Među policikličkim aromatskim ugljikovodicima benzopiren je komponenta koja je najviše istraživana. To je potencijalni plućni karcinogen, što je dokumentirano u mnogim studijama [3,8,11]. Velika količina objavljene literature o benzopirenu sklanja pozornost sa drugih policikličkih aromatskih ugljikovodika. Npr. dibenzantracen i 5-metilkrizen su jači plućni karcinogeni nego benzopiren, ali ipak je njihova količina u duhanskom dimu manja nego benzopirena. Dva azo-arena u duhanskom dimu su također plućni karcinogeni. Aktivnost dibenzakridina je znatno manja od benzopirena, dok je aktivnost 7H-dibenzokarbazola veća od benzopirena. Sadržaj obje komponente u duhanskom dimu je relativno nizak. Među *N*-nitrozaminima posebno je potrebno spomenuti 4-metilnitrozamino-1,3-piridil-1-butanon koji izaziva rak pluća i to adenokarcinom, što je pokazano kod svih laboratorijskih životinja bez izuzetka. Dim cigareta sadrži znatnu količinu ovog spoja, pa kompletna doza koju unese pušač u svom životu pušenjem u svoj organizam je vrlo blizu najnižoj dozi koja je potrebna da izazove rak pluća kod laboratorijskih životinja. Njegova količina i količina ukupnih policikličkih aromatskih ugljikovodika u duhanskom dimu su gotovo jednake. 1,3-butadien je karcinogena komponenta plinovite faze duhanskog dima, ali u većini studija kruta faza pokazuje veću karcinogenu aktivnost. Nikal, kadmij, krom i arsen su svi prisutni u duhanskom dimu, pa se određeni postotak svakog od njih pušenjem prenosi u zrak. Količina arsena u zraku je znatno manja od prestanka njegovog korištenja u pesticidima 1952. godine. Osim ovih komponenti duhanski dim sadrži i visok nivo akroleina, koji je toksičan za plućne cilije, i druge agense kao što su dušikovi oksidi, acetaldehid, formaldehid i sl., koji indirektno mogu biti plućni karcinogeni [3].

Svi karcinogeni iz tablice 2. pušenjem i gorenjem cigareta, zajedno s onim što izlazi difuzijom kroz cigaretni papir, dospijevaju u zrak, te štetno djeluju na osobe u okolini pušača. Dim u zraku je takav da je ipak manji rizik oboljevanja od raka pluća kod pasivnih pušača [3].

Slika 1.
Povezanost ovisnosti o nikotinu s razvojem raka pluća



Ovisnost o nikotinu je zapravo razlog zbog kojeg ljudi nastavljaju

pušiti (Slika 1.). Iako se sam nikotin ne smatra kancerogenim, ipak svaka cigareta sadrži mješavinu karcinogena, uključujući male doze policikličkih aromatskih ugljikovodika i 4-metilnitrozamino-1,3-piridil-1-butanon, među ostalim plućnim karcinogenima i promotorima tumora [8,11]. Da bi došao do izražaja njihov karcinogeni efekt, ovi karcinogeni zahtjevaju metaboličku aktivaciju.

Kronično izlaganje plućne DNA mnoštvu metabolički aktivnih karcinogena je u skladu sa sadašnjim razumijevanjem raka kao bolesti koja nastaje zbog promjena ključnih gena koji reguliraju rast [4]. Postoje i putovi detoksifikacije, a balans između metaboličke aktivacije i detoksifikacije se razlikuje kod ljudi i utječe na rizik oboljevanja od raka. Proces metaboličke aktivacije kancirogena iz cigarete dovodi do stvaranja formacija mutirane DNA, na koju su kovalentno vezani karcinogeni metaboliti i to najčešće na guanin ili adenin [8,16,17]. Metabolički putovi benzopirena i 4-metilnitrozamino-1,3-piridil-1-butanona, reprezentativnih plućnih karcinogena su dobro proučeni. Glavni metabolički put benzopirena je njegova pretvorba u 7,8-diol-9,10-epoksid. Jedan od njegova 4 enantiomera je jako karcinogen i reagira s DNA stvarajući mutirane formacije. Što se tiče drugog plućnog karcinogena, njegov glavni metabolit je 4-metilnitrozamino-1,3-piridil-1-butanol koji se dobiva hidroksilacijom susjednih ugljika u *N*-nitrozo grupu, što također dovodi do mutacija. Ako ovakve mutirane formacije izbjegnu mehanizme staničnog popravka i ostanu takve, može doći do pogrešnog kodiranja, što rezultira trajnim mutacijama.

Stanice sa oštećenom DNA mogu biti uklonjene apoptozom odnosno programiranom smrću stanice. Ako se pojavi trajna mutacija u kritičnoj regiji onkogeno (gen koji kada mutira ili se aktivira u krivo vrijeme tako da uzrokuje rak) ili gena supresora tumora (gen koji u normalnim okolnostima sprječava rast stanice, a ako je oštećen može nastati rak) [13], dolazi ili do aktivacije onkogeno ili do deaktivacije gena supresora tumora. Višestruki događaji ovakvoga tipa dovode do stvaranja mutiranih stanica s gubitkom normalne kontrole rasta i konačno do nastanka raka pluća [11].

Danas postoji veliki broj podataka o mutacijama gena KRAS i gena p53 kod raka pluća pušača, te se ove mutacije povezuju sa specifičnim karcinogenima u duhanskom dimu [8]. Postoji linearna veza između broja popušanih cigareta i rizika oboljevanja od raka pluća [11]. Blokiranje bilo kojeg horizontalnog stupnja na slici 1. dovodi do smanjenja rizika oboljevanja od raka pluća, čak i kod ljudi koji nastave pušiti [3].

Direktna interakcija metabolički aktivnih karcinogena sa kritičnim genima kao što je gen p53-gen supresor tumora i Kirsten-ras (KRAS)-onkogen, je centralna za hipotezu o specifičnim karcinogenima iz duhanskog dima koji uzrokuju rak pluća. Gen p53 igra značajnu ulogu u održavanju ravnoteže između stanične proliferacije i smrti [12]. Poznati podaci pokazuju da p53 mutacije kod slučajeva raka pluća se mogu pripisati direktnom oštećenju DNA zbog karcinogena u duhanskom dimu, a ne prijašnjim endogenim mutacijama [10]. Više od 50% slučajeva raka pluća ima mutiran ovaj gen, a najčešće su mutacije guanina. Pri tome može doći

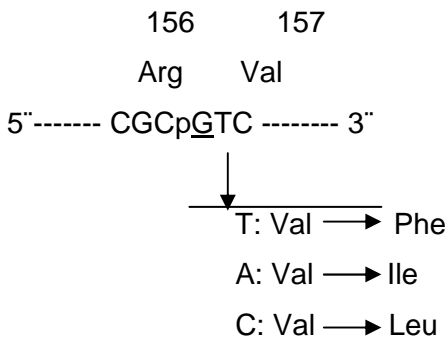
do transverzije guanina u timin (purin u pirimidin), a u nešto manjem broju slučajeva dolazi do tranzicije guanina u adenin (purin u purin ili pirimidin u pirimidin). Kad je mutiran, p53 funkcionira kao onkogen i akumulira se u citoplazmi [8].

Mutacija na kodonu 12 gena KRAS se pojavljuje kod skoro 50% slučajeva primarnih adenokarcinoma, ali se rijetko pronalazi kod drugih tipova tumora [11]. KRAS jednom mutiran, najčešće transverzijom guanina u timin, može transformirati stanice plućnog epitela, aktivacijom raznih enzima u plućima. Ove mutacije su češće kod pušača, te onih koji su prestali pušiti nego kod nepušača, što pokazuje da one mogu nastati direktnom reakcijom aktiviranih karcinogena iz duhanskog dima s genom [3]. Visoka vrijednost aktiviranih onkogenih kod tumora pluća pušača pokazuje da je aktivacija onkogenih integralni korak u razvoju određenih tipova tumora, osobito onih koji su povezani s izloženosti kemikalijama [11].

Studije su pokazale da pušači koji smanje broj popušanih cigareta, proporcionalno tome imaju i smanjene vrijednosti metabolita karcinogena specifičnih za pušenje [5], ali ipak velik broj mutiranih formacija DNA ostaje u plućnom tkivu i nekoliko godina nakon prestanka pušenja [11]. Zbog toga što je nivo ovih formacija povezan s dnevnim ili životnim konzumiranjem cigareta, one su predložene kao potencijalni biomarker za rizik oboljevanja od raka pluća. Jedna od zabrinjavajućih činjenica je da ljudi koji počnu pušiti u mlađoj dobi imaju veću količinu stalnih DNA promjena, nego pušači koji počinju s pušenjem u starijoj dobi (8).

Osim karcinogenih efekata duhanskog dima, smatra se da je njegova mutagena komponenta glavni uzrok malignih promjena na plućima [12]. Razna ispitivanja vršena po tom pitanju su pokazala da postoji velik broj supstanci u duhanskom dimu sa mutagenom aktivnošću [7]. Primarno mjesto metabolizma komponenti duhanskog dima je tkivo respiratornog trakta. Plućno tkivo sadrži enzime koji mogu prevesti karcinogene u mutagene forme. Ovome u prilog ide i činjenica da rak nastaje somatičkim mutacijama [6]. Ove mutacije, koje uključuju gene supresore tumora ili onkogene, mogu biti odlučujući događaji u karcinogenezi. I epidemiološki podaci podržavaju teoriju da grupe stanica akumuliraju neke ključne mutacije, a smatra se da stanice i ranije razvijaju predispozicije za mutacije. Taj fenotip može biti i nasljedan [8]. Od 3800 potencijalnih mutagena koji su sadržani u duhanskom dimu, najbolji kandidat za ulogu posrednika između pušenja i nastanka raka pluća je benzopiren-diol-epoksid, metabolit benzopirena, samo jednog od policikličkih aromatskih ugljikovodika pronađenih u duhanskom dimu. Studije su pokazale da se on veže za DNA formirajući mutirane forme. Ako takva forma ostane nepopravljena, DNA polimeraza pogrešno prepisuje tijekom replikacije pri čemu uglavnom dolazi do transverzije guanina u timin. Jaki signali ovakvih mutacija su pronađeni na kodonima (tripletima baza) 157 (GTC), 248 (CGG) i 273 (CGT) gena p53, koji su glavne točke mutacija kod raka pluća. Mutacije na kodonima 248 i 273 se pojavljuju kod svih vrsta karcinoma, a kodon 157 je ključno mjesto, jedinstveno za rak pluća [12]. Guanin kodona 157 (GTC) je najčešća

meta karcinogena i mutagena, pa transverzijom guanina u timin nastaje drugačija aminokiselina (slika 2.). U usporedbi s ovom promjenom, sve druge supstitucije na kodonu 157 su mnogo manje karcinogene.



Slika 2. Promjene baza na kodonima 156 i 157 gena p53

Ukoliko se guanin supstituira adeninom na prvoj poziciji kodona 157, to rezultira promjenom valina u izoleucin, tj. dolazi do supstitucije jedne alifatske aminokiseline (Val) u drugu funkcionalno sličnu (Ile). Nasuprot tome, transverzija guanina u timin rezultira mnogo ozbiljnijim promjenama: umjesto originalnog alifatskog valina dolazi aromatski fenilalanin, pa samim time nastaje mutirani protein. Ovakvom promjenom genetičkog materijala stvaraju se toksični agensi, tj. tumorozno tkivo koje nekontrolirano raste. Upravo rak pluća je bolest koja pokazuje najveću količinu ovakvih induciranih mutacija, uzrokovanih mutagenima iz duhanskog dima. Mutacijom citozina na trećoj poziciji kodona 156 koje je također moguće mjesto mutacije, ne dolazi do bitnih promjena, jer zamjenom posljednje baze, aminokiselina ostaje ista – arginin.

Osim promjena na genima djelovanjem karcinogena i mutagena, može doći i do promjena čitavih sekvenci DNA, njihovog brisanja ili proširivanja, pa i do promjena čitavih kromosoma kao što su delecija ili amplifikacija [8].

Najveći broj slučajeva raka pluća je dijagnosticiran kod bivših pušača. Ovo pretpostavlja da akumuliranje molekularnih oštećenja tijekom izlaganja duhanskom dimu izaziva kaskadu događaja koji dovode do dijagnoze raka [3]. Ostali faktori rizika uključuju izlaganje različitim faktorima okoliša (azbest, uran, radijacija), dijetama (nedostatak vitamina A ili E, nakupljanje kolesterola), te genske faktore (nasljeđe).

Sadržaji ovog seminarskog rada djelomično se spominju u udžbenicima biologije za osmi razred osnovne škole, te za treći i četvrti razred srednje škole, uz nastavne jedinice o mutacijama i štetnosti pušenja. U svim udžbenicima je naglašena činjenica da rak pluća nastaje uzastopnim

somatičkim mutacijama, a izazvan je kemijskim spojevima koji se nalaze u duhanskom dimu. Posebno je spomenut benzopiren [14,18], kao glavni sastojak duhanskog dima koji je odgovoran za plućnu karcinogenezu. Obrađuju se i onkogeni koji svojom aktivacijom mogu izazvati rak.

Iako se svugdje napominje koliko su teške posljedice pušenja, ipak smatram da bi se učenicima bolje približili ti sadržaji i povezali sa mutacijama ukoliko bi se upoznali sa mehanizmima pomoću kojih karcinogeni iz duhanskog dima reagiraju s DNA, te uzrokuju mutacije. Na modelima molekula DNA moglo bi se zorno prikazati do čega dolazi zamjenom jedne dušične baze kodona nekom drugom, te posljedice ovakvih promjena na sintezu proteina. Time bi se u okviru nastavnih sadržaja koji obrađuju mutacije, uključili i oni o prevenciji, štetnosti, te prestanku pušenja.

ZAKLJUČAK

Čak i kod članaka uglednih znanstvenika s dobrom ekspertizom za uzroke i mehanizme nastanka raka pluća, često se čuje izjava kao: "Karcinogeni mehanizmi kod pušenja nisu dovoljno istraženi." Iako je istina da možda nikad nećemo moći poznavati svaki detalj kompleksnog procesa nastanka raka pluća zbog pušenja, i vjerovatno ne postoji samo jedan mehanizam karcinogeneze izazvane pušenjem, ipak postoje generalni principi koji su proizašli iz intenzivnih istraživanja posljednjih 4-5 desetljeća.

Prevencija pušenja kao ovisnosti i poboljšanje strategija prestanka pušenja su glavni prioriteti. Zbog toga upravo djeci školske dobi treba razjasniti posljedice pušenja jer u posljednje vrijeme trend pušenja počinje u sve ranijoj dobi.

Literatura

- [1] Cerami, C., Found, H., Nicholl, I., Mitsuhashi, T., Giordano, D., Vantpatten, S., Lee, A., Al-Abed, Y., Vlassara, H., Bucala, R., Cerami, A. Tobacco smoke is a source of toxic reactive glycation products. *Proc Natl Acad Sci. USA* **94**, 13915-13920 (1997).
- [2] Hecht, SS. Tobacco and cancer: approaches using carcinogen biomarkers and chemoprevention. *Ann N Y Acad Sci.* **833**, 91-111 (1997).
- [3] Hecht, SS. Tobacco smoke carcinogens and lung cancer. *J Natl Cancer Inst.* **91**(14), 1194-1210 (1999).
- [4] Hecht, SS. Cigarette smoking and lung cancer: chemical mechanisms and approaches to prevention. *Lancet Oncol.* **3**, 461-469 (2002).
- [5] Hecht, SS., Murphy, S., Carmella, S., Zimmerman, C., Losey, L., Kramarczuk, I., Roe, M., Puumala, S., Li, C., Jensen, J., Hatsukami, D. Effect of reduced cigarette smoking on the uptake of a tobacco-specific lung carcinogen. *J Natl Cancer Inst.* **96**(2), 107-115 (2004).
- [6] Kier, L., Yamasaki, E., Ames, B. Detection of mutagenic activity in cigarette smoke condensates. *Proc Natl Acad Sci. USA* **71**(10), 4159-4163 (1974).

-
- [7] Loeb, L., Ernster, V., Warner, K., Abbotts, J., Laszlo, J. Smoking and lung cancer: an overview. *Cancer Res.* **46**(10), 5453-5456 (1984).
- [8] Massion, P., Carbone, D. The molecular basis of lung cancer: molecular abnormalities and therapeutic implications. *Respir Res.* **4**(1), 12 (2003).
- [9] Peto, R., Darby, S., Deo, H., Silcocks, P., Whitley, E., Dool, R. Smoking, smoking cessation, and lung cancer in the UK since 1950: combination of national statistics with two case-control studies. *Br Med J.* **321**, 323-329 (2000).
- [10] Pfeifer, G., Denissenko, M., Olivier, M., Tretyakova, N., Hecht, S., Hainaut, P. Tobacco smoke carcinogens, DNA damage and p53 mutations in smoking-associated cancers. *Oncogene* **21**, 7435-7451 (2002).
- [11] Reynolds, S., Anna, C., Brown, K., Wiest, J., Beattie, E., Pero, R., Iglehart, J., Anderson, M. Activated protooncogenes in human lung tumors from smokers. *Proc Natl Acad Sci. USA* **88**, 1085-1089 (1991).
- [12] Rodin, S., Rodin, A. Human lung cancer and p53: the interplay between mutagenesis and selection. *PNAS* **97**(22), 12244-12249 (2000).
- [13] Seljanec, V., Bule, R., Tokić, J. *Biologija čovjeka-udžbenik za osmi razred osnovne škole* (Profil, Zagreb, 2001).
- [14] Springer, O., Pevalek-Kozlina, B. *Biologija 3-fiziologija čovjeka i fiziologija bilja-udžbenik za treći razred gimnazije* (Profil, Zagreb, 1997).
- [15] *Cigarette ingredients*. 20. kolovoza 2014. URL: <<http://www.tricountycessation.org/tobaccofacts/Cigarette-Ingredients.html>>
- [16] West, K., Brognard, J., Clark, A., Linnoila, I., Yang, X., Swain, S., Harris, C., Belinsky, S., Dennis, P. Rapid Akt activation by nicotine and a tobacco carcinogen modulates the phenotype of normal human airway epithelial cells. *The Journal of Clinical Investigation* **111**(1), 81-90 (2003).
- [17] Wiencke, J. DNA adduct burden and tobacco carcinogenesis. *Oncogene* **21**(48), 7376-7391 (2002).
- [18] Vrtar, B., Balabanić, J., Meštrov, M. *Genetika, evolucija, ekologija-udžbenik biologije za četvrti razred gimnazije* (Školska knjiga, Zagreb, 1999).

ZNANSTVENI DOKAZI O POZITIVNIM I NEGATIVNIM UČINCIMA FLUORA NA LJUDSKI ORGANIZAM

Branka Maleš
M. Geltadića 34a
21000 Split
branka@balatura.com

Sažetak

U radu su opisane bitne osobine fluora, njegova pojava u kemijskim spojevima s drugim elementima, te utjecaj na čovjeka. Fluor se nalazi svugdje oko nas (u vodi, zraku, lijekovima, anestetima, hrani, pastama za zube itd.). Danas je teško naći pastu za zube bez dodanih spojeva fluora, premda u znanstvenoj literaturi postoje dokazi ne samo o povoljnim utjecajima fluora na zube nego i o štetnosti fluoridacije po zdravlje ljudi.

1. UVOD

Fluor je neiscrpan izvor rasprava u području znanstvenog istraživanja. Zbog njegove široke primjene svaka novina je važna. U radu se opisuju pozitivni, ali i negativni učinci fluorida na ljudsko zdravlje, kojih ima znatno više što je eksperimentalno i dokazano.

Kao primjer navodimo rad znanstvenika iz Kine koji su na jednostavan način dokazali štetnost fluorida po ljudsko zdravlje na mentalnoj razini. Na djeci u dobi 10-12 godina vršilo se istraživanje i dobiveni rezultati upućivali su na inverzan odnos koncentracije fluorida u pitkoj vodi i kvocijenta inteligencije (IQ). Što je bila viša razina fluorida zastupljena u vodi za piće to je IQ kod te djece bio niži, dok je za nisku razinu fluorida u pitkoj vodi IQ je bio mnogo viši.

Posebnost ove kontraverzne teme je u tome da može zainteresirati i učenike u srednjoj školi za kemiju i biokemiju, jer na zanimljiv način konfrontira stavove toksikologa i znanstvenika naspram stručnjaka neistomišljenika i zagovornika fluoridacije.

2. Osobine fluora

Fluor je element koji se zbog veoma visoke reaktivnosti ne javlja u elementarnom stanju u prirodi. U Zemljinoj kori fluora ima oko 0.3 g/kg i

sastavni je dio mnogih minerala, od kojih su poznati: fluorit CaF_2 , kriolit Na_3AlF_6 i fluorapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$. Najčešća pojava fluora javlja se u formi pudera NaF i bezbojne tekućine ili plina jakog mirisa HF. Kao plin

svjetlo žute boje vrlo je otrovan. Fluorid ion je također otrovan, dok fluoridi ugljika predstavljaju niski stupanj otrovnosti pa se koriste u rashladnim uređajima umjesto amonijaka.

Izvanredne je kemijske aktivnosti i u prirodi dolazi isključivo u spojevima s negativnim stupnjem oksidacije (-1). Nijednom kemijskom metodom nije postignuto da se fluor dobije u elementarnom stanju jer nema oksidacijskog sredstva koje bi moglo oksidirati fluorid ion. Kemijska aktivnost mu je izrazita i napada gotovo sve metale. Neki od njih su otporni na djelovanje fluora i stvara se zaštitna kora pa je primjerice njegov utjecaj na bakar, magnezij i nikal izrazito malen.

Iako vrlo otrovan široka je njegova primjena naročito u aluminijskoj industriji, industriji stakla, u proizvodnji umjetnih fosfata (sadrži prosječno 3.8% fluora) [1], sastojak je čelika, bitan pri izradi cigli, keramike itd. Primjenjuje se u polimerizacijske svrhe te polimerizacijom tetrafluoretilena čini politetrafluoretilen poznat kao teflon. Određene količine fluora dodavale su se i još uvijek se dodaju vodovodnoj vodi diljem svijeta. Fluoriranje pitke vode započelo je u SAD pa se i danas smatra "američkim fenomenom".

Fluor pripada grupi halogenih elemenata uz klor, brom, jod i astatin. Ovisno o doziranju pri upotrebi svi halogeni elementi imaju određene efekte na ljudski mozak (mišljenje, ponašanje), nervni sustav i metabolizam. Fluorid je kombinacija kemijskog elementa fluora s nekim drugim supstancama. S obzirom da se kao takav javlja mnogo češće nego kao čisti fluor razlog je što ga spominjem pod tim nazivom.

Svi halogeni elementi djeluju na rad mozga, pa npr. popularni anestetik "Halothane" sadrži fluor, klor i brom, te visoko kotirajući psihijatrijski lijek Prozac sadrži veću količinu fluora i klora. Osim kod anestetika i psihijatrijskih lijekova primjesa mu je poznata i kod hipnotika.

Fluor je neophodan sastojak smrtonosnog vojnog nervnog plina koji se naziva "Sarin". Sposobnost mu je direktno napasti i uništiti u velikoj mjeri živčani sustav. Prema izvješću EPA-e [2] (organizacije za zaštitu okoliša) kada se ukloni fluor iz Sarina, sve što ostaje nije toksično, a koliko je otrov uistinu jak dokazalo se njegovom upotrebom kao pesticida pri uništavanju miševa i žohara.

Biokemičarima je dobro poznato da je fluor jedan od najjačih inhibitora metabolizma svake stanice (glikolize) pa se može smatrati otrovom. Zbog toga izgleda čudno da je u SAD sredinom prošlog stoljeća započela praksa dodavanja florida vodi za piće. Takva se praksa proširila i forsiranim davanjem tableta s fluoridima djeci ispod 14 godina (u školama). Dosta zemalja u svijetu oponašala tu praksu iz SAD s obrazloženjem da fluor pomaže kod prevencije zubnog karijesa. Preko 60% pitke vode u SAD-u danas je fluorirano, a planira se da će za nekoliko godina postotak narasti i do 90%.

2.1. Kako je sve počelo?

U doba 50-tih godina prošlog stoljeća azbest je korišten za presvlaku na cijevima, olovo je dodavano u benzin, DDT se smatrao "sigurnim i

učinkovitim" sredstvom kojim se neoprezno koristilo svugdje pa i u blizini djece (školskim ustanovama, vrtićima). Jedno po jedno sredstvo je iščezavalo iz neoprezne uporabe, no pitanje fluoriranja ostalo je nedirnuto. Fluor je i tada i danas korišten tako da ga se dodavalo u gradski vodovod.

Brojne aluminijske kompanije sadržavale su "brda" opasnih i otrovnih fluorida kao otpadnih tvari u 1940-tima. S vremenom je to postao ozbiljan i skup problem. Zbog toga se "Alcoa Aluminium" ² iz Amerike odlučila na dodavanje natrij fluorida u pitku vodu mnogo prije nego je fluoridacija službeno dozvoljena od vlasti, dok je Oscar Ewing kao glava FSA-e (Federal Security Agency) bio promotor svih tih događanja. Otpada je bilo sve više i više tako da su vođe ovoga projekta imali interesa uvjeriti javnost kako je za svih dobro stavljati fluorida u vodu za piće kao lijek pri poteškoćama sa zubima. Međutim, čak i kada se analizira samo učinak fluora na zube vrlo je upitno da li je više koristi nego štete od dodavanja fluora. Tako prema Lynn Landes i Maria Bechis iz Centra za kontrolu zdravlja u SAD [3], koje pišu o Americi kao zemlji predoziranom fluorom, barem 22% djece danas ima dentalnu fluorozu (bolest zuba) kao rezultat prekomjernog uzimanja fluora.

Postoje (a često su zanemareni) i sinergijski utjecaji flora i drugih toksičnih elemenata i spojeva koje fluor oslobađa iz inertnog stanja. Tako je poznato da fluor ispire olovo iz starih slavina i drugih legura što rezultira povećanjem razine olova u ljudskom tijelu što je izvor brojnih zdravstvenih tegoba.

2.2. Gdje se fluor nalazi?

Tragovi fluora prisutni su u mnogim vodama, sadržaj su brojne vegetacije koja ga apsorbira iz zraka ili vode, a u brojnim istraživanjima fluor je pronađen u hrani i piću u kojima je važan sastojak vodovodna voda [4]. Više koncentracije fluora povezane su s podzemnim izvorima npr. u morskoj vodi iznosi 1.3 mg/l, dok je u nekim dijelovima Kine veća od 8 mg/l. U područjima gdje je tlo bogato fluorom u spojevima s mineralima, vrijednosti koncentracije fluora rastu do 10 mg/l i više, pa zbog toga u afričkim zemljama nivo u pitkoj vode relativno je visok i iznosi oko 8 mg/l. Kina također predvodi sa velikim količinama fluora u zemljinoj kori a i u zraku i pitkim vodama zbog industrijskih zagađenja.

U Tanzaniji dnevni unos kod odraslih doseže čak 30 mg/l. Opazilo ga se i u rijekama kao industrijski otpad. Smatra se da sve vrijednosti iznad 0.6 mg/l obilježavaju fluoridaciju vode.

Često visoke koncentracije fluora u našoj hrani uglavnom su posljedica visokog unosa aditiva i sredstava za rast biljke koji sadrže fluor. Kod povrća najveća vrijednost je pronađena u kovrčastom kelju i iznosi više od 40 mg/kg naročito u svježem kelju i endiviji 0.3 – 2.8 mg/kg svježe vage

[5]. Kod ribe iznosi 0.1–30 mg/kg, a u čaju 3–300 mg/kg. Otprilike u 2-3 šalice čaja ima 0.4 – 0.8 mg/kg fluora.

Dnevni unos fluora ovisi o zemljopisnom predjelu zemlje o kojoj se govori. On varira od niskih 0.46 pa sve do 3.6-5.4 mg/dan. U Nizozemskoj dnevni je unos približno 1.4–6.0 mg fluorida. Hrana je 80-85% izvor unosa fluora, pitka voda 0.03-0.68 mg/ po danu, a pasta za zube 0.2-0.3 mg/l. Kao toksična supstanca fluor je sastavni i aktivni dio mnogih pesticida.

Kod djece je unos nešto slabije izražen zbog manje konzumacije hrane i vode. Većom tjelesnom težinom veći je unos hrane i pića pa je i povećan unos fluora. Povećan unos fluora naravno nastupa i zbog uzimanja tableta s fluorom i korištenja pasta za zube s fluorom [6,7].

Međutim, 2 g fluora (1 čajna žlica) dovoljno je da ubije odraslog čovjeka od 90 kg, dok je samo 300 mg dovoljno da ubije dijete od 11 kg. Nivo fluora u majčinom mlijeku vrlo je nizak (0.01 mg/l) jer se priroda očito pobrinula da najosjetljiviji i najslabiji pripadnici vrste (tek rođena djeca) budu zaštićeni od otrova.

Opasne tvari, među kojima i fluor, zastupljene su svugdje oko nas, posebno u vodama.

Na temelju članka 70. stavka 3. Zakona o vodama ("Narodne novine", broj 107/95) Vlada Republike Hrvatske je na sjednici održanoj 28.svibnja 1998.godine donijela uredbu o opasnim tvarima u vodnom okolišu [8] (za kopnene vode i more). Tvari opasne za vodni okoliš utvrđuju se poglavito temeljem sljedećih kriterija: toksičnosti, razgradljivosti i bioakumulacije. Opasne tvari dijele se u dvije skupine:

- Skupina A: rizične su za vodni okoliš i čovjeka i za njih se određuju najveće dopuštene koncentracije u vodnim sustavima, odnosno zabranjuje njihovo ispuštanje.
- Skupina B: nepoželjna na vodni okoliš pa se određuju dopuštene koncentracije u vodnim sustavima tj. propisani su uvjeti za njihovo ispuštanje i uporabu.

Prema kakvoći [9] kopnene vode i mora su:

- kopnene vode I vrste prema biološkim pokazateljima je vrlo dobro stanje
- kopnene vode II vrste prema biološkim pokazateljima je dobro stanje
- kopnene vode II i III vrste prema režimu kisika i hranjivih tvari pokazuju dobro i umjereno dobro stanje
- III i IV vrsta kopnenih voda prema mikrobiološkim pokazateljima pripada umjereno dobrom i slabom stanju
- V vrsta kopnenih voda prema mikrobiološkim pokazateljima je u vrlo slabom stanju
- more 1 ima vrijednosti za obalno područje; u priobalju je oligotrofno (vrlo dobro) po trofičkom statusu, osim manjih zaljeva koji su oligo-mezotrofni i mezotrofni (dobro i umjereno dobro stanje)
- more 2 odnosi se na more koje je izravno pod utjecajem onečišćenja s kopna i to na mjestima ispusta otpadnih voda

(približno 100 m od difuzora) i na ušću vodotoka, od kanala (u točki izmiješanosti)

Pogledajmo što ti naši propisi kažu o floridima, odnosno kolike su dozvoljene koncentracije fluorida (Tablica 1.)

Tvar	KOPNE NE VO DE		MO RE	
	I i II vrsta	III-V vrsta	1	2
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Fluoridi	300	1500	2000	2000

Tablica 1. Dopus tene koncentracije fluorida u moru i kopnenim vodama za Hrvatsku

2.3. Stajališta pobornika i protivnika fluoridacije

Stomatološke udruge tvrde [10] da je fluor siguran i učinkovit u prevenciji od zubnog karijesa jer jača mineralnu strukturu zubne cakline, što čini zube otpornijima na kiseline u usnoj šupljini. Fluorid spriječava razvoj karijesa i pomaže remineralizaciji zubi (Belfram – Aquilar et al. 2000). Fluorid ioni inhibiraju rast bakterija koje prekrivaju cijelu površinu cakline i formiraju tzv. plak. U stvaranju karijesa sudjeluju streptokoki i laktobacili koji šećere glikolizom pretvaraju u organske kiseline: octenu, mravlju i mliječnu. Ove kiseline prodiru preko plaka u unutrašnjost zuba odnoseći kalcij i fosfat sa cakline, uzrokujući kolaps zubne strukture i stvaranje rupa. Lezije karijesa ne nastaju odmah, već taj proces može trajati mjesecima pa i godinama. (Winston and Bhaskar 1998) [11]

Prisustvo fluora umanjuje nastajanje većih količina kiselina i ima zaštitnu funkciju.

Fluor je najefektniji i potrebno ga je uzimati od djetinjstva zbog bolje kvalitete zubi i formiranja jačih kostiju.

Tijekom sedmogodišnjeg istraživanja u južnoj Australiji [12] 5000 djece svake je godine podvrgnuto praćenju djelovanja fluora bilo u tabletama ili kao sastojak vode na mliječne zube.

Kod djece između 3 i 4 godine koja su pila fluoriranu vodu rezultat izostanka karijesa bio je 80%, 67% kod djece dobi između 4 i 5 godina i 55% kod onih između 5 i 6 godina. Za iste dobne skupine prilikom uzimanja tableta s fluorom postotak bez karijesa iznosio je 87%, 74% i 72%. Ako fluorirana voda i tablete s fluorom nisu dostupne taj postotak opada na 67%, 49% i 41% što znači da lakše nastaju karijesi.

Preparate s fluorom (tablete, paste za zube, sredstva za ispiranje usta itd.) prema mišljenju stručnjaka i preporuci stomatologa [13,14,15]

trebaju uzimati djeca i odrasli koji konzumiraju vodu s količinom fluorida <0.6 ppm, što ukazuje na njegovu prenisku razinu.

Prije preporuke raznih dodataka s fluorom potrebno je znati koncentraciju toga sastojka u vodi koju pacijent konzumira.

Primarna prevencija od zubnog karijesa prema uputama stomatologa jest **zubna pasta** [16] koja može reducirati karijes za 15%-30%. U Velikoj Britaniji samo 10% populacije koristi fluoriranu vodu tako da ostala populacija nadoknađuje gubitak fluora putem već spomenutih preparata.

Koja je količina fluora dozvoljena u pastama za zube?

Zubne paste dijelimo na 3 razine prema koncentraciji:

- < 600 ppm (za malu djecu zbog najslabijeg učinka)
- ~ 1000 ppm (za djecu niske vjerojatnosti karijesa u području fluoriranosti vode ili uz dodatak preparata)
- 1500 ppm (za djecu preko 6 godina)

Prema zakonu EC-e [16,17] (European Community) granica za prekomjerne vrijednosti je 1500 ppm. Za djecu mlađu od 7 godina vrijedosti su od 500 do 1000 ppm.

Sadržaj fluorida prikazan je na svakom pakiranju tube u standardnim vrijednostima (ppmF- parts per million fluorida) kao pomoć konzumentima pri odabiru paste za sebe i svoju djecu ovisno o mjestu gdje žive tj. o količini fluora u pitkoj vodi.

Osim fluora u pastama se nalaze sastojci koji također pomažu pri zaštiti od karijesa: soda karbonat, enzimi, xylitol... jer djeluju antibakterijski. Svaka pasta koja je za izbjeljivanje zubi zasigurno sadrži i veću količinu fluora.

Prema količini fluorida paste se dijele na:

- paste s niskom razinom fluora (npr. Macleans Milk Teeth i Macleans Milk Teeth Gel)
- paste s normalnom dozom fluora (npr. Macleans Freshmint/ Coolmint, Colgate Triple Cool Stripe i Colgate Ultra Cavity Protection)
- paste za osjetljive zube s fluorom (npr. Macleans Sensitive)
- paste za izbjeljivanje zubi s fluorom (npr. Macleans Whitening)
- antikarijesna skupina s većom količinom fluora (npr. Crest Complete i Colgate Total)

Ovo su samo neki od primjera navedeni u britanskom stomatološkom znanstvenom časopisu (British Dental Journal).

Krajem 1970-tih i početkom 1980-tih u Hrvatskoj je započela praksa davanja tableta fluora djeci i trudnicama i još uvijek je na snazi prema preporuci stomatologa, a razlog je što naša voda za piće nije fluorirana kao u nekim zemljama.

Naziv tableta koje se preporučuju je Fluornatril (Na-fluorid). Doziranje ovisi o količini fluora u pitkoj vodi. Djeci se daju tablete od 0.25 mg i to po dobnim skupinama:

- djeci do 2 godine 1x 0.25 mg
- od 2 do 4 godine 2x0.25 mg
- od 4 do 6 godina 3x0.25 mg
- školskoj djeci i odraslima 4x0.25 mg
- Trudnicama i dojiljama 1x1 mg.

Tablete treba lagano otopiti u ustima ili ih otopiti u malo vode i popiti.

Osim tableta na djeci se primjenju i Fluornatril lokalno u obliku spreja.

Iako su preparati za nadoknadu fluora jako dobri prema mišljenju stomatologa, ne bi ih trebalo uzimati tamo gdje je fluora u vodi više od 0.7 ppm.

Američke udruge liječnika ne preporučuju fluor trudnicama i dojiljama zbog eventualnog rizika. Kod nas o korisnosti dodavanja fluora trudnicama i dojiljama za sada nema dvojbi.

Zdravstvene organizacije

Prema mišljenju American Dental Association [17] primjena fluora je sigurna i efektivna metoda za prevenciju od karijesa. Fluoridaciji vode daju potporu 90-tak zdravstvenih organizacija i Center for Disease Control (CDC) koja prepoznaje fluoridaciju vode kao "jednu od deset postignuća u javnom zdravstvu 20. stoljeća".

Njihov pozitivan odnos temelji se na tome što:

- nema znanstvenih dokaza da fluorid uzrokuje alergije, siguran je ako se uzima pravilno
- U.S.Public Health Service tvrdi da "optimalna fluoridacija u vodi za piće ne uzrokuje rizik od karcinoma kod ljudi"
- Journal of Dental Research iz travnja 2000. godine izjavljuje da se u posljednjih 40 godina koristeći fluorid uštedilo 40 biliona dolara na njegovu zubu
- fluorid je izrazito povoljan i učinkovit kod zubnog karijesa kod ljudi svih životnih dobi, ne samo djece. U članku iz kolovoza 2001. godine CDC tvrdi: " široka upotreba fluorida veliki je faktor u prevenciji zubi u SAD-u i drugim ekonomski razvijenim zemljama".

EPA (Environmental Protection Agency) [18,6,4] je organizacija koja se zalaže za zdraviji i sigurniji život. Uz NIEHS (*National Institute of Environmental Health Sciences*) sudjeluje u brojnim kritikama fluoridacije vode u Americi. Nedavno (2000.god.) su testirali toksičnost aluminij fluorida. Prema njima aluminij fluorid ima visoki prioritet u istraživanju "poznatih neurotoksičnosti".

EPA se od prvog dana bori da se štetni otpad aluminijske industrije rješava na druge adekvatne načine. Kemijska industrija fluorirala je 91% pitke vode u SAD-u koja nikad nije bila testirana od strane odgovornih kako bi se znalo koliko ju je sigurno konzumirati ili kakav joj je učinak.

Sve prikazane simptome i bolesti vezane uz fluoridaciju vode u javnost je iznijela upravo EPA.

Na pitanje: «Utječe li fluor pozitivno na zdravlje ljudi?», kategorički odgovor EPA-e je ne! EPA i NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) upozoravaju da prevelike doze fluorida utječu na ljudsko zdravlje. Dozvoljeni unos fluorida prema njihovim standardima je u rasponu 0.7 mg/l – 1.2 mg/l. U tekstu se najčešće spominje ppm (part per milion) koji je brojčana oznaka za vrijednost fluorida u uzorku.

Ostali protivnici fluoriranja pripadaju skupini svjesnih i dosljednih liječnika, toksikologa i drugih stručnjaka koji pokušavaju napraviti preokret na ovom polju.

Među njima je zanimljivo izvešće iznio dr. Paul Connett [18] koji kaže: "...znanstvene studije su vjerno prikazale da fluoridacija nije ni sigurna ni učinkovita, a najmanje potrebna".

Mnogo je argumenata zbog kojih su zasnovana sva istraživanja a fluoridacija opisana kao:

- neetična (ne daje izbor pojedincu da sam odlučuje o svom životu, da kontrolira dozu fluora koju bi on želio uzeti, da pazi na to je li možda osjetljiviji na efekte fluora od drugih ljudi itd.).
- nepotrebna (djeca će imati dobre zube i bez izlaganja fluoru, unos fluora preko paste za zube je dovoljan možda i previše da se zadovolje dnevne količine i bez konzumiranja fluorirane vode potvrdili su neki promotori ove ideje; velika većina zapadne Europe odbila je fluoridaciju vode, a da je fluor toliko neophodan za zdrave i jake zube u majčinom bi ga mlijeku bilo puno više od 0.01 ppm što je 100 puta manje nego u pitkoj vodi).
- neučinkovita (djeca koja su bila izložena većoj količini fluora prema proučavanjima u SAD-u često su imala slične probleme sa zubima kao i ona koja nisu bila u doticaju s fluorom; 30-50% djece je s dentalnom fluorozom u području gdje se uzima fluor i imaju je na barem 2 zuba).
- nesigurna (nastajanje raznih bolesti: akumulira se u kosti i doprinosi njihovom lomljenju, nagomilava se u području hipofize; ono što se još dokazuje to je doprinos fluora pri pojavi osteosarkoma, artritisa i nepravilnom radu štitnjače).

2.4. Posljedice fluoroze na ljudski organizam

Simptomi [19,2] predoziranja fluoridom su: vrućica, trnci i svrbež kože, drhtavica, pojava spuštanja očnih kapaka, napadaji i psihičke smetnje poput strahova, oslabljenost mišića, glavobolje, promjene u radu mozga, poremećaj pri disanju, proljevi, mučnine, povraćanje. Jedan od velikih problema je gubitak pamćenja do potpunog zaboravljanja, mentalna

nestabilnost, indiferentan odnos prema obitelji, depresija, nervoza, znojenje, apopleksija, loše raspoloženje, vertigo s bolovima u želucu.

Fluoridi uzrokuju još i: napadaje astme, promjene u kostima, poremećaje u metabolizmu, gubitak težine i apetita, anemiju, opće propadanje organizma. Uzrokuju neke kronične bolesti i defekte kod zubi.

U posljednje vrijeme suočeni smo s tim da mnoge ozbiljne i teške bolesti imaju vezu s prečestim konzumiranjem fluorida koji napadaju sve sustave organa u organizmu. Konzumiranje fluorida duže vrijeme skraćuje kralješnicu, ubrzava osteoporozu i lomove kostiju kod starijih osoba, doprinosi razvoju Alzheimerove bolesti, što će detaljnije opisuje dr. Isabel Jensen [2].

Dijabetičari su također izloženi velikom riziku uzimanja vode "obogaćene" fluoridima, a također i bubrežni bolesnici.

Grupa znanstvenika iz Francuske [20] (Bordeaux) dala je rezultate populacija u kojima se proučavala veza između fluora i kalcija u pitkoj vodi, te rizik od frakture kuka ili bilo koje druge frakture. Proučavalo se 3777 ispitanika od 65 godina pa i starije dobi u jugozapadnoj Francuskoj. Od toga 14.1% njih imali su barem jednu frakturu u posljednjih 10 godina, a njih 1.95% su imali barem jednu frakturu kuka.

Rizik od frakture kuka povećan je kada se fluora uzima u koncentraciji većoj od 0.11 mg/l.

Skeletalna fluoroza je dosta raširena u Indiji, Kini, i ostalim siromašnim zemljama gdje u prehrani manjka kalcija, a stanje se pogoršava efektima toksičnosti fluora.

Sljedeći primjer [20,19] odnosi se na proučavanje šestero djece i jedne odrasle osobe kako bi se utvrdile određene alergijske reakcije nakon upotrebe paste za zube i vitaminskih preparata s fluorom. Kod njih se kao posljedica javljala: urtikarija, ljuštenje kože, površinski dermatitis, stomatitis, gastrointestinalne i respiratorne alergije. Još su poznati apigastrični bolovi iznad želuca, glavobolje kod 1% od 672 trudnice i djece kojima su davane tablete s fluorom kao prevencija od zubnog karijesa.

Zbog unošenja fluora kroz pitku vodu može doći do pojave urtikarije i dermatitisa i akni.

Pasta za zube s fluorom bila je uzrokom teških gastrointestinalnih bolova, a kao posljedica na antibiotsku terapiju javljao se čir u ustima. Kada više nisu upotrebljavali pastu s dodatkom fluora počelo bi se čistiti. U pasti za zube kao što je Colgate ili Signal prosječno ima 1400-1600 ppm fluora. U Americi NaF u pastama trenutno iznosi 0.4% = 4000 ppm. Studije su dokazale da odrasli mogu apsorbirati do 0.5 mg po pranju zubi, dok djeca koriste istu čak i veću dozu zbog smanjene kontrole gutanja što uzrokuje veći rizik od trovanja. Sve paste u SAD-u moraju sadržavati upozorenja i savjete roditeljima što učiniti ako njihovo dijete proguta veću količinu paste pri pranju zubi.

Fluoroza je zastupljena i u Indiji [21] u kojoj postoje već spomenute bolesti. Ističe se pojava obojenosti i strukturnih promjena kod zubi. Zbog milijuna ljudi koji su u doticaj s ovom pošasti, dr. Sushella 1986. [22] zajedno sa svojim suradnicima predlaže javnosti defluoriranje vode koja tamo služi za natapanje zemljišta i rast biljnih kultura. Visoki postotak fluora je i u pitkoj vodi pa je uzrok velikih problema tamošnjim trudnicama pri porodu, djeca se rađaju sa defektima, prerano se rađaju ili se događa rana smrtnost kod novorođenčadi.

Dr. Isabel Jensen [2] vršila je pokuse i tvrdi kako Alzheimer-ova bolest nije postojala dok ljudi nisu počeli koristiti aluminijsko posuđe za kuhanje.

Opisala je jednostavan eksperiment korištenja aluminijskog posuđa gdje dolazi do zaključka da aluminij i fluorid zajedno reagiraju dramatično i njihovom kombinacijom nastaje burna reakcija: "U siječnju 1987. eksperimenti su prezentirani u Medical Research Endocrinology Dept., Newcastle upon Tyne, England, i u Physics Dept of the University of Ruhana, Sri Lanka. Pokazano je da fluorirana voda od 1 ppm korištena pri kuhanju u aluminijskom loncu koncentraciju aluminija poveća i do 600 ppm, dok voda bez fluora to ne čini (Science News, 131:73). "Dakle, i druge zajednice mogle bi načiniti testove na isti način i vidjeti rezultate čak i iste ovima iako test ovisi o mineralizaciji vode kao i tipu aluminijske posude. Test je izvediv za bilo koga uz stručnu pomoć laboratorija za analizu uzorka." Isabel Jensen, R.N. (Journal of the National Academy of Research Biochemist – Jan/Feb 1990)

Eksperiment se vršio i u Wisconsinu gdje je voda fluorirana posljednje 33 godine prošlog stoljeća. Voda je odnešena u laboratorij i pokazalo se da prilikom kuhanja u aluminijskom posuđu koncentracija aluminija naraste u ovom slučaju i do 833 puta.

Postavlja se pitanje zašto ovakav jednostavan eksperiment nije objavljen u američkom znanstvenom časopisu?

2.5. Jesu li barem zubi pošteđeni od posljedica fluora?

S vremenom se pojavila i dentalna fluoroza - bijele i crne točke na zubima [23] bile su dokaz uzimanja većih i prekomjernih količina fluora. To je bio prvi vidljivi znak otrovnosti fluorida usljed promjena na kostima. U prosjeku od troje djece koje živi u području fluoridacije (zrak, voda, hrana) ima na barem 2 zuba vidljivih promjena.

Prema mišljenju dr. George Heard [2] (zubara iz Hereford-a u Texasu gdje se smatra da je najmanji postotak oštećenih i nezdravih zubi) čak i prirodna pojava kalcij fluorida u vodi uništavala je zube kod ljudi. Nakon mnogo godina iskustva ustanovio je beskorisnost fluorida kod svojih pacijenata.

Davne 1954. godine u jednom pismu dr. Heard izjavljuje:

"Vjerujem da fluor djeluje blago na neki način, možda i sprječava zubni karijes, ali isto tako vjerujem da šteta koju nanese puno je veća nego sve ono dobro što se njime može postići. Čak zube čini da se mrve i drobe, te

postaju lomljivi pa i samo liječenje bude otežano. Po mome mišljenju, istraživači za bolju kvalitetu zubi su prije 15 godina (krajem 1930-tih) načinili veliku pogrešku kada su povjerovali u fluor kao nešto izrazito dobro za zube i zapustili činjenicu kvalitete hrane koja se uzgaja na našoj zemlji bogatoj mineralima. Svaka osoba koja nema zubni karijes konzumira veće količine mlijeka.

Užasno je i neamerički stavljati otrov u pitku vodu i tjerati građane da je piju."

George W. Heard, DDS, 15. ožujka 1954.

2.6. Fluor i IQ

Tim znanstvenika [24] iz Kine za uzorak su uzeli 118 djece u dobi 10-12 godina koji su bili polaznici škole u Tianjin Xiqing District u Kini. Potjecali su iz dva različita sela slične populacijske strukture, nisu se bitno razlikovali po socijalnom, ekonomskom statusu pa i nivo obrazovanja bio je vrlo sličan, međutim ono što ih je dijelilo bila je razlika razine fluorida u pitkoj vodi.

Jednostavnom metodom 60-tero djece su izabrali s područja gdje se konzumira visoka koncentracija fluorirane vode od 3.15 ± 0.61 mg/l (ppm) i 58-ero djece s područja niske koncentracije fluorida u vodi sa 0.37 ± 0.04 mg/l. Djeca s urođenim ili stečenim neurološkim manama bila su isključena iz eksperimenta.

Test inteligencije (IQ) mjerili su Ravenovim testom – kombiniranim kineskim testom (Copyright 2 CTR – C₂).

Mjerenje su podijelili u sedam kategorija:

- < 70 retardirani (nisko)
- 70-79 granični (ispod prosjeka)
- 80-89 glupi (niski prosjek)
- 90-109 normalni (prosjek)
- 110-119 normalni bistri (visoki prosjek)
- 120-129 izuzetni (dobar)
- > 129 vrlo inteligentni (izvrstan)

Moguće zbunjujuće činjenice znanstvenici su istražili uz pomoć upitnika koje su pod njihovim stručnim nadzorom popunili roditelji ispitivane djece.

U upitniku su bila postavljena pitanja o povijesti bolesti u obitelji, dob, spol i boravište za svako dijete pojedinačno. Posebno su napisana pitanja i za roditelje također o povijesti bolesti u široj obitelji, socijalni status, ekonomski status, razina obrazovanja, prihodi, te o količinama konzumacije cigareta i alkohola.

Postupak su radili tako da su razinu fluorida mjerili korištenjem selektivne elektrode fluorid iona i to iz pitke vode i urina od svakoga djeteta pojedinačno.

Statističku analizu rezultata napravili su točnošću Fisherovog testa, izmjeničnog Welch-ovog t-testa, niza drugih testova te mnogostrukih povratnih analiza.

Dobiveni rezultati odnose se na razine fluorida u urinu i pitkoj vodi koju koriste ispitanici.

Razine fluorida u urinu kod djece koja žive u području visoke razine fluorida (fluorirana voda 3.15 ± 0.61 mg/l) izrazito su više (4.99 ± 2.57 mg/l) od one djece koja su u području niske razine fluorida (fluorirana voda iznosi 0.37 ± 0.04 mg/l) gdje je niža i razina fluorida u urinu (1.43 ± 0.64 mg/l).

IQ kod 60-ero djece gdje je izražena viša razina fluorida u pitkoj vodi bio je niže vrijednosti (92.27 ± 20.45) nego kod 58-ero djece koja su bila iz područja niske razine fluorida u vodi (103.05 ± 13.86).

Retardiranost i granično područje (ispod prosjeka) kategorije su IQ-a gdje je bio izrazito naglašen nizak rezultat za IQ kod djece iz područja visoke razine fluorida u pitkoj vodi nego kod djece koja su živjela u području niske razine fluorida u pitkoj vodi.

Veza između pronađene razine fluorida u urinu djece i IQ-a bila je inverzna. Otprilike 21.6% djece iz visoke razine fluorida u vodi je u skupini kategorije retardiranih <70 IQ-a ili graničnih 70-79 za IQ dok oni iz niske razine fluorida u vodi su zastupljeni sa samo 3.4%.

3. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Prisustvo fluorida dovodi do biokemijske i funkcijske promjene u ljudskom mozgu. Proces njegova djelovanja već započinje u krvi majke, prolazeći kroz placentu do fetusa i nastavljaajući se tijekom djetinjstva kroz uzimanje fluorida u hrani i piću. Nakon oralne konzumacije otopljeni se fluor u vodi brzo i potpuno apsorbira u gastrointestinalnom sustavu. Apsorbirani fluor se transportira krvlju do tkiva i organa. Njegova koncentracija u krvi jednaka je koncentraciji fluorirane vode koju je osoba uzela čak i do 10 ppm. Distribucija fluora je brz proces, ugrađuje se u kosti i zube reverzibilno, dijelom i u meka vezivna tkiva. Izlučuje se putem urina, znojem i fekalijama.

Sposobnost fluorida da uđe u mozak pojačan je njegovom sposobnošću da stvori kompleks s aluminijem koji lako ulazi u lipidnu okolinu. Kompleksi aluminij fluorida mogu proizvesti farmakološke i toksikološke efekte na životinjske i ljudske stanice, te tkiva i organe.

Otkrivena je inverzna veza između IQ djece i koncentracije fluorida [25].

Dokazano je da nikakvi faktori različitih socijalnih, obrazovnih ili ekonomskih prilika nisu objašnjavali obrnuto proporcionalnu vezu koncentracije fluora u pitkoj vodi s padom kvocijenta inteligencije. Međutim, nije istraženo da li je zapravo oslobađanje olova ili aluminija iz posuđa izazvano povećanom koncentracijom fluorida u vodi za kuhanje pravi uzrok za nižu inteligenciju (niži IQ).

Kod nas u Hrvatskoj još uvijek voda za piće nije fluorirana (neki stručnjaci tvrde da je to zato što smo još negdje unatrag i zaostajemo za svjetskim velesilama, bez modernizacije itd. što je po mome mišljenju sreća za sve nas), dok je uvoz hrane i pića iz zemalja s fluoriranom vodom itekako upitan. Stoga, cilj je potaknuti sve nas na razmišljanje (što jesti, piti, koje proizvode upotrebljavati a da prvenstveno mislimo na vlastito zdravlje). Ovakva tematika također je pedagoški zanimljiva i edukativna za učenike u obliku seminarskih radova.

4. Literatura:

- [1] Filipović, I., Lipanović, S. *Opća i anorganska kemija* str. 656-660. (Školska knjiga, Zagreb, 1991).
- [2] *Fluoride wording delated from bill*. URL: <<http://the.honoluluadvertiser.com/article/2002/Feb/10/In/In07a.html>> <www.astrallion.nl/fluoride.html>
- [3] *America: Overdosed on Fluoride*. URL: <<http://www.zerowasteamerica.org/fluoride.htm>>
- [4] *The Fluoride Glut: Sources of Fluoride Exposure*. URL: <<http://fluoridealert.org/issues/sources/>>
- [5] *Drinking Water Contaminants – Fluoride*. URL: <<http://www.freedrinkingwater.com/water-contamination/fluoride-contaminants-removal-water.htm>>
- [6] *50 Reasons to Oppose Fluoridation*. URL: <www.fluoridealert.org/50-reasons.htm>
- [7] *Fifty Years of Fluoridation (1945-1995)*. URL: <www.xs4all.nl/~stgvisie/VISIE/fluoride.html>
- [8] *Uredba o opasnim tvarima u vodama*. URL: <<http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/315324.html>>
- [9] *Temeljni podaci o vodnim resursima - kakvoća površinskih voda*. URL: <<http://www.voda.hr/001-828>>
- [10] *The scientific basis of dental health education: a policy document, 4th edition, Health Education Authority, 1996*. URL: <http://www.nhsbsa.nhs.uk/Documents/ArchivePDF/sci_basis_dental_health_h1.pdf>
- [11] Raitio, M. 2002. *Caries Risk Determination and Cost-effectiveness of Targeted Prevention in Adolescents, Opseg 667 iz Acta Universitatis Ouluensis: Series D, Medica*. Ph. D. Thesis, University of Oulu.
- [12] Fanning EA, Cellier KM, Somerville CM. South Australian kindergarten children: effects of fluoride tablets and fluoridated water on dental caries in primary teeth. *Australian Dental Journal* **25**, 259-63 (1980).
- [13] *American Academy of Pediatrical Dentistry: Guidelines for Fluoride Therapy*. URL: <http://www.aapd.org/media/Policies_Guidelines/G_fluoridetherapy.pdf>

-
- [14] Adair, S. Current fluoride therapy in dentistry for children. *Current Opinions in Dentistry* **1**, 583-591 (1991).
- [15] Bawden J.W. Fluoride varnish: a useful new tool for public health dentistry. *J Public Health Dent* **58** 266-269, 1998.
- [16] *BDA Fact File: Fluoride toothpaste*. URL: <[www.edinburghdentist.co.uk/Dental PDF files/fluoride_toothpaste.pdf](http://www.edinburghdentist.co.uk/Dental%20PDF%20files/fluoride_toothpaste.pdf)>
- [17] A dental bite: the American Dental Association has endorsed... URL: <<http://www.ada.org/en/public-programs/advocating-for-the-public/fluoride-and-fluoridation/ada-fluoridation-policy-and-statements>>
- [18] *Sources of Flouride Exposure: Data from Published Literature*. URL: <<http://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/120/10/ehp.1104912.pdf>>
- [19] *Allergy to Fluoride*. URL: <<http://fluoridealert.org/issues/health/hypersensitivity/>>
- [20] *Skeletal Fluorosis*. URL: <http://fluoridealert.org/issues/health/skeletal_fluorosis/>
- [21] *Skeletal Fluorosis: Recent Reports from India*. URL: <<http://fluoridealert.org/articles/india-fluorosis/>>
- [22] Susheela, A.K. Fluoride Ingestion and Its Correlation with Gastrointestinal Discomfort. *Fluoride* **25**, 5-22 (1992).
- [23] Waldbott, G.L. *A struggle with titans* (Carlton Press, New York, 1965).
- [24] Lu, Y., Sun, Z.R., Wu, L.N., Wang, X., Lu, W., Liu, S.S. Effect of High-Fluoride water on Intelligence in Children. *Flouride* **28**, 189-192 (1995).
- [25] *Adverse effect of high fluoride exposure on children's neurodevelopment*. URL: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3491930/pdf/ehp.1104912.pdf>>

PRIONI I PRIONSKE BOLESTI

Mila Bulić:

O.Š Pujanki, Tijardovićeveva 20, Split

jedan.jedini@st.t-com.hr

Sažetak:

Prioni su infektivne čestice manje od virusa, a građeni su samo od proteina. U sastavu nemaju nukleinsku kiselinu. Uzrokuju kronične degenerativne bolesti središnjeg živčanog sustava u ljudi i životinja - *encefalopatije*. Naziv *spongiformna encefalopatija* potječe od degeneracije neurona i aksona sive tvari pa mozak poprima spužvast izgled. Bolest karakterizira dugotrajna inkubacija i brzo umiranje bolesnika nakon pojave vidljivih znakova bolesti. Prva otkrivena prionska bolest životinja je *scrapie* bolest ovaca iz 1775.godine. U goveda je poznat oblik BSE. Smatra se da se bolest s ovaca na govedo prenijela prehranom goveda koštanim brašnom dobivenim od zaraženih ovaca. Prionski gen je nađen kod svih sisavaca, a kodira normalan prionski protein nazvan PrP^c. Najvjerojatnije promjenom konformacije može od njega nastati infektivni PrP^{sc} koji uzrokuje bolesti. Kod ljudi je najznačajnija Creutzfeld- Jakobova bolest (CJD). Lijek nije pronađen.

UVOD:

Vjerovalo se da su *virusi*, građeni od nukleinske kiseline i proteinskog omotača, najsitnije infektivne čestice koje uzrokuju bolesti. Kasnije su otkriveni *viroidi* koji su sitniji od virusa, a sastoje se samo od nukleinske kiseline (bez proteinskog omotača) i uzrokuju bolesti kod biljaka [1].

1982. godine su otkrivene zarazne čestice koje su bile sitnije i od virusa. Otkrila ih je skupina istraživača koju je predvodio Stanly B. Prusiner sa sveučilišta u San Francisco-u. Utvrdili su da se te nove infektivne čestice razlikuju i od virusa i od viroida te da se sastoje samo od proteina [2].

Ime „prioni“ su dobili prema engl. *proteinaceous infectious particles* što znači proteinske infektivne čestice.

BOLESTI KOJE UZROKUJU PRIONI

Postoji više bolesti koje uzrokuju prioni (Tablica 1.).

Tablica 1. Bolesti koje uzrokuju prioni [3]

Bolest	Domaćin
a) Creutzfeld- Jakobova bolest (CJD)	Ljudi
b) Gerstmann-Sträussler- Scheinkerova bolest (GSS)	ljudi
c) Kuru	ljudi
d) Smrtonosna obiteljska nesanica (FFI)	ljudi
a) Scrapie	ovce, koze
b) Transmisivna encefalopatija američkog minka	mink (nerc)
c) Kronična bolest mršavljenja jelena	jelen, srna
d) Goveđa spongiformna encefalopatija ili BSE	goveda
e) Spongiformna encefalopatija egzotičnih životinja u ZOO	antilopa, puma,
f) Spongiformna encefalopatija mačke	tigar domaće mačke

Već 1775. godine, kada su opisani prvi slučajevi *scrapie disease* (engl. *to scrape* = strugati, češati) kod ovaca, ljudi su se susreli s prionima. Ta bolest napada i koze [2].

Prvi simptom bolesti je svrbež koji tjera oboljele ovce da se češu o tvrde predmete. Stoga im opada vuna s pojedinih mjesta na tijelu. Kretnje ovaca postaju neusklađene što je posljedica poremećaja koji nastaju u središnjem živčanom sustavu. Ishod bolesti je smrt zaraženih ovaca. Iz mozga zaraženih ovaca mogle su se izolirati zarazne proteinske čestice - prioni i njima su se mogle inficirati zdrave ovce ali i druge životinje [1].

Kasnije su prionske bolesti otkrivene kod drugih životinjskih vrsta ali i kod čovjeka [2].

Sve bolesti kojima su uzročnici prioni napadaju središnji živčani sustav (mozak i leđnu moždinu). Uzrokuju bolesti *encefalopatije* - degenerativne bolesti mozga.

Na razini stanice patološke promjene do kojih dolazi su: razgradnja endoplazmatskog retikuluma, vakuolizacija neurona, smanjenje broja dendrita te deformacija stanica. Vakuolizacija neurona na kraju završava gubitkom neurona. U ljudi s Creutzfeld- Jakobovom bolesti i životinja sa *scrapie* vakuolizacija je toliko izražena da uzrokuje status spongioze sive tvari (spužvast izgled). U bolesti *kuru* patološke promjene su lokalizirane u *cerebelumu* (mali mozak) sa značajnim gubitkom Purkinijevih i granuliranih stanica [3]. U stanicama se javljaju bjelančevinasta tijela vidljiva običnim mikroskopom koja su sastavljena od štapićastih tvorbi.

U mozgu sa spongiformnom encefalopatijom uočava se nedostatak stanica upalne reakcije, pa je ta bolest različita od klasičnog virusnog encefalitisa. Velike količine nagomilanih priona nepovratno oštećuju mozak

[4]. Prioni su prisutni i u drugim tkivima i organima (oko, likvor, bubreg, jetra, pluća, limfni čvorovi, krv, mokraćna) ali su patološke promjene otkrivene samo u mozgu. Za spongiformne encefalopatije je karakteristična dugotrajna inkubacija i brzo umiranje bolesnika nakon pojave prvih znakova bolesti [3]. Inkubacija može biti od nekoliko mjeseci do više desetaka godina.

GOVEĐA SPONGIFORMNA ENCEFALOPATIJA (engl. *bovine spongiform encephalopathy*), BSE, *kravlje ludilo*, je otkrivena 1986. godine u Velikoj Britaniji. Bolesne životinje imaju vrtoglavicu, trzaje mišića, nesiguran hod i općenito nenormalno ponašanje. Bolest se vjerojatno prenijela na krave s bolesnih ovaca preko stočne hrane kojom su se hranile krave. Ta se stočna hrana pripremala mljevenjem zaraženih ovčjih mesnih ostataka [1].

BSE spada u *transmitivne (prijenosne) spongiformne encefalopatije* (TSE) što bi značilo: "prijenosna oboljenja mozga, tokom kojih se u njemu stvaraju šupljikave tvorevine, te postaje nalik na spužvu". Kod bolesti dolazi do progresivne degeneracije mozga, a bolest redovito završava smrću.

1988. godine donesene su u Velikoj Britaniji zakonske odredbe kojima se brani hranjenje preživača stočnom hranom priređenom od ostataka životinja preživača. Unatoč tome, broj inficiranih goveda se povećao. Vjerojatno su se bolesne krave zarazile još prije 1988. samo što se bolest javila mnogo godina kasnije zbog duge inkubacije; a možda se radi i o vertikalnom prijenosu bolesti s krave na tele [1].

Inkubacija goveđe spongiformne encefalopatije kod goveda najčešće traje 4 do 5 godina, ali su poznati slučajevi životinja koje su oboljele u dobi od 20 mjeseci, kao i u dobi od 17 godina. Dijagnostiku BSE u Republici Hrvatskoj obavlja "Laboratorij za praćenje i dijagnostiku animalnih spongiformnih encefalopatija" Hrvatskog veterinarskog instituta u Zagrebu.

Kod ljudi, kao i kod životinja prioni napadaju središnji živčani sustav. Promjene u mozgu slične su kao kod životinja (Slika 1.).

KURU (sinonim: sindrom smrtnog smijeha). To je prva spongiformna encefalopatija kod ljudi koja je temeljitije istraživana. Bolest su otkrili 1957. godine Vincent Zigas i Carleton Gajdušek u 169 sela nastanjenih domorodačkim plemenom na istočnim visoravnima Nove Gvineje [1].

Bolest kuru se širila obrednim kanibalizmom koji je postojao u plemenu Fore, a po kojem su članovi obitelji (osobito žene i djeca) jeli mozak umrlog rođaka [3].

Zanimljivo je da su to činile samo žene i odrasla djeca, a ne odrasli muškarci i posve mala djeca. Stoga su od te bolesti umirale samo žene i odrasla djeca [1].

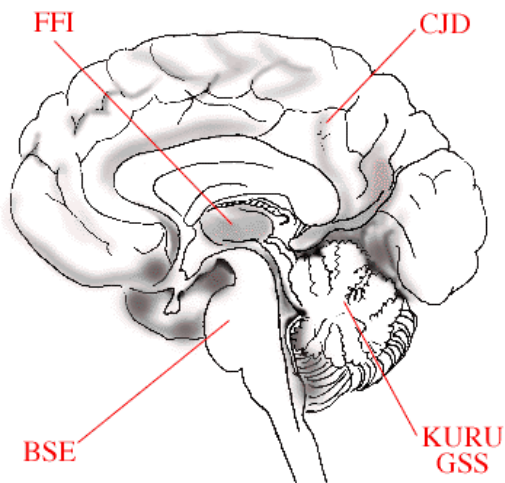
Pokusima na čimpanzama Gajdušek je uspio dokazati da je kuru zarazna bolest. Obredni kanibalizam je prestao pedesetih godina dvadesetog stoljeća, a od 1960. se smanjuje i incidencija bolesti. 1997. je umrla osoba

koja je kao dijete sudjelovala u obrednom kanibalizmu četrdesetak godina ranije [3].

Sama riječ *kuru* na jeziku fore znači drhtanje, tresenje. Znakovi bolesti su smetnje u govoru, nesigurnost u hodu, drhtanje i nesavladivi grčevi. Zbog grčeva mišića lica bolesnik izgleda kao da se smije. Bolesnici obično umiru od pneumonija, inficiranih rana kože i opekotina. Demencija se javlja u kasnijem stadiju bolesti.

Slika 1.

Različiti dijelovi mozga koje napadaju prionske bolesti (4)
FFI (fatal familial insomnia ili smrtonosna obiteljska nesanica) napada regiju talamusa; CJD napada cerebralni korteks; BSE napada moždano stablo; kuru i GSS napadaju mali mozak.



CREUTZFELDT-JAKOBOVA bolest (CJD) je prvi put opisana 1920. godine. To je učinio Hans Gerhard Creutzfeldt i godinu dana kasnije, neovisno od njega, Alfons Jakob [5]. CJD (od engl. *Creutzfeldt-Jakob disease*) progresivna je degenerativna bolest središnjeg živčanog sustava [3]. To je presenilna demencija s funkcionalnim poremećajem cijelog motoričkog sustava [6].

Postoje dva oblika te bolesti: klasična i varijanta CJD (v-CJD).

a) Klasična CJD može se podijeliti u tri kategorije: sporadičan oblik (približno 85% svih slučajeva CJD); oblici udruženi s genetskom predispozicijom – mutacije u genu sa zapisom za PrP^C (približno 10 % slučajeva); i bolesti nastale kao posljedica infekcije (npr. transplantacija rožnice i dure, korištenjem hormona koji potječu iz ljudskih žlijezda, nedovoljno sterilizirani instrumenti pri operaciji mozga).

Sporadični i genetski oblici skoro su uvijek prisutni kod osoba starije dobi (oko 65 godina). Takvi bolesnici većinom umiru nakon 4 do 6 mjeseci od pojave prvih znakova bolesti (demencija).

b) Tijekom 1994. godine u Edinburghu je otkriveno 10 bolesnika s CJD koja se bitno razlikovala od klasičnog oblika CJD. Zbog toga je taj oblik nazvan «nova varijanta» CJD (v- CJD). Svi su bolesnici bili mlađi, imali su od 19 do 41 godinu, a sam tijek bolesti je bio duži (približno 13 mjeseci). Znakovi bolesti (poremećaj ravnoteže) i patološka obilježja (spongiformne promjene

u cerebelumu, prisutan veliki broj prionskih plakova) razlikovali su je od klasične CJD. Kod klasične CJD je u početku prisutna demencija, a spongiformne promjene i prionski plakovi rijetko se nalaze. Istraživačima je bilo teško objasniti pojavu ove bolesti. Objasnjenje je pripisano izloženosti bolesnika goveđoj spongiformnoj encefalopatiji i to prije uvođenja zaštitnih mjera korištenja određenih otpadaka goveđeg mesa. Otkriven je jedan bolesnik od v-CJD u Francuskoj i četiri su novootkrivena bolesnika u Engleskoj; do kraja 2000. g. ukupno je registrirano osamdesetak bolesnika s v-CJD. [3]

CJD se javlja u 0,4 – 1,9 slučajeva na milion stanovnika. Bolest se javlja najčešće od 55.-75. godine života, a uočena je u različitim zemljama svijeta. Inkubacija se može prolongirati do 20 godina (kod direktne inokulacije do 2 godine); sama bolest traje 4-12 mjeseci, a kod 5-10% slučajeva traje više od dvije godine, ponekad do 5 godina [6].

Od ranije je poznato da postoji veća incidencija oboljevanja od CJD nakon transplatacije kornee. 1995. godine prezentiran je jedan slučaj CJD nakon transplatacije jetre.

Do sada se transfuzija krvi nije pokazala kao mogući način prenošenja [6]. Kod klasične (najčešće) kliničke slike, bolest obično počinje gubitkom memorije, promjenama raspoloženja i greškama u rasuđivanju. Vrlo brzo se javljaju vizuelne smetnje te vrtoglavica kao i poremećaji motorne kontrole koji se u početku manifestiraju u obliku poremećaja stajanja i hodanja. Ponekad se u početku bolesti mogu javiti perzistentne glavobolje. Kako bolest napreduju klinička slika se usložnjava, pa nastaju iluzije, halucinacije, dezorijentiranost, pojačanje mišićnog tonusa... Među vodećim znacima kod potpuno razvijene kliničke slike, koji se intenziviraju tokom evolucije bolesti, su mioklonusi. To su nagle, kratke, neritmičke, nesinergične, brze kontrakcije dijelova mišića, čitavih mišića ili grupa mišića bez funkcionalne povezanosti.

GERSTMANN - STRÄUSSLER - SCHEINKEROV SINDROM (GSS) je rijetka neurodegenerativna obiteljska bolest. Bolest karakterizira nasljedna mutacija u genu sa zapisom za PrP^c. U svijetu je do 2000. godine otkriveno pedesetak obitelji s pojavom bolesti među njihovim članovima. Vjeruje se da je bolest varijanta genetskog oblika CJD [3].

SMRTONOSNA OBITELJSKA NESANICA (FFI) - prvi put je opažena u Italiji. To je rijetka bolest (do 2000. g. bolest je otkrivena u 9 obitelji). Također je nastala kao posljedica mutacija na genu za PrP^c. Bolest se očituje nemirnim spavanjem i smetnjama autonomnog živčanog sustava, a potom slijede nesаница i demencija [3].

SVOJSTVA PRIONA I NASTANAK BOLESTI

Po svojim svojstvima prioni se razlikuju i od virusa i od viroida. Prion je deset puta manji od najmanjeg virusa, velik je samo od 2-3 nm.

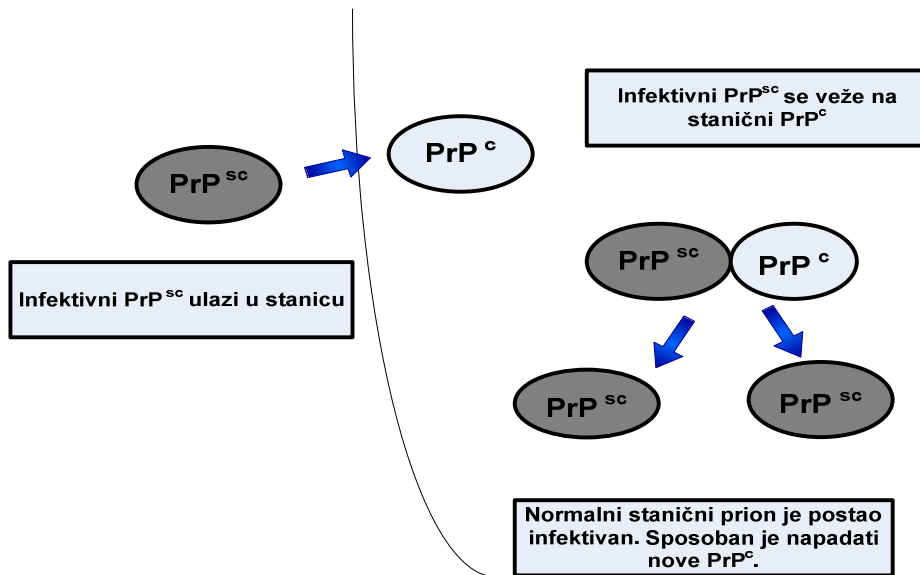
Prioni su vrlo otporni na povišenje temperature. Može ih se inaktivirati tek držanjem sat vremena na temperaturi od 130°C. Ponekad zadržavaju dio infektivnosti i nakon 360°C [7]. Otporni su na UV zračenje jer ono djeluje na nukleinsku kiselinu koji oni niti ne sadrže. Iz istog su razloga otporni i na enzime koji razgrađuju nukleinske kiseline - nukleaze. Jedino što ih uništava su spojevi koji razgrađuju proteine od kojih su u stvari i izgrađeni.

Prionske bolesti u organizmu mogu nastati i spontano, tj. bez prijenosa s inficiranog organizma na zdravi. Neki miševi, koji nisu jeli hranu pripravljenu od zaraženih ovaca su oboljeli od scrapie- bolesti. Stoga se pretpostavlja da se uzročnik u organizmu nekad može sintetizirati *de novo* (iznova). 1985. godine je ustanovljeno da u genomu svih sisavaca, pa tako i ljudi postoji jedan gen čijom ekspresijom nastaje prionski protein. Takav je prionski gen normalni sastojak svakog staničnog genoma, nalazi se na 20. kromosomu. Protein kojeg stvara taj gen ne uzrokuje bolest, a označava se PrP^c (engl. *cell*, stanica). Prionski se gen zajedno s drugim genima prenosi s roditelja na potomstvo (vertikalni prijenos) jednako kao i bilo koji drugi gen. Danas znamo da se on može izmijeniti i postati zloćudan. Drugim riječima prionski gen može umjesto PrP^c stvarati štetni, infektivni prionski protein PrP^{sc} (engl. *scrapie*) [1].

PrP^c i PrP^{sc} su dva oblika ili dvije izoforme priona. Jedan je normalan stanični prion koji ima korisnu funkciju u organizmu; taj je prion proizvod prionskoga gena. Drugi oblik priona jest infektivni prion koji se od normalnog priona razlikuje po *konformaciji*; taj je prion zarazan i on se označuje kraticom PrP^{sc}.

Smatra se da se zloćudni prion PrP^{sc}, kad infekcijom uđe u stanicu, veže s normalnim prionom PrP^c. To dovodi do toga da PrP^c mijenja svoju konformaciju u konformaciju PrP^{sc}-a. Tako od PrP^c-a nastaje još jedna infektivna molekula PrP^{sc}-a (slika 2). Tako se infektivni prion u inficiranoj stanici umnožava.

Zanimljivo je to što se PrP^c i PrP^{sc} gotovo i ne razlikuju po aminokiselinskom slijedu. Vjeruje se da su funkcionalne razlike između njih posljedica razlika u konformaciji, tj. oni imaju gotovo isti sastav ali različit trodimenzionalni raspored atoma od kojih su izgrađeni. Normalni stanični PrP^c sastoji se od 208 aminokiselina međusobno uvijenih poput žice na telefonskoj slušalici (dominira sekundarna struktura uzvojnice). Infektivni prion ima «izravnate zavoje» (dominira sekundarna struktura nabrane plohe) [8].



Slika 2.

Umnožavanje PrP^{Sc} u stanici

Kad molekula PrP^{Sc} -a, prikazana tamno sivo, dospije infekcijom u zdravu stanicu, ona se veže s molekulom normalnog staničnog PrP^C -a (prikazan svjetlo sivo). Tada PrP^C mijenja svoju konformaciju u PrP^{Sc} ; potom se dvije molekule PrP^{Sc} -a vežu istim sistemom na druge molekule PrP^C pa dolazi do eksponencijalnog umnožavanja zloćudnog priona.

Poznato je da su svi oboljeli od v-CJD homozigoti za metionin na kodonu 129 PrP gena (među bijelom rasom metinin homozigota na tom kodonu je 43%) [9].

Svi naslijeđujemo dva gena za kontrolu prionskih bolesti (jedan od majke a drugi od oca). Tako na 129 kodonu prionskog gena možemo naslijediti aminokiselinu *metionin* ili *valin*. Ako naslijedimo jedan metionin i jedan valin, bit ćemo otporni na prionske bolesti. Ukoliko naslijedimo dva valina postajemo podložniji, a ukoliko naslijedimo dvije aminokiseline metionin onda smo metioninski homozigoti i tada smo najpodložniji razvoju v-CJD. Istraživanje je pokazalo da su svi oboljeli od v-CJD u Velikoj Britaniji bili metionin homozigoti [10].

Tijekom 2000. godine američki su znanstvenici otkrili nekoliko kemijskih spojeva koji ne dopuštaju razvoj prionskih bolesti. Uvjet je međutim da se ti spojevi unose u organizam u vrijeme infekcije prionom ili kratko vrijeme nakon infekcije. Ti su spojevi poznati pod imenom *ciklički tetrapiroli*. Treba naglasiti da se tim medikamentima može nastanak bolesti samo spriječiti, ali se bolest, ako se jednom razvila, ne može tim medikamentima liječiti [11].

Literatura:

- [1] Juretić, N. (1996) Biološke osnove bolesti „goveđeg ludila“ i sličnih bolesti u ljudi. *Priroda*, rujan, str. 5-10.
- [2] Juretić, N. (2001) Biološke osnove bolesti „goveđeg ludila“ i sličnih bolesti. *Priroda*, travanj, str. 5-10.
- [3] Presečki, V. Prioni i prionske bolesti u ljudi. *Farmaceutski glasnik* **58**, 99-107 (2002).
- [4] URL: <http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1997/>
- [5] Poeck, K. *Neurologija* str. 319-320 (1. izdanje, Školska knjiga, Zagreb, 1994).
- [6] Prusiner, S.B. (2004) Detecting mad cow Disease. *Scientific American*, July, str. 60-67.
- [7] Juretić, N. (2011) Neke novije spoznaje o prionima i prionskim bolestima. *Priroda*, ožujak, str. 10-11.
- [8] Grossman, W.M. (2004) Missing Movement. *Scientific American*, April, str. 12-13.
- [9] URL: <<http://dementia.hiim.hr/neuro.htm>>
- [10] Ironside, J.W., Bishop, M.T., Connolly, K., Hegazy, D., Lowrie, S. Le Grice, M., Ritchie, D.L., McCardle, David A Hilton D.A. Variant Creutzfeldt-Jakob disease: prion protein genotype analysis of positive appendix tissue samples from a retrospective prevalence study. *BMJ* **332**, 1186–1188 (2006).
- [11] Caughey, W.S., Priola, S.A., Kocisko, D.A., Raymond, L.D., Ward, Caughey, B. (2007) Cyclic Tetrapyrrole Sulfonation, Metals, and Oligomerization in Antiprion Activity. *ANTIMICROBIAL AGENTS AND CHEMOTHERAPY* **51**, 3887–3894 (2007).

HRVATSKA JAVNOST I GENETSKI MODIFICIRANA HRANA

Gabriela Peričić

O. Š. Starigrad, Barokovićeve bb
23244 Starigrad Paklenica
gabipausini@net.hr

Sažetak:

Genetsko inženjerstvo je danas postalo predmet žestokih rasprava. Stavovi znanosti i javnosti su podijeljeni. Dok prvi naglašavaju moguće prednosti, drugi upozoravaju na opasnosti koje mogu ugroziti opstanak čovjeka i svakog živog bića na planeti. Upravo takva polarizacija stavova navela me je da istražim kako je hrvatska javnost informirana o navedenoj problematici. Istraživanje je uključivalo:

prikupljanje informacija koje se dotiču problema, procjenu zastupljenosti i kvalitete nađenih informacija, odnos različitih društvenih skupina prema ovoj problematici.

Do potrebnih podataka sam došla pretraživanjem interneta, čitanjem različitog tiskovnog materijala kao i provođenjem ankete među učenicima osmih razreda i njihovim nastavnicima. Rezultati upućuju na nedovoljnu informiranost hrvatskih građana koja je uzrokom pogrešnih predodžbi i stavova.

UVOD:

Još prije nekoliko desetaka godina svijet je bio oduševljen pričom o genima i mogućnostima koje genetski inženjering pruža u proizvodnji hrane i nadasve produženju ljudskog vijeka. Genetsko inženjerstvo podrazumijeva skup biokemijskih postupaka kojima se odcjepljuju dijelovi gena, cijeli geni ili skupine gena iz DNK jednog organizma i umeću u određeno mjesto drugog organizma [1].

Prva biljka oplemenjena genetskim inženjerstvom je odobrena za uzgoj 1995. godine. Bila je to rajčica u koje je smanjena aktivnost gena za enzim poligalakturozu (koji bitno utječe na mekšanje ploda) za gotovo 99%. 2002. godine ukupno 69 sorti različitih genetički modificiranih biljnih vrsta je odobreno za komercijalni uzgoj u SAD. Ista godina je interesantna i po tome što je soja dobivena genetičkim inženjerstvom dominirala u odnosu na konvencionalnu soju (ukupno 51% usjeva). Međutim, povjerenje potrošača u bezopasnost takve hrane se bitno smanjilo nizom afera što je rezultiralo i privremenom zabranom stavljanja na tržište, odnosno de facto moratorijem Europske unije u razdoblju od 1998. do 2002. godine. Po isteku zabrane Europska komisija je odobrila još nekoliko proizvoda kao i sjetvu 17 sorti genetički promijenjenog kukuruza.

U Hrvatskoj unatoč redovitom izvještavanju dnevnog tiska kao i ostalog tiskovnog materijala (posebice časopisa koji populariziraju prirodne znanosti), hrvatska javnost je **14.veljače 2004.** godine ostala zatečena novinskim člankom «Slobodne Dalmacije» pod nazivom: «*U hrvatskim trgovinama oko 600 genetski modificiranih proizvoda*» [2].

Već **3. ožujka 2004.** godine u istom dnevnom listu Dr. Andrija Herbrang ističe da je riječ o samo 14 proizvoda među kojima samo 1 sadrži količinu veću od dozvoljene [3]. Uskoro se sporni proizvod povlači s tržišta nakon čega su kroz medije odaslane svakojake informacije o problematici genetičkog inženjerstva. Dodatnu zabunu izazvali su podijeljeni stavovi vladinih dužnosnika i znanstvenika, kako iz domaćih tako i iz međunarodnih krugova. Nastala situacija pružila je izvrsne uvjete za istraživanje stanja obaviještenosti hrvatskih građana, a među njima i djece čija su me pitanja, npr. «Što je to GMO?» ili «Ima li u salati gena?», dodatno potakla da istražim ovaj problem.

Ovdje osobito naglašavam kako se radi o mojoj slobodnoj procjeni jer je za npr. točno utvrđivanje zastupljenosti traženih informacija nužna veća zastupljenost on-line dnevnog tiska na internetu kao i kontinuirano praćenje istih (i sveg ostalog tiskovnog materijala) u mnogo dužem vremenskom razdoblju. Također, za utvrđivanje kvalitete traženih informacija osim znanstvenih časopisa, s provjereno visokim impact factorom, ne postoje kontrolne varijable određivanja kvalitete informacija. Unatoč tome, mislim da ovo malo istraživanje daje zanimljivu sliku društvenih zbivanja u Hrvatskoj koji do sada nisu bili sistemski proučavani.

U nastavku ću koristiti termine kojima sada pridajem i njihova značenja:

- genetičko inženjerstvo - podrazumijeva skup biokemijskih postupaka kojima se odcjepljuju dijelovi gena, cijeli geni ili skupine gena iz DNK jednog organizma i umeću u određeno mjesto drugog organizma [1].
- gen - nositelj nasljednih svojstava organizma smješten u kromosomu [1].
- genom - sveukupnost gena u haploidnom kromosomskom sustavu jedne stanične jezgre [4].
- klonirati - proizvoditi potomstvo bespolnim razmnožavanjem [1]. klon - bološka skupina stanica ili organizmi koji potječu od jedne roditeljske stanice; onaj dobiven kloniranjem [1].
- GMO ili genetski modificirani organizam; organizam koji je modificiran umetanjem stranog genetskog materijala radi dobivanja novih osobina koje taj organizam normalno ne posjeduje [5].
- GM hrana ili genetski modificirana hrana – prehrambeni proizvodi dobiveni iz organizama promijenjenih genetičkim inženjerstvom [6].

METODE:

Istraživanje sam provodila u razdoblju od 1.svibnja 2004. godine do 15. srpnja 2004.godine
Do potrebnih podataka sam došla:

1. čitanjem različitog tiskovnog materijala:

- a) školskih udžbenika
- b) dnevnog tiska
- c) časopisa za popularizaciju prirodnih znanosti
- d) stručnih publikacija
- e) znanstvenih članaka iz znanstvenih časopisa
- f) različitih brošura
- g) zakonskih akata

2. pretraživanjem interneta

- a) on line dnevnog tiska («Slobodne Dalmacije» od siječnja 1999. do 15.srpnja 2004.)
- b) on line znanstvenih časopisa

3. provođenjem ankete među učenicima osmih razreda (N= 54) i njihovim nastavnicima (N= 14) - koja je glasila:

ANKETA – JESTE LI ZA GENETSKI MODIFICIRANI ZALOGAJ?

1) Znete li što znači kratica GMO?

- a) DA b) NE c) NE ZNAM

2) Najviše informacija o GMO sam saznao/la: (zaokruži!)

- roditelji
- nastavnici
- vršnjaci
- radio, TV
- internet

3) Vjeruješ li da je voće koje nije prskano pesticidima zdravo?

- a) DA b) NE c) NE ZNAM

4) Je li crv u voću siguran pokazatelj neškodljivosti?

- a) DA b) NE c) NE ZNAM

- 5) Podržavaš li Zakon o zabrani uvoza GMO-a?
a) DA b) NE c) NE ZNAM
- 6) Je li u Republici Hrvatskoj dozvoljena prodaja GMO-a?
a) DA b) NE c) NE ZNAM
- 7) Je li ti se dogodilo da velika i crvena jagoda ima okus po nečem drugom?
a) DA b) NE
- 8) Može li GM hrana u ljudi izazvati bolesti?
a) DA b) NE c) NE ZNAM

REZULTATI:

Tablica 1. Procjena odnosa različitih društvenih skupina prema problematici GMO

Društvena skupina	ZA GMO	PROTIV GMO	NEJASNO
Hrvatska vlada*			+
Političke stranke: - SDP - HSL - HSP - HSS - HDZ			+
Nevladine eko-udruge: «Zelena akcija» «Sunce» «Plavi planet»		+	+
Katolička crkva		+	
Znanstveni krugovi: Miroslav Radman Srećko Jelenić Marijan Jošt Vladimir Delić Anita Čorić	+	+	
	+	+	

Hrvatski građani** - profesori - učenici (osmog razreda)		+** +**	
---	--	------------	--

*Hrvatska vlada

1999.god. – odluka o osnivanju bioetičkog povjerenstva

2000.god. – usvojen Kartagenski protokol o biološkoj sigurnosti (CPB), stupio na snagu 8.rujna 2003.god.

2001.god. – načinjen nacrt zakona o privremenoj zabrani (moratorij)

2002.god. – prijedlog nacrta novog «Zakona o zaštiti prirode», «Zakona o hrani» i «Zakona o zdravstvenoj ispravnosti namirnica»

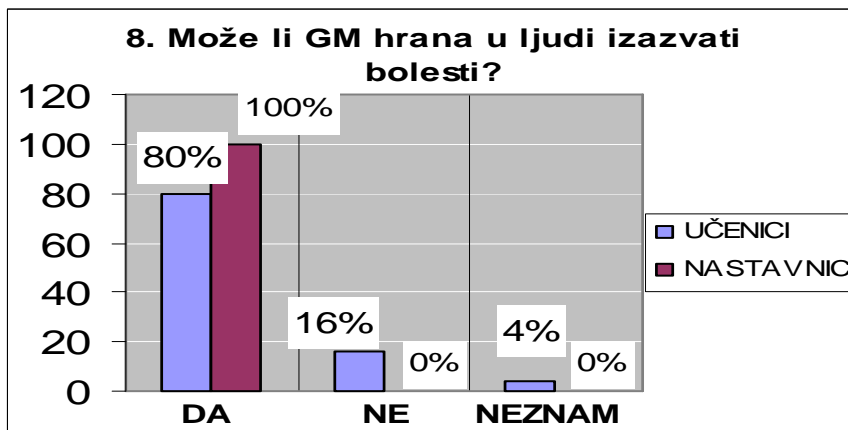
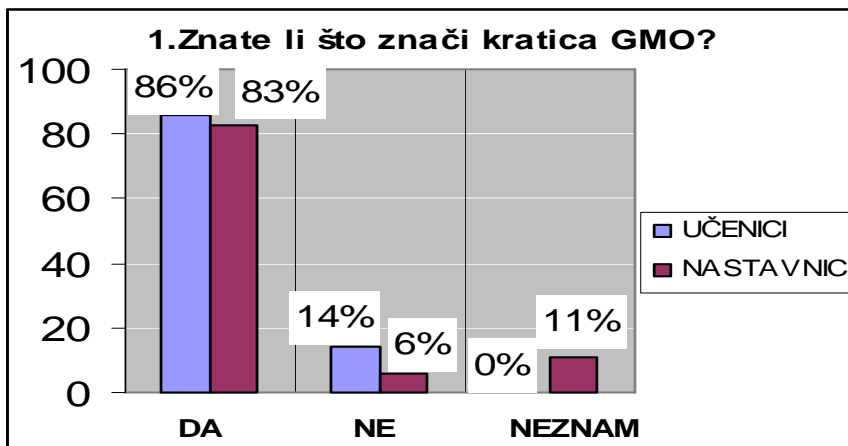
2003.god. – donesen «Zakon o zaštiti prirode», stupio na snagu 23.listopada 2003.god; uređuju se pitanja prekograničnog prijenosa, prevoza, ograničene uporabe, namjernog uvođenja u okoliš, stavljanja GMO-a na tržište, rukovanja, prijevoza i pakiranja GMO-a te postupanje s otpadom nastalim od GMO. Radi praćenja stanja i razvoja na području GMO-a te pružanja stručne pomoći ovlaštenim tijelima državne uprave vlada RH osniva povjerenstvo i dva znanstvena odbora.

- donesen «Zakon o hrani» koji uređuje problematiku zdravstvene ispravnosti namirnica. U zakon je sukladno europskoj praksi uvedena nova kategorija namirnica – nove namirnice ili novel foods, a to su namirnice dobivene novim tehnologijama ili one koje se do sada nisu znatnije rabile u prehrani pa zbog toga podliježu posebnim postupcima ocjene zdravstvene ispravnosti i odobravanja stavljanja na tržište. U tu se kategoriju ubrajaju i namirnice koje su modificirane, sadrže GMO-e ili namirnice koje su proizvedene od GMO-a bez obzira na stupanj obrade. Zakon za takve proizvode zahtijeva odobrenje koje izdaje znanstveni odbor pri Hrvatskoj agenciji za hranu [7].

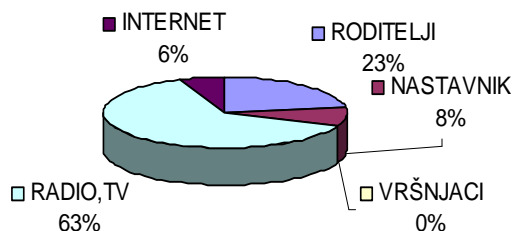
2004.god. - dopuna «Zakona o zaštiti prirode» (članak 133. stavak 3.) «Uredba o razini genetski modificiranih organizama u proizvodima ispod koje proizvodi koji se stavljaju na tržište ne moraju biti označeni kao proizvodi koji sadrže genetski modificirane organizme» (riječ je o proizvodima koji **sadrže 0,9% i manje u proizvodu od 1 sastojka**, odnosno 0,9% i manje dopuštenih genetski modificiranih organizama po pojedinom sastojku proizvoda koji se sastoji od više sastojaka!) [8].

**Hrvatski građani

U analizi ankete izdvojila bih odgovore (učenika i nastavnika na 1. i 8. pitanje te odgovore učenika na 2. pitanje) :



2. Najviše informacija o GMO sam saznao/la:



Pregledom svih izvora informacija zanimljivi su i argumenti, odnosno protuargumenti korištenja GM-proizvoda:

Tablica 3. Najčešće navođeni argumenti

PROTIV GMO:	ZA GMO:
<p>a) socio-ekonomski utjecaji</p> <ul style="list-style-type: none"> - povećan odljev genetičkog materijala iz manje u visoko razvijene zemlje - izumiranje tradicionalnih tehnologija i proizvoda - genetička nestabilnost transgenetičkog organizma <p>b) opasnosti za zdravlje</p> <ul style="list-style-type: none"> - toksični i alergijski efekti - povećana upotreba pesticida - širenje zaraza uslijed horizontalnog prijenosa gena - pojava otpornosti na antibiotike <p>c) opasnosti za biološku raznolikost</p> <ul style="list-style-type: none"> - širenje modificiranih gena na divlje srodnike (stvaranje super korova) - povećana upotreba neselektirajućih pesticida čime se smanjuje plodnost tla i prinosi 	<ul style="list-style-type: none"> - rješavanje problema gladi u svijetu - ekspanzija poljoprivredne djelatnosti uslijed jeftinijeg uzgoja - smanjena alergenost rizičnih namirnica (koje često izazivaju alergije) - povećana prehrambena vrijednost namirnica (dodatkom vitamina i minerala) - veća kontrola zdravstvene ispravnosti namirnica - ublažavanje negativnog utjecaja poljoprivrede na okoliš (smanjena erozija tla i učinkovitije korištenje poljoprivrednih površina) - smanjena upotreba pesticida

DISKUSIJA:

Provedeno istraživanje pokazuje nezadovoljavajuću informiranost hrvatske javnosti o problematici GMO-a. Navodim podatak po kojem **14% učenika i 6% nastavnika nisu uopće upoznati s značenjem kratice GMO**. Daleko poražavajući je podatak od gotovo **100% anketiranih nastavnika koji smatraju da su GMO proizvodi štetni za zdravlje**.

Kako su se oblikovali stavovi i predodžbe hrvatskih građana?

Pregledom svih dostupnih izvora informacija očito je da, kada izuzmemo stručne publikacije i znanstvene članke, najveći dio informacija su površne, nekvalitetne, odnosno znanstveno neutemeljene. Očito je da sredstva javnog informiranja u Hrvatskoj vape za senzacionalističkim napisima i visokim tiražama ne vodeći računa o pravima hrvatskog građanina da bude pravodobno i točno informiran (Iako je Republika Hrvatska 1998.god. potpisala Aarhusku konvenciju o pravima javnosti u pitanjima okoliša). Mnogi od takvih napisa su rezultat neznanja ali i svakojakih interesa, posebice političkih. S tim u vezi poznato je da se 1998.god. na šest polja u Hrvatskoj eksperimentalno uzgajalo sjeme GMO kukuruza, 2003. god se isti kukuruz sadi da bi se hitnom intervencijom vlade u ožujku 2004.god taj isti kukuruz uništio neposredno prije cvjetanja [9]. Očito je da su po pitanju GMO-a učinjeni brojni propusti i da je zakonska regulativa po ovom pitanju podbacila - iako su u međuvremenu donijeti «Zakon o zaštiti prirode» i «Zakon o hrani». Kako je danas primjena interneta u globalnoj mreži komunikacije postala neophodna zanimljivo je da upravo internetske stranice nude i najveće količine netočnih podataka.

Vidljivo je da i na međunarodnoj sceni nema jedinstvenog stava što nas svakako ne bi trebalo opravdati. Hrvatska javnost treba biti educirana počevši od školskog uzrasta pa na dalje. Pregledom školskih udžbenika iz prirode i biologije uočila sam ili izostanak bilo kakve informacije ili informacija nije bila primjerena uzrastu djeteta. Šokantna je činjenica da hrvatske škole nisu realizirale svoju obrazovnu zadaću što potvrđuje rezultat ankete učenika 8. razreda po kojoj je samo 8% djece GMO-informaciju primilo preko nastavnika, a čak 63% preko radija i TV.

Što se tiče nevladinih udruga i tu je izostalo jedinstveno javno očitovanje. Od ukupno 179 ekoloških udruga samo «Zelena akcija» sustavno promiče ekološku poljoprivredu uz često površno i lobističko protivljenje unošenju GM proizvoda na police hrvatskih supermarketa.

Gdje su u svemu tome naši znanstvenici?

Intrigantni su istupi Marijana Jošta (nekadašnjeg člana Bioetičkog povjerenstva za pitanja GMO) - koji se žestoko opire mogućnostima genetskog inženjeringa [10] i našeg proslavljenog akademika Miroslava

Radmana, koji u tome vidi samo dobrobit za čovječanstvo [11]. Postojanje pro i kontra struje među znanstvenicima rezultiralo je 18. ožujka 2004. godine očitovanjem Hrvatskog prirodoslovnog društva (HPD) o netočnim informacijama o tehnologiji rekombinantne DNA, gdje je po prvi put Hrvatska znanost javnosti iznijela jedinstven stav [12]. Upravo oni koji su prvi trebali informirati hrvatsku javnost oglasili su se posljednji. Dodatne informacije o GMO hrani mogu se naći u referencama [13-32].

Očito je da pitanja nadiru, a odgovora nema ili pak previše kasne. Kao rijetko koje otkriće u području prirodnih znanosti tehnologija genetskog inženjeringa izazvala je lavinu kontroverzi kako u Hrvatskoj, tako i u svijetu. Bili protivnici ili zagovornici takve tehnologije sigurno je da GM hrana ulazi u našu svakodnevicu. Upravo zbog toga hrvatska država, odnosno hrvatska znanost treba urgentno osmisliti mehanizme edukacije svih društvenih struktura (među njima naročito djelatnika masovnih medija, nastavnika i odgojitelja), gdje će svaki građanin biti upoznat s prednostima i nedostacima konzumiranja GM hrane ili korištenja GM proizvoda. Ovdje osobito naglašavam potrebu edukacije nastavnika koji bi pored sociološke, medicinske, gospodarske ili biološke dimenzije trebali uvijek istaknuti i etičku dimenziju genetičkog inženjerstva kao i moguće utjecaje na proces prirodne selekcije gena i evoluciju života.

Literatura:

- [1] Anić V. *Veliki riječnik hrvatskog jezika* (NOVI LIBER, Zagreb, 2004).
- [2] Slobodna dalmacija (2004) U hrvatskim trgovinama oko 600 genetski modificiranih proizvoda, Herbrang: bez panike. 14. veljače.
- [3] Slobodna dalmacija (2004) Salama MINI POLI puna GM soje. 3. ožujka.
- [4] Anić V. i Goldstein I. *Riječnik stranih riječi* (NOVI LIBER, Zagreb, 1999).
- [5] Đikić D., Glavač H., Glavač V., Hršak V., Jelavić V., Njegač D., Simončić V., Springer O., Tomašković I. i Vojvodić V. *Ekološki leksikon* (BARBAT, Zagreb, 2001).
- [6] Genetski modificirana hrana. ULR: http://www.who.int/topics/food_genetically_modified/en/
- [7] Zakon o hrani (*Narodne novine*, br. 117: 4263 – 4289).
- [8] Zakon o zaštiti prirode (*Narodne novine*, br. 34: 1441-1443).
- [9] Slobodna dalmacija (2004) Slijedi li velika sjetva GMO-a? 10. travnja.
- [10] Slobodna dalmacija (2004) Zagađenje peludom GM kukuruza gotova stvar? 5. srpnja.
- [11] Slobodna dalmacija (2004) Ili takva hrana ili povratak u glad. 25. veljače.
- [12] *Priroda* (2004) Hrvatsko prirodoslovno društvo, novinarima i hrvatskoj javnosti. Str. 9 -12.
- [13] *Drvo znanja* (2004) GMO problem ili rješenje. Travanj, str. 24 – 30.

-
- [14] Džapo J., Tonšetić J. i Zdražil L. *PRIRODA 5* (Profil, Zagreb, 2000).
- [15] Bošnjak V., Bule R., Seljanec V. i Tokić J. *PRIRODA 6* (Profil, Zagreb, 2000).
- [16] Džapo J., Tonšetić J. i Zdražil L. *BIOLOGIJA 7* (Profil, Zagreb, 2003).
- [17] Pavičić V. i Hudek J. *BIOLOGIJA 8* (Školska knjiga, Zagreb, 2000).
- [18] Večernji list (2004) Proizvodi s viškom GMO-a uništeni u Agroproteinki. 6. svibnja.
- [19] Večernji list (2004) Hrvatska mora dopustiti uvoz genetske hrane. 4. ožujka.
- [20] Vjesnik (2001) Ima li Hrvatska snage zabraniti uvoz genetski preinačene hrane. 26. siječnja.
- [21] Cafuk B. Genetički modificirani organizmi (ne) dolaze iz raja. *Liječničke novine 27*, (2004).
- [22] Delić V. *Što je genska tehnologija i čemu služi? Društveni značaj genske tehnologije* (Institut društvenih znanosti Ivo Pilar, Zagreb, 1999).
- [23] Delić V. (2004) Trideset godina genetičkog inženjerstva: kako je došlo do otkrića mogućnosti rekombiniranja DNA molekula in vitro. *Priroda*, siječanj.
- [24] Jelenić S. *Biljke oplemenjene genetičkim inženjerstvom u komercijalnoj uporabi* (Zavod za molekularnu biologiju, Biološki odsjek, Sveučilište u Zagrebu).
- [25] Čorić A. Nedostaci i prednosti genetski modificirane hrane. *Farm.glas. 59*, (2003).
- [26] Lynch M. Gene duplication and Evolution. *Science 297*, 945 – 947 (2002).
- [27] Freeland S.J. and Hurst L.D. (2004) Evolution Encoded. *Scientific american*, str. 56 – 64.
- [28] Cellini F., Chesson A., Colquhoun I., Constable A., Davies H.V., Engel K.H., Gatehouse A.M.R., Karenlampi S., Kok E.J., Leguay J., Lehenranta S., Noteborn H.P I.M., Pedersen I., Smith M. Unintended effects and their detection in genetically modified crops. *Food and Chemical Toxicology 42*(7),1089 (2004).
- [29] Frewer L., Lassen J., Kettlitz B., Schlderer J., Beekman V., Berdalk G. Social aspects of genetically modified foods. *Food and Chemical Toxicology 42*(7), 1181 (2004).
- [30] Miraglia M., Berdalk G., Brera C., Corbisier P., Holst - Jensen A., Kok E.J., Marvin H.J.P., Schimmel H., Rentsch I., Van Rie I.P.P.F., Zagon I. Detection and traceability of genetically modified organisms in the food production chain. *Food and Chemical Toxicology 42*(7), 1157 (2004).
- [31] Helm R.M. Food biotechnology - is this good or bad? Implications to allergic diseases. *Ann Allergy Asthma Immunol. 90*(6), 90 – 98 (2004).
- [32] *Genetically engineered food*. 2012. URL:
<<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/002432.htm>>
-

**PRISTUPAČNOST GRAĐEVINA JAVNE NAMJENE
OSOBAMA S TJELESNIM INVALIDITETOM**

Branka Gotovac

Kemijsko-tehnološki fakultet u Splitu

Teslina 10/V , 21000 Split

e-mail: gotovac@ktf-split.hr



Sažetak

Izgrađeni okoliš stvara prepreke za mnoge osobe. Neadekvatno oblikovanje može mnogima onemogućiti pristup i korištenje građevina javne namjene. Izravna je posljedica za osobe s invaliditetom ograničenje slobode izbora načina života, time i ravnopravnog sudjelovanja u životu zajednice. Osobe s invaliditetom ograničene su i u izboru mjesta obrazovanja, zaposlenja i stanovanja, budući pristupačnost nekog objekta postaje osnovni kriterij za izbor.

Broj osoba s invaliditetom u Hrvatskoj je 10% ukupnog broja stanovnika, što je respektabilna populacijsku grupa u prosjeku europskih i svjetskih podataka. S ciljem ujednačavanja prava na slobodu izbora potrebno je odgovarajućim mjerama osigurati pristupačnost javnih objekata osobama s invaliditetom. Upravo stajališta okoline, koja su osobama s invaliditetom sigurno izvor problema većih i od samog invaliditeta, mogu biti nepresušno vrelo pozitivnih promjena.

Obilježja javne politike u Europi prema osobama s invaliditetom

Europska unija 1996. godine odlučno mijenja politiku prema osobama s invaliditetom [1,2] potvrđujući je Rezolucijom Vijeća ministara [3]. Obilježje javne politike nekoć je bila težnja da se osobama s invaliditetom pomogne u pogledu njihove prilagodbe na vlastito stanje, dok nova politika preferira integraciju pred prilagodbom, i zajednička je obveza svih država članica identifikacija i odstranjivanje zapreka ka stvaranju jednakih mogućnosti i promicanje punog sudjelovanja osoba s invaliditetom u svim sferama života.

Kompendij o načelima država članica za stvaranje jednakih mogućnosti za osobe s invaliditetom obrazlaže za svaku zemlju članicu i plan rada u pogledu invaliditeta i po pitanju ostvarivanja okoliša bez zapreka, odnosno omogućavanja dostupnosti, kojim se teže ostvariti ciljevi izloženi u Rezoluciji [3].

U Belgiji se zakonom usvojenim 1975. godine određuju pravila koja se odnose na dostupnost javnim zgradama. Flamanski proračun omogućava osobama s invaliditetom kompenzaciju za preuređenje kuća. Podučavaju se studenti arhitekture o specifičnim problemima osoba s invaliditetom. Politika sveobuhvatne pristupačnosti pokreće istraživanje zahtjeva koji trebaju biti ispunjeni u javnim zgradama i njihovom okolišu. Tako se 1998. godine u Ujedinjenom Kraljevstvu postojeće odredbe proširuju novim mjerama kako bi se osigurala veća dostupnost (omogućen pristup ulazu u objekt, dovoljno široka vrata kroz koja mogu proći kolica i drugo) i neizdvojenost osoba s invaliditetom. U Francuskoj se također nizom propisa određuju uvjeti za gradnju javnih zgrada i stambenih četvrti. Nova gradnja i obnova podliježu mišljenju o građevinskim dozvolama Odbora za sigurnost i dostupnost, kojeg čine osim službenika javne uprave i vatrogasaca, predstavnici udruga osoba s invaliditetom. U Luksemburgu je donesen zakon o poboljšanju

pristupa u državne i općinske zgrade. Dekretom o izgradnji, u Nizozemskoj, uvedena su pravila kojima se moraju zadovoljiti standardi dostupnosti u javnim zgradama i novosagrađenim zgradama za stanovanje.

Međutim valja naglasiti da je još dokument međaš Vijeća Europe: *Preporuka br. R (92) 6 o jedinstvenoj politici za osobe s invaliditetom*. Taj je dokument požurio vlade država članica u uklanjanju zapreka u okruženju i društvu, i sprječavanju stvaranja novih [4]. Njime se propisuju europski parametri koji definiraju cjelovitu, jedinstvenu politiku rehabilitacije i integracije osoba s invaliditetom, ciljevi koje su i omogućavanje pristupa svim institucijama i službama zajednice, uključujući obrazovanje, te osiguravanje najveće moguće mobilnosti, pristupa zgradama i prijevoznim sredstvima, pa je u skladu s tim potrebno obrazovati arhitekta, urbaniste i stručnjake za gradnju, za javne objekte i prijevoz; osigurati dopunsku edukaciju, osnovne nastavne programe utemeljiti na koncepciji sveobuhvatne pristupačnosti i osuvremeniti udžbenike [1].

Aplikacije javne politike na pristup projektiranju u odnosu na osobe s invaliditetom

Odnos prema osobama s invaliditetom reflektira se i na pristup projektiranju, i obratno, izgrađeni okoliš očituje stav društva prema njima. Moguća su dva pristupa projektiranju u odnosu na osobe s invaliditetom [4,5]:

1. Projektiranje posebno za osobe s invaliditetom

Ovaj se pristup temelji na pretpostavci da su osobe s invaliditetom drukčije od ostalih (većine), stoga je po pitanju pristupačnosti potrebno primijeniti posebne standarde kao dodatak na uobičajene koji zadovoljavaju većinu; građevine se projektiraju s posebnim elementima (npr. rampe ili posebna vrata, tj. posebni ulazi) koji su namijenjeni samo za osobe s invaliditetom.

2. Projektiranje s jednakim mogućnostima za sve

Univerzalnost ovog pristupa očituje se primjenom standarda koji zadovoljavaju sve; projektira se tako da građevina svakim svojim dijelom bude pristupačna svim korisnicima.

Dakle, mijenjanje društvene svijesti o potrebi integracije osoba s invaliditetom preduvjet je stvaranju prostora bez barijera, a taj se cilj želi danas što potpunije postići u EU zajednici naroda.

Arhitektonski parametri izvedeni iz potreba osoba s tjelesnim invaliditetom

Analizom potreba i mogućnosti invalidnih osoba izvode se odgovarajući arhitektonski parametri, a kako različitih vrsta invaliditeta ima, u smislu kompenzacije funkcionalnog nedostatka, specifične zahtjeve za arhitektonsko planiranje, to imamo i "arhitektonske parametre izvedene iz potreba osoba s tjelesnim invaliditetom" [5, str.12]. (Trebalo napomenuti da po mišljenju autora, neposredno naveden izvor može koristiti za planiranje,

programiranje i projektiranje ne samo zgrada za obrazovanje, nego i za sve zgrade javnih namjena kako bi ih mogle koristiti osobe s oštećenim vidom i sluhom te s tjelesnim invaliditetom.)

Osobe s invaliditetom ruku ili šaka ograničene su u području hvatanja i pokretljivosti o čemu pri projektiranju treba voditi računa. Veliki im problem predstavlja npr. hvatanje okruglih kvaka i rukovanje slavinama što se odgovarajućim mjerama može izbjeći, odnosno otkloniti. Uvažavajući ograničenja osoba s ozljedama ili bolestima donjih ekstremiteta, osoba koje imaju proteze, osoba ograničene snage i izdržljivosti, treba izbjegavati pragove, stepenice i druge zapreke koje otežavaju hod. Ukoliko se stepenice ne mogu izbjeći rukohvati moraju biti obavezni dio svakog stepeništa. Treba dobro ergonomski oblikovati rukohvate, planirati dovoljan broj mjesta za sjedenje i odmor na prometnim površinama, u dizalima, na stubišnim podestima, te osigurati veću površinu za kretanje osobama koje se oslanjaju na štapove ili štake, i korisnicima invalidskih kolica. Visinske razlike treba svladavati rampama i dizalima, odnosno podiznim platformama. Pri planiranju gradnje treba uzeti u obzir ograničenu zonu dohvata osoba u invalidskim kolicima i potrebu za većim uporabnim prostorom, posebno u području sanitarija koje treba i adekvatno opremiti.

(Osnovne informacije i podaci potrebni kod oblikovanja okoliša bez barijera, i preporučene mjere za uklanjanje postojećih, detaljno su izloženi u izvoru [6].)

Iz podataka kao što su područje dohvata, širina zauzete trake kretanja pri upotrebi štapa, štaka, standardne dimenzije invalidskih kolica, zatim visina očiju, vidni kut,...mogu se izvesti uporabni prostori i ergonomski prilagođena oprema i namještaj [5].

Osnovne mjere su mjera prolaza 0,90 m i minimalna potrebna površina manevriranja invalidskim kolicima od 1,50m x 1,50m, prema čemu se dimenzioniraju prilazne i komunikacijske površine, rampe, dizala, hodnici, vrata i potrebne površine ispred namještaja [5].

Hrvatski propisi

Određeni standardi koji okvirno osiguravaju izgrađenu sredinu dostupnu svim korisnicima predviđeni su *Pravilnikom o prostornim standardima, urbanističko-tehničkim uvjetima i normativima za sprečavanje stvaranja arhitektonsko-urbanističkih barijera* koji je na snazi u Hrvatskoj još od 1982. godine [7,8]. Usprkos tome barijere u prostoru postoje na svakom koraku, i tamo gdje ih naizgled nema. Npr. u Zagrebu, "rampa na HNK tako je strma da kolica moraju gurati trojica jakih muškaraca" [9]. U Splitu, HNK već desetljećima ne želi staviti rukohvat na ulaznom dijelu glavnog stepeništa gdje rukohvat nedostaje.

Trenutačno je stanje u Hrvatskoj, obzirom na obveze ispunjavanja pristupačnosti građevinama, uređeno osim navedenim, i *Pravilnikom o projektima potrebnim za osiguranje pristupačnosti građevina osobama s*

invaliditetom i drugim osobama smanjene pokretljivosti [10].

Njime se određuje obvezni sadržaj idejnog, glavnog i izvedbenog projekta, te utvrđuju slučajevi gradnje, kojima se osigurava pristupačnost postojećih građevina, za koje nije potrebna građevinska dozvola [11,8]. Ovaj je Pravilnik donesen 2003. godine u sklopu aktivnosti kojima se osiguravaju povoljniji uvjeti života i rada osoba s invaliditetom, potaknutih *Nacionalnom strategijom jedinstvene politike za osobe s invaliditetom od 2003. do 2006. godine* [8,12].

Hrvatska stvarnost

U okviru pripreme Zagrebačke strategije jedinstvene politike za osobe s invaliditetom u razdoblju od 2003. do 2006. godine, izrađene po uzoru na Nacionalnu strategiju, napravljen je Vodič kroz Grad Zagreb za osobe s invaliditetom dio kojega je i popis javnih objekata i površina obzirom na pristupačnost [10]. Vodič je pokazao nedostupnost mnogobrojnih važnih ustanova osobama s invaliditetom [10]. Prioritet je dan prilagodbi zdravstvenih ustanova i ustanova socijalne skrbi (do sada je prilagođeno dvadesetak domova zdravlja, dva područna ureda Centra za socijalnu skrb Zagreb, za nekoliko drugih u tijeku je postupak zamjene prostora,...) [10]. Zaostaje planirana prilagodba osnovnih i srednjih škola (o uvjetima za odvijanje redovitog procesa obrazovanja invalidne djece vidi u izvoru [13]). Od 75 srednjih škola, osoba u kolicima već unaprijed mora eliminirati njih 56 zbog arhitektonskih zapreka, a od visokoškolskih ustanova pristupačan je samo Filozofski fakultet [9]. Prostor oko i unutar zgrade Filozofskog fakulteta, kojeg pohađa 11 od 17 zagrebačkih studenata s invaliditetom, posve je prilagođen osobama s invaliditetom: odrezani su rubnici, postavljene rampe, prilagođeni su sanitarni čvorovi i liftovima povezane sve razine unutar zgrade [14]. Fakultet elektronike i računarstva, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Fakultet političkih znanosti i Hrvatski studiji, djelomično su pristupačni [10].) Kontinuirano se prilagođavaju i prometnice upuštanjem rubnika, a što je najvažnije u svim novoizgrađenim javnim objektima osigurava se pristupačnost za sve.

U Zagrebu je od 17. do 19. listopada 2004. održan *Deveti hrvatski simpozij o invalidima* na temu pristupačnosti, s naglaskom da pristupačnost za osobe s invaliditetom ne podrazumijeva samo pristupačne građevine nego i pristupačno obrazovanje, zapošljavanje, dostupne informacije i potporne tehnologije,...,dakle ravnopravno sudjelovanje u životu zajednice [10]. Sudionici simpozija su u svojim radovima uglavnom izrazili nezadovoljstvo po pitanju pristupačnosti javnim objektima u svojim gradovima. Međutim evidentno je da se u natrag par godina provode akcije kojima se nastoji poboljšati pristupačnost. Tako je u Bjelovaru uređena većina prilaza za osobe s invaliditetom, u Križevcima su svi prijelazi prilagođeni invalidnim osobama u kolicima i uređeno je nekoliko prilaza javnim objektima i ustanovama.

U Dubrovniku su članovi *Društva distrofičara cerebralne i dječje paralize, ostalih tjelesnih invalida Dubrovačko-neretvanske županije*, nastojeći pobuditi javnost na poteškoće koje prostorne zapreke stvaraju slabo pokretnim osobama, a pogotovo osobama u invalidskim kolicima, organizirano s kolicima izišli na ulicu pokrenuvši time odgovorne da naprave nekoliko rampi. *Udruga invalida Križevci* organizirala je demonstraciju vožnje u invalidskim kolicima u kojoj se okušao i križevački gradonačelnik pokušavajući savladati nekoliko raskrižja u gradu. Učinak je akcija uređenja i upuštanja rubnika na prijelazima i raskrižjima ulica Križevaca.

S ciljem uspostavljanja izravne komunikacije između nadležnih po pitanju pristupačnosti javnim objektima i osoba s invaliditetom, u Rijeci je u sklopu interesne skupine građana *Podrška osobama s invaliditetom*, 2003. godine formiran radni tim *Otklonimo barijere* čija je primarna zadaća rješavanje problema arhitektonskih barijera u gradu Rijeci i sprječavanje stvaranja novih. Kontinuirano se radi na postavljanju rukohvata i na postupnom rješavanju postavljanja rampi u središtu grada. Navedena skupina *Podrška osobama s invaliditetom* je 2001. godine prikupila podatke o pristupačnosti javnih objekata u Rijeci na temelju kojih je tiskan *Priručni vodič za osobe s invaliditetom*.

Udruga invalida grada Kutina pokrenula je izradu *Vodiča za osobe s invaliditetom u gradu Kutina*. U Daruvaru je dogovorena izrada *Daruvarske strategije*, te izdavanje *Vodiča za osobe s invaliditetom* [10].

Vodič kao skup podataka o pristupačnosti javnih objekata i površina, nije samo odraz pristupačnosti, nego izvor informacija kojim one postaju dostupne, i to ne samo osobama s invaliditetom već svima. Prikupljeni podaci trebaju stimulirati prilagodbu objekata, mogu olakšati određivanje prioriteta objekata za prilagodbu, i uopće usmjeriti daljnje akcije.

Važno je dakle, ne samo učiniti informaciju dostupnom, nego i pravodobno je ostvariti djelovanje.

U Đurđevcu su otklonjene sve građevinske barijere u niskogradnji još 1983. godine [10]. Kod naknadnih cestogradnji ili uređenja pješačkih staza, sprječavanje stvaranja novih barijera postalo je uobičajeno i normalno. 1979. godine izgrađen je prvi đurđevački hotel, ujedno i prva đurđevačka visokogradnja koja je svoje prilaze prilagodila osobama u invalidskim kolicima. Od tada su na mnogim đurđevačkim javnim zgradama (Dom zdravlja, vrtići, osnovna i srednja škola, banka, zgrada Doma kulture, mjesna crkva) napravljeni prilazi za osobe u invalidskim kolicima. Tijekom 2003. godine sanirani su mnogi prilazi u trgovinama, ugostiteljskim objektima, ... gdje je trebalo premostiti samo jednu stepenicu. Iste godine Đurđevac je dobio novu gradsku tržnicu kojoj su prilazi sa sviju strana dostupni, kao i svi sadržaji unutar objekta. Uz tržnicu je izgrađen javni gradski sanitarni čvor u sklopu kojeg je i WC namijenjen za osobe u invalidskim kolicima.

Pristupačnost u Splitu

“U svrhu dobivanja realne slike o pristupačnosti najčešće korištenih građevina i javnih površina...” u Splitu, napravljen je *Vodič za invalide* objavljen 2002. godine, “...u kojem se prikazala pristupačnost pristupa građevinama, prilagođenost ulaza i unutrašnjosti građevina, te potom dala ocjena cjelovite pristupačnosti” [15, str.2]. Svaka je snimljena građevina ocjenjena ili kao pristupačna ili djelomično pristupačna ili kao nepristupačna. “Oznaku pristupačna dobila je građevina koju može svatko koristiti na prirodan i samostalan način”.

Od 488 objekata (vidi tablicu 1) obuhvaćenih Vodičem samo je 13% pristupačnih, djelomično pristupačnih je 35%, a 52% snimljenih objekata je nepristupačno.

Najpristupačniji su objekti socijalnih ustanova i udruga, i sportski objekti (redom 42%, odnosno 37,5%). Ni jedan od objekata prometa (autobusni i željeznički kolodvor, lučka putnička zgrada, mjesta prodaje karata, zračna luka,...) nije pristupačan, ali su zato gotovo svi djelomično pristupačni (91% objekata). 9% objekata uprave je pristupačno, 8% objekata kulture, a 4% je pristupačnih objekata obrazovnih ustanova (Srednja zubotehnička škola i dva visokoškolska objekta)!

60% objekata uslužnih djelatnosti (frizerski saloni uglavnom, kemijske čistionice i saloni optike) je djelomično pristupačno, 57% pošti, a turističkih i ugostiteljskih objekata 49%. Najmanje (15%) je djelomično pristupačnih objekata obrazovnih ustanova (tri osnovne škole: Blatine-Škrape, Pojišan i Split 3, od srednjih Elektrotehnička škola, *sedam* visokoškolskih objekata, i škola s posebnim uvjetima obrazovanja Centar za odgoj i obrazovanje Slava Raškaj), zatim objekata uprave (20%) i kulture (23%).

Dakle, 69% objekata kulture i 71% objekata uprave je nepristupačno. Očito najlošija situacija je u obrazovanju. Nepristupačnih je 81% objekata obrazovnih ustanova!

Tablica 1.

Broj pristupačnih, djelomično pristupačnih i nepristupačnih objekata u Splitu (prema Mirić, M.; Marold, N.; Džanić, R.: Vodič kroz Split za osobe s invaliditetom)

	Pristupačni objekti	Djelomično pristupačni objekti	Nepristupačni objekti	Broj promatranih objekata
bolnice	2	1	1	4
domovi zdravlja i ambulante	5	13	32	50
ljekarne	7	17	9	33
ZDRAVSTVO	14	31	42	87
SOCIJALNE USTANOVE I UDRUGE	9	6	6	21

osnovne škole	0	3	19	22
srednje škole	1	1	25	27
visoke škole i fakulteti	2	7	20	29
škole sa posebnim uvjetima obrazovanja	0	1	2	3
OBRAZOVNE USTANOVE	3	12	66	81

županijska i gradska uprava	0	2	7	9
uređi i javne službe	1	3	11	15
sudovi	0	0	7	7
policijske postaje	0	3	1	4
osiguravajuća društva	3	1	6	10
UPRAVA I URED I	4	9	32	45

kazališta	0	0	4	4
kina	1	2	1	4
muzeji	0	0	5	5
galerije	0	3	8	11
knjižnice	1	0	3	4
crkve i vjerske zajednice	2	6	13	21
KULTURA	4	11	34	49

	Pristupačni objekti	Djelomično pristupačni objekti	Nepristupačni objekti	Broj Proma- tranih objekata
robne kuće i trgovine	3	3	5	11
tržnice	1	2	1	4
knjižare	0	12	5	17
trgovine invalidskim i ortopedskim pomagalima	4	0	2	6

TRGOVINE	8	17	13	38
-----------------	----------	-----------	-----------	-----------

USLUŽNE DJELATNOSTI	7	30	13	50
--------------------------------	----------	-----------	-----------	-----------

turističke agencije	1	13	3	17
hoteli	3	1	6	10
restorani	1	7	8	16
TURIZAM I UGOSTITELJST VO	5	21	17	43

BANKE	5	14	22	41
--------------	----------	-----------	-----------	-----------

POŠTE	1	8	5	14
--------------	----------	----------	----------	-----------

PROMET	0	10	1	11
---------------	----------	-----------	----------	-----------

ŠPORT I REKREACIJA	3	3	2	8
-------------------------------	----------	----------	----------	----------

UKUPNO	63	172	253	488
---------------	-----------	------------	------------	------------

Treba napomenuti da su Vodičem, pod visoke škole i fakulteti, obuhvaćeni i restoran i centrala Studentskog centra, studentski domovi i đачki domovi (koji su u prvom redu namijenjeni smještaju učenika srednjih škola, pa ih sukladno tome treba naznačiti pod srednje škole ili pak to konceptijski drugačije riješiti), što bi se radi preglednosti moglo svesti npr. pod objekte pratećih sadržaja.

Istim je također obuhvaćeno:

-Pučko otvoreno učilište,

-jedna škola stranih jezika (iako je niz škola jezika u Splitu, od kojih prva, Centar za strane jezike, djeluje još od 1957. godine),

-uprave Poslovne škole, Informatičke, Srednje prometne i Škole za medicinska zanimanja. Navedeno, i sadržajno slično, trebalo bi izdvojiti, i odgovarajuće grupirati.

Pa tako imamo kao pristupačne visokoškolske objekte: Školu stranih jezika *Pappagallo* i prostor u Kaštelanskoj ulici nekadašnjeg Veleučilišta u Splitu, a kao djelomično pristupačne: Medicinski, Pravni i Teološki fakultet, učionice u Kavanjinovoj ulici bivšeg Veleučilišta, restoran Studentskog centra, Muški đачki dom i Pučko otvoreno učilište!

Danas, od četiri prostora bivšeg Veleučilišta u Splitu, navedena u Vodiču, Odjel za stručne studije Sveučilišta u Splitu koristi dva (1 je djelomično

pristupačan i 1 nepristupačan) [16]. Dalje, Studiji humanističkih znanosti u Radovanovoj 13, u prostoru su (ocijenjen kao nepristupačan) kojeg je prije koristio Ekonomski fakultet. Sadašnja zgrada Ekonomskog fakulteta smještena u sklopu Sveučilišnog kampusa Visoka, pristupačna je osobama s invaliditetom ako uspiju riješiti problem parkiranja i dolaska po nizbrdici sa parkirališta do zgrade fakulteta. Još bolja pristupačnost sa obilježenim i pogodno smještenim parkirnim mjestima za invalide očekuje se i od ostalih objekata koji će zaživjeti na prostoru Kampusa, poput planirane zgrade tri fakulteta i planiranog studentskog doma koji bi po programu izgradnje, prema [17], trebao osigurati nesmetani pristup i smještaj invalidnim osobama.

Ovdje je cilj naglasiti kako Vodič, kao izvor informacija, treba biti ne samo pregledan i što obuhvatniji, odnosno informacija koju nudi lako dostupna i cjelovita, već i provjerena, po potrebi nadopunjena, važeća informacija. Dakle, pouzdan i aktualan izvor, koji mora pratiti i promjenjivu sliku pristupačnosti.

Gradska knjižnica, Odjel Bol Plokte jedina je od snimanih knjižnica ocijenjena pristupačnom (ostale 3 su nepristupačne), koju dakle, "...može svatko koristiti na prirodan i samostalan način" [15. Str.2]. Znači, može joj nesmetano pristupiti, i samostalno, bez posrednika, koristiti usluge koje pruža. Korisnik u invalidskim kolicima može ući u navedenu knjižnicu i doći do pulta za informacije. Dalje, na odjele za djecu i odrasle (do knjiga, računala, čitaonice,...), može se samo stepenicama. A nije li u knjižnici najprirodnije upravo nesmetano prebiranje po policama s knjigama? U ovoj knjižnici, ni osnovni uvjeti pristupačnosti nisu zadovoljeni, a kamo li posebni uvjeti koji se javljaju kao rezultat specifičnih zahtjeva vezanih za djelatnost knjižnice.

I kino Central jedino je od kina u Splitu ocijenjeno pristupačnim, iako osoba u invalidskim kolicima ne može prirodno i samostalno do kino dvorane, jer do blagajne kina vode isključivo stepenice, a od nje se opet može samo stepenicama do kino dvorane. Osoba u invalidskim kolicima može ući na posebna vrata, namijenjena za izlaz iz kino dvorane, budući su tu vanjski i unutarnji nivo u razini. Dakako da prethodno mora zamoliti nekoga za to, baš kao i za kupnju ulaznice jer ne može sama. A može ostati i kod kuće. Ne provode li osobe s invaliditetom upravo zato kod kuće više vremena od ostalih?

Opća ocjena je predstavnice *Udruga osoba s invaliditetom Split*, "da većinu prostora i sadržaja i tih pristupačnih i djelomično pristupačnih objekata", navedenih u Vodiču, "nepokretne i teško pokretne osobe ne mogu koristiti, jer nemaju dizala i prikladne rukohvate na stepeništima, a niti potrebnu širinu ulaza i prolaza" [10, str.73].

U Vodiču je još navedeno 18 rezerviranih parkirališnih mjesta za osobe s invaliditetom, 3 mjesta sa spuštenim telefonskim govornicama i jednim prilagođenim javnim WC-om na splitskom aerodromu u Kaštelima. (Uzgred, u Splitu nema niti jednog takvog javnog WC-a, a svega ga tri javna objekta

imaju!) Međutim, u Vodiču nema informacija o pristupačnosti ni jednog vrtića u Gradu, ni jedne javne pješačke površine: trga, ulice, pothodnika, nadhodnika, parka, šetališta,...

Programom nacrta *Splitske strategije jedinstvene politike za osobe s invaliditetom u razdoblju od 2005. do 2008. godine*, planira se tiskanje novog vodiča, *Vodiča kroz Split* i postavljanje na web stranice, a informacije o pristupačnosti javnih objekata i ustanova osobama s invaliditetom, planom trebaju biti dostupne i telefonski [18].

Naime, napravljen je nacrt Splitske strategije, koja programom djelovanja obuhvaća i permanentno otklanjanje arhitektonskih zapreka i osiguravanje pristupačnosti javnih prostora i objekata osobama s invaliditetom, pa stoga aktivnosti Grada posebno usmjerava na izradu planova postupne prilagodbe objekata s rokovima izvršenja planirane prilagodbe. Izrada gore navedenih planova prilagodbe s rokovima izvršenja, planirana je najkasnije do kraja lipnja 2005. godine za objekte zdravstvenih i socijalnih ustanova, ustanova odgoja i obrazovanja, sportskih ustanova, i za objekte kulturnih ustanova, a za objekte gradske, županijske i državne uprave do kraja kolovoza 2005. Ovo je i rok za izradu plana postupne prilagodbe ulica, trgova, šetnica, parkova, kupališta i drugih javnih prometnih površina.

Policija i pravosuđe nisu još dovoljno uključeni u ove akcije osiguravanja pristupačnosti invalidima. Tako se u Splitu u pravilu ne kažnjavaju vozači, koji parkiraju svoje automobile na jasno označenim parkiralištima za invalide, premda nisu hendikepirani i nemaju potrebnu naljepnicu i pripadni dokument koji bi im dao pravo da parkiraju na tim mjestima. Takva pravosudna praksa je nezamisliva u EU zemljama, pa to izgleda kao dodatna potvrda da upravo u pravosuđu najviše zaostajemo za pravosudnom praksom u EU zemljama.

Zaključak

Uklanjanje postojećih arhitektonskih zapreka je neizostavan dio procesa osiguravanja pristupačnosti javnih objekata osobama s invaliditetom, no budući je to ipak dugotrajnije rješenje treba razmišljati o tome kako osigurati pristupačnost već danas. Primjer može biti Osnovna škola Manuš kupnjom scalamobila, pomagala kojim se pomoću ugrađenog elektromotora svladavaju stepenice, kojeg prema [19], ima svega nekoliko ustanova i pojedinaca u Hrvatskoj. Ujedno se na taj način našlo alternativno rješenje budući se nije mogla izvršiti odgovarajuća adaptacija, a da se ne naruši povijesno dobro objekta.

Drugo, sprječavanje stvaranja novih barijera u svim razvojnim fazama, od projektiranja do gradnje i održavanja, uvažavajući načela univerzalnog dizajna: da ga mogu koristiti osobe različitih mogućnosti, da ima mogućnost prilagodbe širokom spektru različitih sklonosti i mogućnosti, uporabe jednostavne i intuitivne, da pruža uočljive informacije, takav da se moguće

opasnosti svedu na minimum (npr. rampa blagog nagiba, odgovarajuće širine, čvrste i ne klizajuće površine, s postavljenim rukohvatima na obje strane,...), da ga se može koristiti s najmanjim mogućim naporom i da osigura mjere i prostor za pristup, dohvat, rukovanje i uporabu [20]. Time se zaokružuje proces osiguravanja pristupačnosti javnih objekata osobama s invaliditetom i usmjerava ka oblikovanju okoliša koji svatko, neovisno o sposobnostima, zdravlju, dobi ili spolu, može maksimalno samostalno i posve prirodno koristiti.

Preduvjet za to je svjesno prihvaćanje odgovornosti i obaveza svih članova društva.

odatak

U okviru *Nacionalne strategije jedinstvene politike za osobe s invaliditetom od 2003. do 2006. godine*, Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva donijelo je **3.12.2005.** (Svjetski dan osoba s invaliditetom) *Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti* kojim se propisuje obvezna primjena odgovarajućih rješenja u projektiranju i izvođenju građevina "javne, poslovne, stambene i stambeno-poslovne namjene" kako bi se osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti osigurao nesmetan pristup, kretanje, boravak i rad u njima [12,21,22].

Ovim Pravilnikom "po prvi put se problematika pristupačnosti građevina uređuje za sve skupine invalidnosti", a uvjete njime propisane, građevine javne i poslovne namjene moraju zadovoljiti do 31.12.2007. godine [21].

Literatura

[1] *Recommendation No. R (92) 6 of the Committee of Ministers to Member States on a Coherent Policy for People with Disabilities*. Council of Europe. 27. listopada 2004. URL:

<[http://www.handicapincifre.it/allegati/RECOMMENDATION_R\(92\)6.htm](http://www.handicapincifre.it/allegati/RECOMMENDATION_R(92)6.htm)>

[2] *Invaliditet kao društvena odgovornost – Zaključci*. Okrugli stol.

13. listopada 2004. URL: <<http://www.uspih.hr/>>

[3] Europska komisija. *Kompendij o načelima država članica za stvaranje jednakih mogućnosti za osobe s invaliditetom - Zapošljavanje i socijalna pitanja* (Državni zavod za zaštitu obitelji, materinstva i mladeži, Zagreb, 2001).

[4] Vijeće Europe. *Integracija osoba s invaliditetom – Aktivnosti* (Državni zavod za zaštitu obitelji, materinstva i mladeži, Zagreb, 2002).

[5] Auf – Franić, H., Olujić, V., Žarnić, T., Bertina, M., Korlaet, L., Rister, V., Roth-Čerina, M. *Arhitektura bez barijera u zgradama za obrazovanje* (Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2003).

[6] *Accessibility for the Disabled – A Design Manual for a Barrier Free*; 23. studenog 2004. URL:

<<http://www.un.org/esa/socdev/enable/designm/>>

-
- [7] Pravilnik o prostornim standardima, urbanističko-tehničkim uvjetima i normativima za sprečavanje stvaranja arhitektonsko-urbanističkih barijera (*Narodne novine*, br.47/82).
- [8] *Priručnik za osiguranje pristupačnosti građevina osobama smanjene pokretljivosti - obvezni sadržaj projekata - upute za opremanje projekata* (Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Uprava za graditeljstvo, Zagreb, 2003).
- [9] *Invalidima nedostupne i bolnice*. 13. listopada 2004. URL: <<http://www.vecernji.hr/zg-vijesti/invalidima-nedostupne-i-bolnice-739141>>
- [10] *Pristupačna hrvatska i svjetska iskustva – Gdje smo? Deveti hrvatski simpozij o osobama s invaliditetom s međunarodnim sudjelovanjem* (Zagreb, 2004).
- [11] Pravilnik o projektima potrebnim za osiguranje pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i drugim osobama smanjene pokretljivosti (*Narodne novine*, br.104/03).
- [12] *Nacionalna strategija jedinstvene politike za osobe s invaliditetom od 2003. do 2006. Godine*.30. studenog 2004. URL: <<http://www.nn.hr/clanci/sluzbeno/2003/0159.htm>>
- [13] Auf – Franić, H., Olujić, V., Žarnić, T., Bertina, M.: *Osnovne škole – upute za programiranje, planiranje i projektiranje* (Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2003).
- [14] Novi list (2004) *Marš za prava studenata invalida*. Dnevne rubrike – Hrvatska 13. listopada.
- [15] Mirić, M., Marold, N., Džanić, R. *Vodič kroz Split za osobe s invaliditetom* (Promet-ing; Savez organizacija invalida Hrvatske, Zagreb, 2001).
- [16] *Sveučilište u Splitu*. 19. prosinca 2004. URL: <<http://www.unist.hr/>>
- [17]. 16. travnja 2013. URL: <<http://split.com.hr/novosti/vijesti/ekskluzivno-pogled-unutar-novog-studentskog-doma-u-splitu>>
- [18] Cetinić M. *Nacrt splitske strategije jedinstvene politike za osobe s invaliditetom u razdoblju od 2005. do 2008. godine* (Udruga osoba s invaliditetom Split, 2004).
- [19] 13. listopada 2004. URL: <http://web.archive.org/web/20040604120620/://www.dzzomm.hr/posebnepotrebe_dogadanja.htm>
- [20] *The Principles of Universal Design*. 23. studenog 2004. URL: <http://web.archive.org/web/20111017195657/ /tools_principles.html>
- <http://home.earthlink.net/~jlminc> [21] *Predavanje o Pravilniku o pristupačnosti građevina: "Pristupačnost građevina turističke namjene osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti"*. 14. srpnja 2007. URL: <<http://www.promohotel.hr/dokumenti/radl-ministarstvo-2007.pdf>>
- [21] *Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti*. 14. srpnja 2007. URL: <<http://www.nn.hr/clanci/sluzbeno/2005/2947.htm>>
-

OKOLIŠ I LJUDSKA PRAVA

Renata Ruić

Gimnazija Franje Petrića
Obala Kneza Trpimira 26, 23000 Zadar
renata.ruic@zd.t-com.hr

Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi da li pravo na zaštitu okoliša spada u ljudska prava, da li u pravo na zaštitu okoliša spadaju prava budućih generacija, te kakav je odnos prava na okoliš i ostalih ljudskih prava. Naglasak je stavljen na odnosu između prava na informaciju i prava na zdrav okoliš, te prava na privatno vlasništvo i prava na zdrav okoliš. Izneseni su argumenti da se pravo na zdrav okoliš može smatrati temeljnim ljudskim pravom, te da je ono usko povezano s pravima budućih generacija. Bez obzira na paradoksalnu situaciju ostvarivanja prava budućih generacija ima smisla brinuti o njima. Različiti je odnos među ljudskim pravima i pravom na zdrav okoliš. Između jednih postoji sinergijski odnos, neki drugi su u koliziji, a rijetki su neutralni jedno naspram drugog. Pravo na zdrav okoliš i zakoni vezani s njim bitno utječu na modificiranje čovjekova ponašanja spram okoliša, na način da se sprječava degradacija okoliša te stoga treba raditi na njihovom proširivanju.

UVOD

Devetoro pripadnika nigerijskog Ogoni plemena 1. studenog 1995. godine osuđeno je na smrt zbog pokušaja zaštite svog životnog prostora od ekološke degradacije. Jedan od njih je bio i Ken Saro-Wiwa, kandidat za Nobelovu nagradu za mir. Bio je predsjednik Pokreta za opstanak Ogoni naroda i uz osmero svojih sunarodnjaka organizirao je proteste protiv Shell Oil kompanije. Deset dana kasnije nigerijska militaristička vlada, s generalom Sani Abachom na čelu, smaknula ih je vješanjem.

U ime protesta Evropska unija otkazala je Nigeriji pomoć u razvoju, uključujući i neuplaćivanje 778 milijuna dolara dodijeljenih za razdoblje od 1991 do 1995 godine. Druge zemlje su povukle svoje diplomate i uvele restrikcije na prodaju oružja, ali nijedna vlada na svijetu nije nametnula bojkot na kupovanje nafte iz Nigerije, glavni izvor državnih prihoda [1].

Chica Mendesa, brazilskog skupljača kaučuka iz Xaipurija u Amazoni, ubili su rančeri zbog borbe protiv uništavatelja šuma od kojih i u kojima su on i njegova zajednica živjeli. Yosepha Aloman, vođa Amungma plemena iz Irian Jaya u Indoneziji, mučena je i zatvorena u samicu punu

fekalija, zbog borbe protiv Freeport McMoran rudnika, koji je, bacajući oko 100 000 tona stijena i otpada, zagadio rijeke od kojih su živjeli domaći stanovnici. Edwin Bustillos je pretučen i zastrašivan, a njegove kolege misteriozno su poginuli dok su se zalagali protiv ilegalne sječe šume u Sierra Madri u Meksiku [2].

Točno godinu dana nakon ubojstva Ken Saro-Wiwe, turski maslinari stali su na put drvosječama koji su trebali očistiti teren za eksploataciju zlata od strane francuske korporacije Eurogold. Tijekom sukoba maslinara i korporacije, koji je trajao dvije godine, izmjenjivala su se uvjerenja o sigurnosti tehnologije vađenja zlata cijanidnim postupkom (iako su se već nakon preliminarnog bušenja zagadili izvori pitke vode), okrugli stolovi, referendum o dodijeli koncesije (Eurogold nije dobio ni jedan glas) i mirne demonstracije s 10 000 ljudi i 1000 traktora. U travnju 1997. godine najviši turski državni sud proglasio je rudnik neustavnim i zatvorio ga. Sud je zaključio da Eurogold ne smije kršiti pravo svakog turskog građanina na zdrav okoliš.

Ovi slučajevi, osim što pokazuju kako financijski i politički interesi pobjeđuju daleko češće od potreba malih ljudi da žive u zdravoj sredini, otvaraju mnoga pitanja. Da li je borba za zaštitu okoliša ustvari borba za osnovna ljudska prava, ili prava budućih generacija? Predstavljaju li zakoni o zaštiti okoliša ograničenje nekim slobodama i pravima ljudi? Kakav je odnos između ljudskih prava i sve većih zahtjeva za očuvanjem okoliša?

1. PRAVO NA OKOLIŠ KAO LJUDSKO PRAVO

Svi ljudi rođeni su slobodni, s jednakim dostojanstvom i pravima - tako počinje član 1. "Opće deklaracije o ljudskim pravima" [3]. To znači da svi mi od trenutka rođenja posjedujemo određena prava koja se nazivaju ljudskim pravima. Ljudska prava su zajamčena svakom čovjeku na temelju njegova postojanja kao čovjeka i ona su neotuđiva, što znači da ne mogu nikome biti oduzeta.

Godine 1948. kad su Ujedinjeni narodi donijeli Opću deklaraciju o ljudskim pravima, ona nije bila pravno obvezujuća, ali su je ubrzo mnoge nacije uključile u svoje ustave. Na njenom temelju nastali su regionalni paketi o ljudskim pravima, koji imaju karakter pravno obvezujućih dokumenata, na primjer Europska konvencija o ljudskim pravima ili osnivanje Europskog suda za ljudska prava. Takozvana *prava treće generacije* tek se odnedavno ubrajaju u ljudska prava. S jedne strane, ta prava ukazuju na to da ljudska prava nisu samo puka institucija nego da se ona razvijaju i mijenjaju, a s druge strane, kroz njih se prepoznaju novi problemi koji ugrožavaju pravo na život svih ljudi te stoga trebaju naći svoje mjesto u katalogu ljudskih prava. Uz pravo na razvoj, koje bi trebalo pomoći smanjenju jaza koji vlada između bijede i bogatstva diljem svijeta, u prava treće generacije ubraja se prije svega pravo na zaštitu okoliša.

Stotinjak ljudi umrlih godišnje u Londonu zbog toksičnog smoga

(1952. g. umrlo je 4000 ljudi, uglavnom plućnih bolesnika), zagađenje DDT-ijem i slični problemi senzibilizirali su javnost, početkom druge polovice 20. st., na utjecaj degradiranog okoliša na život ljudi.

Opća deklaracija o ljudskim pravima iz 1948. godine ne spominje pravo na čist okoliš, ali govori o zdravlju, sigurnosti i o samoodređenju. Na nju se naslanja *Deklaracija Ujedinjenih nacija* sa konferencije o čovjekovom okolišu u Stockholmu 1972. godine. Deklaracija kaže da osoba ima osnovno pravo "živjeti u okolišu takve kvalitete koja omogućuje život u dostojanstvu i blagostanju" [4].

Od Stocholmske konferencije mnoge organizacije i pedesetak država širom svijeta su u svoje zakone i ustave usvojile pravo na zdrav okoliš kao ljudsko pravo. Prije Konferencije o čovjekovoj okolini 1972. godine samo je 10 zemalja imalo ministarstvo okoliša; deset godina kasnije 110 zemalja ima takva ministarstva ili urede [5].

Konferencija Ujedinjenih naroda o čovjekovu okolišu i razvoju, održana od 3. do 14. lipnja 1992. u Rio de Janeiru potvrdila je *Povelju Ujedinjenih naroda o čovjekovu okolišu* donesene u Stockholmu 16. lipnja 1972. Konferencija u Rio detaljnije razrađuje pitanja o okolišu kao osnovnom ljudskom pravu, te svojom deklaracijom pokazuje kako su ljudska prava, zaštita okoliša, održivi razvoj te prava budućih generacija isprepletana, međusobno ovisna i nedjeljiva [6]. Nakon Konferencije na vrhu o zaštiti okoliša, održane u Riju 1992., prava poput ljudskog prava na zdrav okoliš sve više dobivaju na važnosti – posebno kod dolazećih generacija.

Većina zemalja u svojim ustavima ponavlja Opću deklaraciju o ljudskim pravima iz 1948. godine gdje se navodi pravo na zdrav, siguran život i samoodređenje, ili je proširuje s pravom na zdrav okoliš, kao što to čini i *Ustav Hrvatske* u člancima 3., 52., i 69. [7].

Kako je zahtjev za čist i zdrav okoliš ušao u pravne akte mnogih zemalja pa i u hrvatski Ustav kao osnovno ljudsko pravo, ubuduće će ga zvati pravo na zdrav okoliš. Ovo pravo predstavlja jamstvo da prirodni čovjekovi životni prostori neće trpjeti ili biti oštećeni ili čak uništeni zbog gospodarskog eksploatiranja ili neke druge aktivnosti.

2. PRAVO NA ZDRAV OKOLIŠ KAO PRAVO BUDUĆIH GENERACIJA

Svakodnevno se nosimo s brzim promjenama i u potrazi za informacijama koje će nam donijeti potrebno znanje, blagostanje i sigurnost sve teže uviđamo koji su podaci stvarni i kvalitetni. Nije sigurno da sadašnje racionalne odluke neće polučiti neželjene posljedice. Globalno mijenjanje okoliša pokazuje da se radikalno pogoršavaju uvjeti života na Zemlji, čime je ugrožen opstanak mnogih vrsta i čovjeka. Aspiracije u potrošnji neobnovljivih dobara i globalno zagađenje okoliša prekoračile su mogućnosti prirodne samoregulacije. Tako ideja o neograničenim prirodnim izvorima pripada prošlosti. Uvjerenja vodećih moralista i znanstvenika, da trenutni način življenja sigurno vodi smanjenju kvalitete života budućih generacija i da imamo moralnu obavezu brinuti o međugeneracijskoj jednakosti, našla su svoj izraz i u brizi za prava buduće generacije. Treći

član Deklaracije o zaštite okoliša iz Rija 1992. godine [6] kaže da pravo na razvoj *'mora biti ostvareno tako da na pravedan način bude primjereno razvojnim i ekološkim potrebama današnjih i budućih generacija'*.

Prava budućih generacija i prava prirode često su osporavana upravo zato jer nisu pravni subjekti i ne mogu izraziti svoj interes niti mogu sebe zastupati. Ovim pitanjima prvi se bavio Hans Jonas, pa je u "Principu odgovornosti" 1979. godine postavio temelje etike daleke odgovornosti ili etiku budućnosti [8]. Etika budućnosti Hansa Jonasa pojavljuje se stoga što, uslijed brzine promjena u svim vidovima ljudske djelatnosti, tradicionalna "etika istovremenosti i neposrednosti" više ne može razviti nove vrste i kriterije djelovanja.

Jonas je preoblikovao kategorički imperativ Imanuela Kanta u ekološki, pa je tako nastao prvi imperativ etike budućnosti [9]: *"Djeluj tako da učinci tvog djelovanja budu podnošljivi s permanencijom pravog ljudskog života na Zemlji; ili negativno izraženo: 'Djeluj tako da učinci tvoga djelovanja ne uništavaju buduću mogućnost takvoga života': ili jednostavno 'Ne ugrožavaj uvjete za beskonačno daljnje postojanje čovječanstva na Zemlji': ili opet pozitivno izraženo: 'Uključi u svoj sadašnji izbor buduću integritet čovjeka kao su-predmet svog htijenja.'* Jonas smatra da odgovornost za jedan život, bio on individualni ili komunalni, postoji i izvan njegove neposredne sadašnjosti, te se odnosi na kontinuitet i budućnost čitave egzistencije, s onu stranu direktnog uplitanja odgovorne osobe. Ukoliko se budućnost tumači na ovaj način, ona postaje otvorenim horizontom same egzistencije za koju se skrbi, i to bez obzira na bilo kakvo predviđanje koje počiva na znanju.

Pravo na zdrav okoliš implicitno sadrži i pravo budućih generacija (mnoge današnje degradacije okoliša su nepovratne, a za mnoge aktivnosti nisu nam poznate sve posljedice koje će nastati ili mogu nastati u budućnosti) tako svaki sudski slučaj koji se bavi kršenjem prava na zdrav okoliš, u osnovi, bavi se i kršenjem prava budućih generacija, te su na taj način njihova prava, zasad, zastupana.

3. PRAVO NA ZDRAV OKOLIŠ I OSTALA LJUDSKA PRAVA

Potrebe potrošača, životni standard i pravo na zdrav okoliš

Ljudska prava su isprepletena i međusobno ovisna. Slučajevi koje smo naveli na početku rada, kao i mnogi drugi, pokazuju da se degradacija okoliša gotovo uvijek pretvara u ljudsku nesreću, pogotovo u zemljama gdje nisu zaštićena osnovna ljudska prava. Žrtve ekoloških katastrofa često su siromašni stanovnici neke regije, ili zemlje. Oni su obično nesposobni obraniti svoje interese, nemaju ili ne znaju ostvariti svoja osnovna prava i nemaju sredstva da bi zaštitili sami sebe. S druge strane, siromašni su i te kako svjesni kako je zdrav okoliš ključ za njihov izlazak iz siromaštva ili koliko je on bitan za njihovo blagostanje [10]. Polovina svjetskih radnih mjesta vezano je uz ribarstvo, šumarstvo i poljoprivredu. U četvrtini svjetskih

nacija prirodni izvori donose veći prihod od industrije. Stanje i upravljanje tim resursima direktno utječe na život tih ljudi [2]. Ovdje su direktno povezani pravo na rad i pravo na zdrav okoliš.

Nije moguće lako i jednoznačno odrediti prirodu odnosa između različitih ljudskih prava. Tako npr. potreba potrošača da ima veliki izbor između proizvoda stoji u direktnoj opoziciji s gospodarenjem otpadom i održivim razvojem; pravo na informaciju, s druge strane, omogućuje tim istim potrošačima da svjesnije sudjeluju u donošenju odluka važnih i za zdrav život i za zdrav okoliš.

Gotovo jedini podržavajući odnos, uz pravo na zdravlje, pravo na zaštitu okoliša ima s pravom na informaciju. Pravo na informaciju o okolišu bitno je jer je informirana javnost mnogo senzibilnija na probleme, sklonija preispitivanju odluka koje donose vlade i korporacije, sposobnija za diskutiranje o predloženim rješenjima i lakše se organizira za socijalne i političke promjene.

Mogućnost sudjelovanja javnosti u donošenju odluka vezanih za okoliš važna je, jer ljudi trebaju sami oblikovati izbore koji će utjecati na njihovo blagostanje – kvalitetu zraka kojeg udišu, kvalitetu vode koju piju, estetski izgled područja u kojem žive, pristup šumama ili divljini. Kad javnost ima lak pristup sudstvu koje je neovisno o vladi i političkim strankama, tada je i veća odgovornost za odluke koje utječu na okoliš.

Pravo na privatno vlasništvo i pravo na zdrav okoliš

Pravo na privatno vlasništvo i pravo na zdrav okoliš su danas češće u kompeticijskom nego podržavajućem odnosu. Tradicionalno, pravo na privatno vlasništvo je pravo na kontrolu dobara i njihove upotrebe, pravo na kontrolu dobiti ili proizvoda, pravo na prodaju ili prijenos svog vlasništva.

Koncept vlasništva razlikuje se u različitim kulturama. Tako je pogrešno vjerovanje da Indijanci ili afrička plemena nemaju koncept vlasništva. Vlasništvo koje je važno poljoprivrednim društvima (zemlja) nije važno za lovačko-sakupljačka. Primjerice, afričkim lovcima-sakupljačima puno je važnije vlasništvo izora vode od posjedovanja zemlje. Svejedno, praktički u svim društvima postoji koncept vlasništva nad nekim objektom koji posjeduje ekonomsku vrijednost.

O privatnom vlasništvu razmišljao je i Platon koji je smatrao da mu nema mjesta u njegovoj idealnoj državi [11], već da vlasništvo treba biti javno, a vladari ga uopće ne bi smjeli posjedovati. Aristotel, naprotiv, smatra da treba postojati privatno vlasništvo, jer se za javno vlasništvo nitko ne brine. Toma Akvinski je u svom najvećem djelu 'Summa Theologica' (koje je osnova svih katoličkih učenja) iznio da privatno vlasništvo nije neposredan izraz naravnoga prava, nego spada u tzv. pravo narodâ - ljudi su na temelju iskustva došli do zaključka da ono najbolje odgovara ljudskoj naravi i zajednici. Ono pojedinca potiče na poduzetništvo, stvara osjećaj osobne odgovornosti, jamči društveni mir i osobno zadovoljstvo u uporabi dobara nužnih za život. Crkveni oci i sv. Toma upozoravaju da privatno vlasništvo

ima svoje granice i nužno je usmjereno prema zajedničkom dobru. John Locke, krajem 17. stoljeća, u "The second treatise on government" [11] tvrdi da su prava na vlasništvo postojala prije vlade i da ona izviru iz prirodnih prava, kao što su pravo na život i slobodu. Ako čovjek ima vlasništvo nad stvarima, onda posjeduje i dobit od upotrebe tih stvari. Zaštita prava na privatno vlasništvo je osnovno opravdanje postojanja države. Društvo, budući da je sastavljeno isključivo od pojedinaca koji sami određuju vlastite ciljeve, ima samo jednu svrhu: da zaštiti imetak svojih članova i da dopusti njegovo uvećanje. Na temelju Lockova razmišljanja, Adam Smith, gotovo stoljeće kasnije, u "Bogatstvu naroda" smatra da su privatno vlasništvo i država u međusobno podupirućem odnosu. Privatno vlasništvo stvorilo je državu u namjeri da se obrani, a postojanje države, stvorenom sigurnošću, omogućilo je daljnji rast gospodarstva. Država omogućuje nacionalnu obranu od vanjskih neprijatelja i provođenje pravde kod unutrašnjih sukoba oko prava. Ove dvije funkcije države od odlučujuće su važnosti kad određujemo blagostanje naroda. Smatrao je da je u osnovi čitavog ljudskog djelovanja interes za vlastiti materijalni probitak zato što nastojanja oko vlastitog probitka, prirodno, ili bolje, nužno, čine da se prednost daje ulaganju koje je najprobitačnije za društvo.

U odnosu na prošlost, kad su prava na privatno vlasništvo uglavnom vodila računa o zemlji, nekretninama i novcu, danas se smatra da pravo na privatno vlasništvo određuje, citiram: "tko će obrađivati polja, tko može parkirati na određenom mjestu, tko je odgovoran za zagađenje okoliša i tko može zaraditi od prodaje umjetnosti" [11]. Većina smatra da pravni sustav koji dozvoljava osobama pravo na vlasništvo omogućuje i napredovanje civilnog društva [12]. Kad su prava na privatno vlasništvo jasna, dobro definirana i osigurana, ona omogućuju mirno tržišno natjecanje, jačaju ostala ljudska prava i zaštitu od zloupotrebe od strane države. Prema P. Geddesu [12] bez baze civilnog društva i privatnog vlasništva, ekonomski razvoj te ljudska prava i okoliš propadaju, kao što je to vidljivo u nekim zemljama Trećeg svijeta.

Odnos prava na čist okoliš i privatnog vlasništva može biti sinergijski kad zdrav okoliš održava ili povećava vrijednost vlasništva, primjerice, cijene nekretnina koje su netaknute ekološkim problemima veće su u usporedbi s imanjima iste veličine ili značaja, koja pate od nekog vida zagađenja. Taj odnos može biti i neutralan kad se svako ometanje u korištenju privatnog vlasništva zbog zaštite okoliša, ili obrnuto, obeštećuje od strane države ili poduzeća, npr. otkup zemlje u nacionalnim parkovima i sl., a može biti i u direktnom sukobu ako jedno pravo potpuno onemogućuje egzistenciju drugog. U ime što većeg profita zanemaruju se ekološki standardi i zagađuje okoliš, ili se zbog velikih ekoloških poreza i regulacija ne isplati proizvoditi, pa uopće nema profita.

Posrednici pri kupnji i prodaji nekretnina u SAD-u imaju razrađeni sustav određivanja vrijednosti nekretnina zahvaćenih nekim ekološkim problemom [13]. Njihove studije pokazuju da vlasnik nekretnine, u na različite načine zagađenom okolišu, gubi minimalno 10 % od njezine

vrijednosti. U mnogim slučajevima kuće se ne mogu prodati dokle god se ne uklone ekološki problemi. Ako se i prodaju, onda je to za daleko nižu cijenu od one koju postiže slična nekretnina bez štetnog utjecaja okoliša. Tako na primjer, vrijednost imanja pada za 12% ako je u neposrednoj blizini, a 6 % ako je udaljeno 2 km od deponija smeća.

Kad uspoređujemo ostala ljudska prava s pravom na čist okoliš, možda su najviše u koliziji upravo okoliš i pravo na privatno vlasništvo, te ekonomski i administrativni suverenitet koji iz toga proizlazi kad su u pitanju velike tvrtke, korporacije i industrije. Oslanjajući se na neke pravne presedane, neke korporacije tvrde da je miješanje u njihove aktivnosti zbog zaštite okoliša, kršenje ljudskih prava. Prema starom i još uvijek prevladavajućem shvaćanju povezanosti gospodarstva i ekologije, zaštita okoliša i profitabilnost po svojoj su biti suprotne. Smatra se da zaštita okoliša znači smanjenje profitabilnosti za poduzeća i povećane troškove za potrošače, a da profitabilnost istodobno podrazumijeva iskorištavanje i uništavanje prirodnih dobara.

Razvoj industrije i zdrav okoliš

Do 60-tih godina 20. stoljeća vlasti, a pogotovo industrijalci, nisu pokazivali osobitu brigu za onečišćenje okoliša jer se smatralo da su to lokalni problemi koje treba rješavati na lokalnoj razini. U cijenu proizvoda ulazili su troškovi sirovine i materijala, amortizacije zgrada i opreme, troškovi energenata, rada, transporta te marža. Troškovi odlaganja otpadnih voda i plinova, različiti vidovi pročišćavanja, prije ispuštanja u okoliš, nisu postojali. Eventualno su se obračunavali troškovi odlaganja krutog otpada. Sedamdesetih godina 20. st. počinje agresivnija zaštita okoliša kroz regulacije i zakone koje postavlja država, postavljaju se jedinstveni standardi temeljeni na tehnološkim rješenjima, relativno strogi, i kojih se, uglavnom, malo tko pridržavao. Svejedno, u industriji nastaje snažan otpor ekološkim regulativama jer one naglo povećavaju troškove proizvodnje, a time smanjuju dobit. Tijekom kasnih 80-ih i početkom 90-ih godina 20. st. u politici zaštite okoliša dolazi sve više do izražaja upotreba ekoloških tržišnih instrumenata (ekološki porezi, subvencije, ekološko osiguranje i sl.). Zbog toga, a i uz porast cijene energije, da bi ostali konkurentni, proizvođači moraju snižavati maržu. Tako s jedne strane, porastom troškova sirovina i energije za proizvodnju te troškova zaštite okoliša, povećavaju rashode a s druge strane smanjenje prihoda, zbog smanjenih marži, dovodi do smanjenja dobiti.

Koliko daleko su neke tvrtke spremne ići u smanjivanju troškova odlaganja otpada pokazuje sljedeći primjer: 70 –tih godina u SAD-kompanije koje imaju otrovni otpad – olovo, živu, dioksin, tekući radioaktivni otpad – dobile su ponudu tvrtke za "odlaganje otpada" kojom bi mogle uštedjeti milijune dolara: za saniranje pola kilograma otpada tražili su samo 200 dolara umjesto uobičajenih 3000 dolara. Ne postavljajući nikakva suvišna pitanja, zagađivači su objeručke prihvatili ponudu. Ispostavilo se,

nakon što je oboljelo desetak obitelji, da se tako sakupljen otpad miješao s uljem i prskao po makadamskim cestama u unutrašnjosti države New York, dodavao u asfalt, te miješao s benzinom koji su prodavali crpkama. Ne tako davno, 1997. godine, otkriveno je u državi Washington da stoka pobolijeva zbog hrane uzgojene u okolici. Žitarice kojima se stoka hranila "gnojene" su nisko-radioaktivnim nuklearnim otpadom iz postrojenja za proizvodnju urana u Goreu, Oklahoma. Kako SAD nema zakon koji kaže da gnojivo ne smije sadržavati otrovne otpadne ili radioaktivne tvari, tvrtka se svog otpada rješavala tako da ga je proglasila gnojivom jer sadrži neke hranjive tvari koje su dobre za biljke [14].

Grupacije kao Svjetska banka, Međunarodni monetarni fond, GATT (General Agreement on Tariffs nad Trade, NAFTA (North American Free Trade Agreement) i druge institucije osnovane su i organizirane da bi služile interesima transnacionalnih korporacija (u svim internacionalnim korporacijama udio SAD-a je oko 40 %), banaka i investicijskih kompanija [15]. NAFTA i GATT štite u prvom redu vlasnička prava, a često zanemaruju ili ignoriraju zaštitu okoliša. Ohrabruju proizvodnju u regijama gdje je provođenje zakona o okolišu slabo.

Kako restrikcije, ekološki porezi, povećanje troškova proizvodnje zbog zaštite okoliša, mogu smanjiti neke vrste onečišćavanja, pokazuju neki sljedeći primjeri. U Zapadnoj Njemačkoj kemijska industrija je između 1970. i 1987. godine uspjela smanjiti ispuštanje teških metala 60-90 % i istodobno povećala proizvodnju 50 %. U tvrtci Nippon Steel Corporation, u proizvodnji jedne tone čelika 1987. godine ispuštalo se 75 % manje sumporovog (IV) oksida i 90 % manje prašine nego 1970. godine. Od 1960. godine Dow Chemical smanjio je proizvodnju opasnog otpada s 1 kg po kilogramu gotovog proizvoda na 1 kg po toni gotovog proizvoda [16].

Kalifornija je 1990. godine prihvatila program smanjivanja emisije ispušnih plinova iz automobila (Low Emissions Vehicle program, LEV). Program je zahtijevao smanjenje ispušnih plinova za 90 %. Automobilaska industrija tvrdila je da su to pretjerani zahtjevi i da će troškovi narasti za 788 \$ po automobilu, ali na kraju su troškovi narasli za 83 \$ po autu. Smanjenje troškova je rezultat inovacija – suočeni sa zahtjevima novih standarda, inženjeri su razvili nova rješenja, bolja i efikasnija od očekivanih. General Motors 1993. godine izvijestio je kalifornijsku komisiju za energiju da su poboljšali motor, koji zadovoljava TLEV program (transitional-low-emission vehicles – program), za 1994. godinu bez dodatnih troškova. Nissan Motor Company i Toyota Motor Corporation, također su poboljšali motore za obiteljske automobile, koji zadovoljavaju LEV standarde, bez ikakvih dodatnih troškova za 1994. godinu.

Mnoge kompanije su shvatile da je zagađenje oblik neproduktivnosti, bacanja materijala i energije. U nastojanju da smanji zagađenje, dobro vođena ekološka politika može pomoći ekonomiji. Zahtjevi za čistim okolišem stimulirali su inovacije u automobilima, hladnjacima, elektranama i drugim područjima.

4. DISKUSIJA

Borba za zdrav okoliš jest borba za ljudska prava samim tim što je zdrav okoliš jedno od osnovnih ljudskih prava. Osim toga, degradacija okoliša najčešće je prisutna tamo gdje stanovnici nemaju pravo na samoodređenje, politička i socijalna prava. To znači da nastojanje da se ostvari jedno od osnovnih ljudskih prava nužno potiče razvoj svih ostalih.

Imamo li moralnu obavezu prema budućim generacijama? Ovo nije znanstveno pitanje i suvišno je o njemu raspravljati na znanstvenoj osnovi. Ovo je pitanje svijesti na koje može odgovoriti svatko samo za sebe, te voljnosti da se prihvati sud potomaka. U ubrzanju zbivanja kojem smo svjedoci sve se događa nama a ne samo našim dalekim potomcima. Čovjek se ne iskazuje samo kroz ono što jest sada, već i kroz ono kamo je usmjeren. Stoga, naravno da između svih ostalih prava, imamo pravo prodati dignitet za lagodnost, humanost za profit, ljubav za moć te mudrost za informaciju, ako to spada u našu definiciju ljudskog bitka i ako pri tom pristajemo na posljedice.

Osobno bih potpisala Opću povelju o dužnostima čovjeka [17], koju je predložilo InterAction vijeće, udruženje bivših državnih predsjednika i šefova vlade iz cijelog svijeta, u kojoj između ostalog stoji i članak 7: *'Svaka osoba je neizmjenjivo vrijedna i mora biti zaštićena pod svaku cijenu. Pored toga, zaštitu zahtijevaju i životinje i ljudski okoliš. Svi ljudi imaju obavezu za dobrobit sadašnjih stanovnika zemlje i budućih generacija zaštititi zrak, vodu i tlo.'*

Pravo na zaštitu okoliša ograničava neka prava i slobode, a neke potiče na daljnji razvoj.

Pravo na privatno vlasništvo i potrošačke slobode često su u sukobu s pravom na zdrav okoliš. No to nije ništa novo. Naime, odavno svaki ustav, pa i ustav Hrvatske ima član u kojem se spominje ograničavanje ljudskih prava i sloboda u ime općeg dobra [16].

Današnji nivo proizvodnje i stvaranja profita može postojati samo uz postojanje potrošačkog društva. Stoga je nužno "proizvoditi" potrebe reklamiranjem novih proizvoda i aktivnosti koje su zapravo dostupne samo manjini potrošača. TV i novinske reklame nas uče uspoređivanju i prisiljavaju nas da budemo u tijeku, težimo boljem životu glamura i raskoši. S obzirom da smo konzumizmom izgubili pravi uvid u to što su potrebe, a što želje ili hir - tri četvrtine stanovništva svijeta ima dohodak manji od 5 tisuća dolara godišnje i mnogima je teško dostupna ili nedostupna pitka voda [18] – čini se razumnim zapostaviti neke potrošačke slobode u korist zdravijeg, kvalitetnijeg života te omogućavanja života budućim generacijama.

Javnost sve više naglašava da su dobra ovog svijeta namijenjena cijelom ljudskom rodu. Pravo na privatno vlasništvo ne ukida opću namjenu dobara. Nakon dva i pol stoljeća nepostojanja nikakvih troškova oko zaštite okoliša, naravno da svako ekološko oporezivanje izgleda kao atak na dobit i pravo na privatno vlasništvo. Problem većine ekonomista je što u svojim bilancama nikad nisu amortizirali prirodna dobra (npr. tlo koje se gubi

neopreznim i megalomanskim poljoprivrednim zahvatima ili šume koje nestaju, a s njima i drvna industrija, i tome slično) ili rezervirali sredstva za saniranje ekoloških problema, a sve to smanjuje razliku prihoda i rashoda, odnosno smanjuje dobit.

Nemam iluzija da je mijenjanje svijesti u pravcu očuvanja Planete lako i brzo. Sigurno da nije ni dobrovoljno kod većine ljudi. Stoga smatram nužnim uvođenje zakona o zaštiti okoliša te osnaživanje prava na čist okoliš na uštrb nekih drugih ljudskih prava. Promjene pravne regulative odvijaju se nedovoljnom brzinom da bi se zaustavio pad kvalitete života i degradacije okoliša, ali moguće ga je ublažiti ili amortizirati ustrajavanjem na zaštiti okoliša.

Literatura:

- [1] Sachs A. (1997) What do human rights have to do with environmental protection? Everything. *Sierra magazine*.
- [2] Lash J. (2003). Environment, rights, and security, in *A report of the 3rd National conference on science, policy and environment*, 56 – 61. 1.01.2015 URL: <<http://ncseonline.org/sites/default/files/2003%20NCSE%20Conference%20Report.pdf>>
- [3] Opća deklaracija o ljudskim pravima (Ujedinjene nacije, 1948).
- [4] Deklaracija Ujedinjenih nacija o čovjekovom okolišu (UNEP, 1972).
- [5] *GEO 3 Reports, UNEP, 2002*. 1.01.2015. URL: <<http://www.unep.org/geo/GEO3/pdfs/The%20GEO-3%20Scenarios.PDF>>
- [6] Povelja Ujedinjenih nacija o čovjekovu okolišu i razvoju (Rio de Janeiro, 1992).
- [7] Ustav Republike Hrvatske (*Narodne Novine*, br. 41/01).
- [8] Kešina I. Ekološka etika i Jonasov princip odgovornosti. *Filozofska istraživanja* 4, 1111-1127 (2003).
- [9] Joisten K. Odgovornost roditelja i državnika u "etici budućnosti" Hansa Jonasa. *Filozofska istraživanja* 3, 613-624 (2003).
- [10] Brocklesby M.A., Hinshelwood E. *Poverty and environment* (University of Wales, Swansea, 2001).
- [11] Anderson T.L., Huggins L.E. *Property rights, a practical guide to freedom and prosperity* (Hoover Institution Press, 2003).
- [12] *Geddes Pete: The Mystery of Capitalism*. Foundation for Research on Economics and the Environment. URL: <<http://web.archive.org/web/20040815004230/http://free-eco.org/articleDisplay.php?id=22>>
- [13] *Accelerated Real Estate House Sales: Environmental factors: Valuation of contaminated properties*, 2. svibnja 2004. URL: <www.one-ifbyland.com/radon.htm>
- [14] Hartmann T. *Posljednji žar pradavnog sunca* (Izvori, Zagreb, 2002).
- [15] Noam, C. (1993). Notes of NAFTA: The Masters of Man. *The Nation*, ožujak.

-
- [16] Črnjar M. *Ekonomika i politika zaštite okoliša* (Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Glosa Rijeka, Rijeka, 2002).
- [17] *Opća povelja o dužnostima čovjeka*. 2. svibnja 2004. URL: <http://www.dadalos.org/kr/Menschenrechte/grundkurs_mr2/weltethos/dokum_2.htm>
- [18] *Income inequality, UC Atlas of Global Inequality*. 2. srpnja 2004. URL: <<http://ucatlas.ucsc.edu/income.php>>

ZASTUPLJENOST NOVIH PRIRODOSLOVNIH POJMOVA
U GIMNAZIJSKIM UDŽBENICIMA I OPĆIM RJEČNICIMA

Željko Jakopović

Agencija za odgoj i obrazovanje,
Badalićeva 11, Zagreb
zeljko.jakopovic@azoo.hr

Sažetak

Ovim istraživanjem nastoji se dobiti uvid u komunikaciju prirodoslovnih i društvenih područja, odnosno u prodiranje recentnih prirodoslovnih pojmova u svakodnevni život putem uvrštavanja u gimnazijske udžbenike prirodoslovnih predmeta i opće rječnike. Izabran je uzorak od dvadeset novih prirodoslovnih pojmova iz biologije, kemije i fizike koji se nalaze u gimnazijskim udžbenicima. Zatim je razmatrana njihova zastupljenost u općim hrvatskim i engleskim rječnicima i u rječnicima stranih riječi. Zastupljenost pojmova izražena je brojem pojavljivanja u rječnicima i pokazuje trend povećanja prisutnosti pojmova u novim u odnosu na starija izdanja općih hrvatskih i engleskih rječnika te našim rječnicima stranih riječi (tuđica i posuđenica). Dinamika pojavljivanja pojmova u rječnicima uglavnom prati dinamiku pojavljivanja u znanosti uz određeni vremenski odmak, osim pojma kaos koji u značenju teorije kaosa nije pronađen niti u jednom rječniku.

UVOD

Uvjeti i okolnosti ljudskoga postojanja radikalno se mijenjaju unutar trajanja jednoga ljudskoga vijeka. Prirodne su znanosti u središtu civilizacijskih promjena, stvaraju ih, oblikuju i preuzimaju odgovornost za njih. Uloga se prirodoslovnog odgoja i obrazovanja mijenja u takvom okruženju, a prirodoslovna pismenost postaje temelj obrazovanosti za sutrašnji svijet. Stoga sam nastojao utvrditi trendove prodiranja novih prirodoslovnih pojmova u svakodnevnu životnu primjenu i komunikaciju na temelju prisutnosti tih pojmova u općim rječnicima. Pod novim pojmovima podrazumijevam one koji su uglavnom uvedeni u prirodoslovni pojmovnik od početka dvadesetog stoljeća do danas ili su uvedeni ranije, ali se njihov značaj bitno povećao zbog recentnih znanstvenih istraživanja u tom razdoblju. Prirodoslovni pojmovi ulaze u komunikacijski život putem odgoja i obrazovanja pa je kriterij odabira dvadeset pojmova, kao referentnog uzorka, bio njihova prisutnost u gimnazijskim udžbenicima iz kemije, biologije i fizike. Uzorak pojmova utvrđen je postupkom anketiranja deset znanstvenika (sveučilišnih profesora i akademika) i zatim odabirom

dvadeset od tih pojmova koji se nalaze u gimnazijskim udžbenicima navedena tri područja (Katalog odobrenih udžbenika 2004./2005.).

Na području istraživanja znanstvenog jezika postoje radovi o gustoći pojmova u udžbenicima, primjerenosti usvajanja u pojedinoj dobi učenika i razumijevanju znanstvenih pojmova [1-10]. Prodiranje prirodoslovnog jezika u svakodnevni život svakako je zanimljiva tema pa ovo istraživanje može biti podloga za istraživanje mišljenja učenika o važnosti i korisnosti uporabe prirodoslovnih pojmova u svakodnevnoj komunikaciji.

Istraživanje je pokazalo određenu pravilnost prisutnosti pojmova u općim rječnicima ovisno o proteklom vremenu od pojavljivanja pojma u znanosti. Također, vidljiva je povezanost prisutnosti pojmova u rječnicima s njihovim pojavljivanjem u javnim medijima.

METODE

Anketa. Postupak utvrđivanja uzorka dvadeset novih pojmova započeo sam anketom koju je ispunilo deset znanstvenika (sveučilišnih profesora i akademika) iz područja kemije, biologije i fizike (dva kemičara, tri biologa i pet fizičara).

Anketa

PRIRODOSLOVNE ZNANOSTI U SVAKODNEVNOM ŽIVOTU I PRIMJENI

Anketno pitanje:

Navedite po redoslijedu prioriteta deset novih pojmova iz biologije, kemije i fizike (uglavnom od početka dvadesetog stoljeća do danas), uključujući pojmove interdisciplinarnog karaktera u prirodoslovnim znanostima, koje bi suvremeno obrazovan srednjoškolac trebao koristiti u riječniku tijekom svakodnevnog života.

1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ 6. _____ 7. _____ 8. _____
9. _____ 10. _____

Zatim sam, na temelju ankete, napravio redoslijed pojmova po kriteriju važnosti i ponavljanju istih pojmova. Pojmovi koji su izvedeni iz istog pojma i pojmovi koji potječu iz istog prirodoslovnog sadržaja stavljeni su zajedno radi praćenja razvoja tih znanstvenih pojmova, a inačice pojmova s istim ili sličnim značenjem stavljene su u zagradu. Na takav način dobio sam sljedeći redoslijed pojmova:

Biologija i kemija	Fizika
1. gen, genetika, genom, genetički kod	1. kvant, kvantna fizika (teorija), kvantizacija
2. aminokiselina, nukleinska kiselina, deoksiribonukleinska kiselina - DNA	2. relativnost (teorija relativnosti)
3. molekularna biologija	3. kaos (deterministički kaos), teorija kaosa
4. bjelančevina (protein)	4. veliki prasak (big bang)
5. tekući kristali	5. nuklearna fisija, nuklearna fuzija
6. ekologija, ekosustav	6. laser (laserska svjetlost)
7. polimeri (polimerizacija), sintetski polimeri	7. poluvodič, poluvodički element
8. ozon, ozonski omotač, ozonska rupa	8. supravodljivost (supravodič)
9. imunitet, imunologija	9. elementarna čestica, kvark
10. klon, kloniranje	10. umjetni satelit
11. kromosom	11. foton
12. mutacije	12. atomska jezgra
13. toksin, toksičnost	13. radioaktivnost
14. održivi razvoj	14. holografija
15. stanica	15. nuklearna astrofizika
16. biotehnologija, bioinformatika, bioenergetika	16. nanotehnologija
17. krvni tlak	17. ubrzivači čestica
18. ateroskleroza	18. elektronski mikroskop
19. rak	19. svemirska klima
20. neuron, neuronska mreža	20. entropija
21. biološka raznolikost, biodiverzitet	

Udžbenici. Sljedeći kriterij određivanja uzorka pojmova je njihova prisutnost u gimnazijskim udžbenicima iz kemije, biologije i fizike kao pretpostavka njihova ulaska, putem obrazovanja, u svakodnevnu komunikaciju. Koristio sam odobrene udžbenike iz biologije, kemije i fizike (Katalog odobrenih udžbenika za 2004./2005.). Pregledao sam kazala pojmova osam udžbenika iz kemije, trinaest udžbenika iz biologije i šesnaest udžbenika iz fizike. U gimnazijskim udžbenicima nisu pronađeni pojmovi: molekularna biologija, biotehnologija, bioinformatika, bioenergetika, nuklearna astrofizika, svemirska klima i nanotehnologija, a pojam tekući kristali pronađen je u udžbenicima fizike.

Rječnici. Na temelju navedenog postupka izabrao sam deset pojmova po redoslijedu prioriteta iz biologije i kemije te deset pojmova iz fizike.

Biologija i kemija	Fizika
1. gen, genetika, genetički kod, genom	1. kvant, kvantna fizika (teorija), kvantizacija
2. aminokiselina, nukleinska kiselina, deoksiribonukleinska kiselina - DNA	2. relativnost (teorija relativnosti)
3. bjelančevina (protein)	3. kaos (deterministički kaos), teorija kaosa
4. tekući kristali	4. veliki prasak (big bang)
5. ekologija, ekosustav	5. nuklearna fisija, nuklearna fuzija
6. polimeri (polimerizacija), sintetski polimeri	6. laser (laserska svjetlost)
7. ozon, ozonski omotač, ozonska rupa	7. poluvodič, poluvodički elementi
8. imunitet, imunologija	8. supravodljivost (supravodič)
9. klon, kloniranje	9. elementarna čestica, kvark
10. kromosom	10. umjetni satelit

Tako utvrđen uzorak pojmova pretraživao sam u tri skupine rječnika:

A. skupina: rječnici hrvatskoga jezika

A1: Anić, V. (1994), Rječnik hrvatskoga jezika, Novi Liber, Zagreb

A2: Šonje, J. (2000), Rječnik hrvatskoga jezika, Leksikografski zavod Miroslava Krležu i Školska knjiga, Zagreb

A3: Anić, V. (2004), Veliki rječnik hrvatskoga jezika, Novi Liber, Zagreb

B. skupina: rječnici engleskoga jezika

B1: Hornby, A. S. (1974), Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English, Oxford University Press, London

B2: Hawkins J. M. (1984), The Oxford Dictionary of Modern English, Oxford University Press, London

B3: Soanes C. (2000), The Oxford Compact English Dictionary, Oxford University Press, London

C. skupina: rječnici stranih riječi

C1: Klaić, B. (1968), Veliki rječnik stranih riječi, Zora, Zagreb

C2: Klaić, B. (1980), Rječnik stranih riječi, Nakladni zavod Matice Hrvatske, Zagreb

C3: Anić V., Goldstein I. (1999), Rječnik stranih riječi, Novi Liber, Zagreb

Rječnici su u svakoj seriji A, B, C pretraživani od najstarijeg izdanja (A1 ili B1 ili C1) prema najnovijem izdanju (A3 ili B3 ili C3).

REZULTATI

Prilikom pretraživanja rječnika prisutnost pojedinog pojma u rječniku označavao sam s 1, a nepostojanje pojma s 0. Podaci za skupine pojmova navedeni su redosljedom njihova pisanja. Izdanja rječnika hrvatskoga jezika unutar su posljednjih deset godina (1994. –2004.) i pokazuju u tom relativno kratkom vremenskom razdoblju dinamiku uvođenja novih prirodoslovnih pojmova prema «mlađim» izdanjima. Premda su prirodoslovni pojmovi izvorno nastajali uglavnom u stranom jezičnom okruženju, zastupljenost prirodoslovnih pojmova u hrvatskim rječnicima i rječnicima stranih riječi (tuđica i posuđenica) ne zaostaje na primjer za poznatim Oxfordovim engleskim rječnicima. Izdanja rječnika stranih riječi pokrivaju najduže razdoblje (1968. – 1999.), a već su u najranijem izdanju zastupljeni svi osnovni pojmovi iz biologije i kemije koje kao strane riječi koristimo u našem jeziku.

Biologija i kemija	Rječnici hrvatskoga jezika	Rječnici engleskoga jezika	Rječnik stranih riječi
1. gen, genetika, genetički kod, genom	A1: 1+1+0+0 A2: 1+1+1+1 A3: 1+1+0+0	B1: 1+1+0+0 B2: 1+1+1+0 B3: 1+1+1+1	C1: 1+0+0+0 C2: 1+1+0+0 C3: 1+1+0+1
2. aminokiselina, nukleinska kiselina, deoksiribonukleinska kiselina – DNA	A1: 0+0+0 A2: 0+0+0 A3: 0+0+0	B1: 0+1+0 B2: 1+1+0 B3: 1+1+1	C1: 1+0+0 C2: 1+1+0 C3: 1+1+0
3. bjelančevina (protein)	A1: 1 A2: 1 A3: 1	B1: 1 B2: 1 B3: 1	C1: 1 C2: 1 C3: 1
4. tekući kristal	A1: 0 A2: 1 A3: 0	B1: 0 B2: 0 B3: 1	C1: 0 C2: 0 C3: 0
5. ekologija, ekosustav	A1: 1+0 A2: 1+0 A3: 1+1	B1: 1+0 B2: 1+0 B3: 1+1	C1: 1+0 C2: 1+1 C3: 1+1
6. polimeri (polimerizacija), sintetski polimeri	A1: 1+1 A2: 1+1 A3: 1+1	B1: 0+0 B2: 1+0 B3: 1+1	C1: 1+0 C2: 1+1 C3: 1+1
7. ozon, ozonski omotač, ozonska rupa	A1: 1+1+0 A2: 1+1+1 A3: 1+1+1	B1: 1+0+0 B2: 1+0+0 B3: 1+1+1	C1: 1+0+0 C2: 1+0+0 C3: 1+1+1
8. imunitet, imunologija	A1: 1+0 A2: 1+1 A3: 1+1	B1: 0+0 B2: 0+0 B3: 1+1	C1: 1+1 C2: 1+1 C3: 1+1
9. klon, kloniranje	A1: 1+0 A2: 1+1 A3: 1+1	B1: 1+0 B2: 1+0 B3: 1+1	C1: 1+0 C2: 1+0 C3: 1+1
10. kromosom	A1: 1 A2: 1 A3: 1	B1: 1 B2: 1 B3: 1	C1: 1 C2: 1 C3: 1

Hrvatski rječnici uglavnom prate pojavljivanje novih pojmova u znanstveno dinamičnim područjima biologije i kemije pa su tako u novim izdanjima na primjer prisutni recentni pojmovi genetički kod, genom, ekosustav, ozonska rupa i kloniranje. Međutim, u navedenim hrvatskim rječnicima nisu prisutni pojmovi aminokiselina, nukleinska kiselina i DNA, a engleski rječnici i rječnici stranih riječi ih sadrže.

Pojam tekući kristal prisutan je samo u dva od devet rječnika. Izdanja navedenih engleskih rječnika pokrivaju vremensko razdoblje od 26 godina i pokazuju jasan trend uvođenja novih prirodoslovnih pojmova, tako da najmlađi engleski rječnik sadrži sve pojmove iz biologije i kemije.

Rječnici stranih riječi sadrže sve tuđice i posuđenice iz uzorka pojmova biologije i kemije koji se koriste u našem jeziku osim DNA.

Fizika	Rječnici hrvatskoga jezika	Rječnici engleskoga jezika	Rječnik stranih riječi
1. kvant, kvantna fizika (teorija), kvantizacija	A1: 0+0+0 A2: 1+1+1 A3: 1+1+1	B1: 1+1+0 B2: 1+1+0 B3: 1+1+0	C1: 1+1+0 C2: 1+1+0 C3: 1+1+1
2. relativnost (teorija relativnosti)	A1: 0 A2: 0 A3: 0	B1: 1 B2: 1 B3: 1	C1: 1 C2: 1 C3: 1
3. kaos (deterministički kaos), teorija kaosa	A1: 0+0 A2: 0+0 A3: 0+0	B1: 0+0 B2: 0+0 B3: 0+0	C1: 0+0 C2: 0+0 C3: 0+0
4. veliki prasak (big bang)	A1: 0 A2: 0 A3: 0	B1: 0 B2: 0 B3: 1	C1: 0 C2: 0 C3: 1
5. nuklearna fisija, nuklearna fuzija	A1: 1+1 A2: 1+1 A3: 1+1	B1: 1+1 B2: 1+1 B3: 1+1	C1: 1+0 C2: 1+1 C3: 1+1
6. laser (laserska svjetlost)	A1: 1 A2: 1 A3: 1	B1: 1 B2: 1 B3: 1	C1: 1 C2: 1 C3: 1
7. poluvodič, poluvodički elementi	A1: 0+0 A2: 1+0 A3: 0+0	B1: 0+0 B2: 1+0 B3: 1+1	C1: 0 C2: 0 C3: 0
8. supravodljivost (supravodič)	A1: 0 A2: 1 A3: 0	B1: 0 B2: 1 B3: 1	C1: 0 C2: 0 C3: 1
9. elementarna čestica, kvark	A1: 0+0 A2: 0+1 A3: 1+0	B1: 0+0 B2: 1+0 B3: 1+0	C1: 0+0 C2: 0+0 C3: 1+1
10. umjetni satelit	A1: 1 A2: 1 A3: 1	B1: 1 B2: 1 B3: 1	C1: 1 C2: 1 C3: 1

Tri skupine pojmova iz fizike nisu zastupljene u najnovijim rječnicima hrvatskoga jezika: relativnost (teorija relativnosti), kaos (teorija kaosa) i veliki prasak (big bang).

Pojam relativnosti u fizikalnom smislu nije prisutan u hrvatskim rječnicima premda je mnogo stariji od suvremenog značenja u specijalnoj i općoj teoriji relativnosti. Deterministički kaos sa značenjem u sklopu teorije kaosa nije prisutan niti u jednom rječniku. Veliki prasak nije zastupljen u hrvatskim rječnicima iako je važan pojam opće obavještenosti i znanstvenoga svjetonazora.

Pojmovi iz fizike manje su zastupljeni u rječnicima u usporedbi s pojmovima iz kemije i biologije.

Obilježje je rječnika engleskoga jezika jasan trend uvođenja novih prirodoslovnih pojmova u nova izdanja. Međutim niti najnovija izdanja općih rječnika ne sadrže pojam kaosa, ali njihovi prirodoslovni rječnici naravno sadrže i taj pojam (na primjer Clugston M. J. (2004): *The New Penguin Dictionary of Science*, Penguin Books, London).

Osim determinističkog kaosa ostali pojmovi iz fizike koji se kao tuđice i posuđenice koriste u našem jeziku prisutni su u našim rječnicima stranih riječi.

Općenito su pojmovi iz fizike manje zastupljeni u navedenim rječnicima od pojmova iz biologije i kemije posebno oni nastali u drugoj polovici dvadesetog stoljeća kao što su deterministički kaos, poluvodički element i supravodljivost .

DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Težište istraživanja usmjereno je na utvrđivanje trendova pri uvođenju prirodoslovnih pojmova u svakodnevni život, putem općih rječnika hrvatskoga i engleskoga jezika te rječnika stranih riječi. Pretraživanje devet rječnika radi utvrđivanja prisutnosti uzorka od dvadeset recentnih prirodoslovnih pojmova pokazalo je da sve skupine rječnika postupno u novim izdanjima uvode nove prirodoslovne pojmove redosljedom pojavljivanja u znanosti, ali s određenim vremenskim odmakom. Tako su u svim rječnicima, u izdanjima od 1980. do danas u odnosu na prethodna, zastupljeni prirodoslovni pojmovi koji su znanstveno aktuelni u drugoj polovici prošloga stoljeća: tekući kristal, ekosustav, sintetski polimer, poluvodič i supravodič. Također, u izdanjima se poslije 1995. u odnosu na prethodna, nalaze prirodoslovni pojmovi znanstveno aktuelni u posljednjem kvartalu prošloga stoljeća kao što su: genom, ozonska rupa, kloniranje i kvark. Niti jedan rječnik ne sadrži pojam kaosa u smislu teorije kaosa, a rječnici hrvatskoga jezika ne sadrže pojmove DNA, veliki prasak (big bang) i pojam relativnosti u fizikalnom smislu (sadrže ih rječnici stranih riječi). Smatram ih važnim pojmovima u smislu opće obavještenosti i znanstvenog svjetonazora. Usporedba rječnika hrvatskoga jezika, uključujući rječnike stranih riječi (tuđica i posuđenica), s rječnicima engleskoga jezika, pokazuje da naši rječnici uvode prirodoslovne pojmove s relativno istom dinamikom kao i engleski rječnici.

Literatura:

- [1] Anić, V. *Rječnik hrvatskoga jezika* (Novi Liber, Zagreb, 1994).
- [2] Šonje, J. *Rječnik hrvatskoga jezika* (Leksikografski zavod Miroslava Krležje i Školska knjiga, Zagreb, 2000).
- [3] Anić, V. *Veliki rječnik hrvatskoga jezika* (Novi Liber, Zagreb, 2004).
- [4] Hornby, A. S. *Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English* (Oxford University Press, London, 1974).
- [5] Hawkins J. M. *The Oxford Dictionary of Modern English* (Oxford University Press, London, 1984).
- [6] Soanes C. *The Oxford Compact English Dictionary* (Oxford University Press, London, 2000).
- [7] Klaić, B. *Veliki rječnik stranih riječi* (Zora, Zagreb, 1968).
- [8] Klaić, B. *Rječnik stranih riječi* (Nakladni zavod Matice Hrvatske, Zagreb, 1980).
- [9] Anić V., Goldstein I. *Rječnik stranih riječi* (Novi Liber, Zagreb, 1999).
- [10] Welford G., Osborne J., Scott P. *Research in Science Education in Europe* (The Falmer Press, London, 1996).

STOPA PRIRASTA STANOVNIŠTVA U HRVATSKOJ

Josip Paić

Gimnazija Šibenik, 29. listopada. 64

Josip.Paic@pmfst.hr

Sažetak

U radu se razmatra povijesni hod broja stanovnika u Hrvatskoj, kretanje prirodnog priraštaja u Hrvatskoj, bitne promjene glede toga te uzroci negativnog prirodnog priraštaja stanovništva na temelju podataka popisa stanovništva i iz radova demografa. Pritom se postavlja bitno pitanje, je li u Hrvatskoj nužna nova demografska politika, naročito ako se negativni demografski trendovi nastave u idućim desetljećima.

Posebno su istaknute mjere za zaustavljanje stalnog pogoršanja prirodnog kretanja stanovništva u Hrvatskoj, bazirane na anketi koja se provela na 88 maturanata Gimnazije Antuna Vrančića u Šibeniku. Nadalje, stopa prirasta stanovništava u Hrvatskoj je uspoređena s rastom stanovništva u svijetu.

1. UVOD

U kretanju prirodnog priraštaja dogodio se veliki poremećaj te u Hrvatskoj sve više dolazi do izražaja negativni populacijski trenutak. Rat u Hrvatskoj, gospodarske promjene i činjenica da Hrvatska nema populacijsku politiku djelovali su na ubrzanje nepovoljnih procesa koji negativno utječu na demografsku sliku Hrvatske, što sve više postaje društveno-gospodarski problem.

Promjene u prirodnom priraštaju stanovništva u Hrvatskoj kroz prošlost variraju, ovisno o gospodarskim, zdravstvenim i političkim prilikama, a u posljednjem međupopisnom razdoblju (od 1991. do 2001.) stopa prirasta stanovništva je najniža. Stopa prirasta stanovništva u Hrvatskoj je negativna, jer je prosjek djece po jednoj obitelji svega 1,34.

1.1. Broja stanovnika u Hrvatskoj kroz povijest

Kroz povijest, broj stanovnika Hrvatske se često mijenjao, a u skladu s njim i stope nataliteta, mortaliteta i prirodnog priraštaja.

Teško je ustanoviti i približan broj stanovnika u vrijeme prvih stoljeća života Hrvata i slavenskih naroda na ovom prostoru. Prema procjenama, u 10. stoljeću, za vladavine kralja Tomislava, živjelo je oko 1,5 milijuna ljudi. U kasnom srednjem vijeku naseljenost se uglavnom stabilizira, ali je bila bitno poremećena prodorima Turaka tijekom 16. i 17. stoljeća. Tada dolazi i do prvih većih migracija stanovništva nekoliko nacionalnosti i vjera.

Pretpostavlja se da je 1780. godine na teritoriju današnje Hrvatske živjelo oko 1,5 milijuna stanovnika. Zatim je, sve do kraja 20. stoljeća, taj broj kontinuirano rastao. Slično kao i u većini europskih zemalja, porast broja stanovnika u zadnjih 200 godina u Hrvatskoj bio je razmjerno spor, dok je broj stanovnika u drugim dijelovima svijeta, naročito u Aziji i Africi, brzo rastao.

Prvi sveobuhvatan točniji popis stanovništva Habsburška Monarhija je provela 1857. godine. Zatim su se popisi provodili svakih deset godina. Od 1857. godine (2181499 stanovnika), sve do 1910. godine (3460840 stanovnika) broj stanovnika u Hrvatskoj kontinuirano je rastao. Nisu ga bitnije poremetile ni gospodarske krize, koje su tada potresale svijet, ili veće epidemije iz zadnjih desetljeća 19. stoljeća. Kroz I. svjetski rat, Hrvatska je podnijela mnogo žrtava, kada je i natalitet značajnije opao, te je 1921. godine bilo za oko 0,5 % stanovnika manje nego 1910. god. Slično se dogodilo i kroz II. svjetski rat. Nakon 1945. god. uslijedio je novi demografski polet i tako nastavio s nešto blažim porastom, sve do devedesetih godina 20. stoljeća [1].

Nakon 1955. godine smanjivanje nataliteta je stalno, uz povremena usporavanja. Već 1969. godine zabilježena je razina stope nataliteta od 13,9 živorođenih na tisuću stanovnika. Relativno rano došli su do izražaja procesi depopulacije: u 1958. godini nastupila je generacijska depopulacija ženskog stanovništva, a u 1968. nastupila je generacijska depopulacija ukupnog stanovništva [2].

Stopa nataliteta smanjuje se i dalje, i to je glavni čimbenik opadanja prirodnog priraštaja. Taj proces se ubrzava u 1980-im godinama, pa stopa priraštaja u 1990. iznosi 0.7 ‰ i približava se ničiti.

Prema pokazateljima reprodukcije stanovništva, Hrvatska je ulazila u grupu nisko natalitetnih europskih zemalja, iako je bila na znatno nižem stupnju gospodarskog razvoja. Znači, došlo je do ubrzanog smanjivanja nataliteta, ubrzanog u odnosu na stupanj privrednog razvoja. Uzroci takvog stanja su brojni, a navest ćemo tri najvažnija čimbenika:

- dugotrajna emigracija,
- gubici u I. i II. svjetskom ratu te u Domovinskom ratu, i
- Hrvatska do 1991. nije bila samostalna i nije mogla provoditi populacijsku politiku, koja bi djelovala na usporavanje negativnih demografskih promjena.

Procesi generacijske depopulacije, starenje radne snage, emigracija mlađeg stanovništva te sve manji priljev mladih generacija u radnu dob života negativno se nastavlja, i potvrda tome su rezultati popisa 2001. godine. Jači gospodarski razvoj i brzi radikalni zahvati u domeni politike prema stanovništvu mogli bi usporiti te dugoročno i zaustaviti tijekom ranijim trendovima nepovoljnih prirodnih, migracijskih i strukturnih demografskih procesa [3].

Prvi pokazatelj demografskih promjena su promjene u ukupnom broju stanovnika (Tablica 1.). Stanovništvo Hrvatske jedva se udvostručilo u razdoblju od 1857. do 1991. Na spori rast stanovništva Hrvatske utjecali su

mnogi činitelji: društveni, politički, vojni i politički. Sve je to bilo protkano psihološkim opterećenjem i jakim iseljavanjem najplodnijih naraštaja, kao i nepovoljni utjecaji bolesti (kolera, gripa „španjolka“ i ratovi). Posebno nepovoljno utjecao je egzodus nakon II. svjetskog rata do kraja osamdesetih, iz gospodarskih i političkih pobuda [4].

Tablica 1.

Ukupan broj stanovnika u Hrvatskoj u popisima stanovništva (od 1857. do 2001.) [3,5,6]

Godina popisa	Ukupan broj stanovnika		
	Ukupno	od toga	
		u zemlji	u inozemstvu
1857.	2,181.499	2,181.499	•
1869.	2,398.292	2,398.292	•
1880.	2,506.228	2,506.228	•
1890.	2,854.558	2,854.558	•
1900.	3,161.456	3,161.456	•
1910.	3,460.840	3,460.840	•
1921.	3,443.375	3,443.375	•
1931.	3,785.455	3,785.455	•
1948.	3,779.858	3,779.858	•
1953.	3,936.022	3,936.022	•
1961.	4,159.696	4,159.696	•
1971.	4,426.221	4,169.887	256.514
1981.	4,601.469	4,391.139	210.330
1991.	4,784.265	4,499.049	285.216
2001.*	4,492.049	4,200.214	291.151
2001.**	4,437.460	4,211.309***	226.151

• U popisima od 1857. do 1961. godine osobe na radu u inozemstvu nisu popisane.

* Ukupan broj stanovnika u popisu 2001. izračunat je prema istoj definiciji („de iure“ stanovništvo)

kao i u popisu 1991. godine

** Ukupan broj stanovnika prema modificiranoj definiciji ukupnog stanovništva (de facto) u popisu

2001. godine, tj. prema definiciji „uobičajeno boravište“ (usual residence).

***Na stanovništvo „u zemlji“ 2001. g. (4,200.214) dodate su izbjeglice (8.843) i privremeno prisutno

stanovništvo (2.252), što zajedno daje 4,211.309 (ukupno „u zemlji“)

Podaci u tablici pokazuju stalno usporavanje stope godišnjeg porasta stanovništva. Uzroci ove depopulacije u posljednjem desetljeću dvadesetog stoljeća su specifični: Domovinski rat, nova migracijska kretanja i činjenica da Hrvatska nije imala svoju populacijsku politiku koja bi barem usporila, ako ne i zaustavila, nepovoljne demografske trendove.

2. POSTAVLJANJE PROBLEMA

2.1. Stalno pogoršanje prirodnog kretanja stanovništva u Hrvatskoj

Prirodno kretanje stanovništva (natalitet i mortalitet) bilježi se svake godine (vitalna statistika) [4]. U Hrvatskoj se vitalna statistika vodi od 1964. godine. Sve do 1998. ukupan broj rođenih i umrlih uključivao je i hrvatske građane koji žive u inozemstvu, pa se iz podataka vitalne statistike dobivala iskrivljena slika prirodnog kretanja stanovništva.

Sve do početka osamdesetih godina, broj rođenih je uglavnom rastao – najveći broj zabilježen je 1979. god. 69 299. Potom broj rođenih opada i 2002. rođeno je samo 40 094. Najniža stopa nataliteta koja osigurava reprodukciju stanovništva iznosi 14 ‰, a Hrvatska je tu stopu zadnji put imala 1983. god. Iz ovoga se vidi da se stanovništvo u Hrvatskoj već dvadeset godina ne obnavlja. Stopa mortaliteta je dosta stabilna i kreće se između 10 ‰ i 12 ‰. Rezultat ovakvog kretanja stopa nataliteta i mortaliteta je vrlo niska (negativna) stopa prirodne promjene. Sve do 1990. prirodni prirast je nizak, ali pozitivan, da bi nakon toga uslijedio prirodni pad, koji traje sve do danas[7]. Među glavnim dugoročnim uzrocima smanjenja prirasta stanovništva specifične su stope fertiliteta prema dobi, izraženo već preko četiri desetljeća, točnije nakon 1955 [8].

Od popisa 1971. do popisa 2001., u dobnoj skupini od 20 do 29 godina uočen je pad udjela žena koje su rodile. Od ukupnog broja žena koje su u trenutku popisa 1971. bile u dobnoj skupini od 20 do 29 godina, rodilo je njih 60,6 %, a 2001. njih je samo 37,2 % rodilo. Nastavljanje dosadašnje tendencije sa starenjem fertileg kontigenta, rast će udio žena koje ne rađaju. Opravdano je postaviti pitanje: je li to rezultat nezaposlenosti i neodgovarajuće društvene potpore mladima u rješavanju egzistencijalnih problema [2]?

U uzroke nastale depopulacije u Hrvatskoj ubraja se više nego stoljetna emigracija, koja je narušila dobnu strukturu stanovništva u njezinu najvitalnijem dijelu (20 do 40 godina). U iseljavanju iz Hrvatske u devedesetim godinama, osim migracije zbog rata, znatan je i udio ekonomske emigracije zbog visoke stope nezaposlenosti u zemlji. Popis 2001. pokazao je da je, osim iseljenog srpskog stanovništva, u inozemstvo otišlo oko 180.000 ljudi (znatan udio među njima imaju mladi i obrazovani kadrovi).

Stope prirodnog priraštaja znatno se razlikuju u pojedinim djelovima Hrvatske. Ruralna i gorska područja, kao i krajevi ljutoga krša, imaju više

stope prirodnog pada stanovništva. Nešto bolje stoje gradovi i njihove uže zone, osobito Zagreb, Međimurje i varaždinski kraj, Istra, Dalmacija i istočna Hrvatska.

Tablica 2. pokazuje da je između 1991. i 2001. godine u 18 županija, od ukupno 21 županije, zabilježeno smanjenje ukupnog broja stanovnika „u zemlji“.

Promjene u broju i prirodnom kretanju stanovništva sa sobom povlače negativne trendove u promjeni strukture prema spolu i starosti.

Mnogo gore stanje je glede sastava stanovništva po dobi. Svojom dobnom strukturom Hrvatska se može usporediti s razvijenim zemljama svijeta. U razdoblju od pedeset godina, udio starog stanovništva se više nego udvostručio (7,0 % 1953. god. na 15,7 % 2001. god.). Između 2000. i 2050. predviđa se smanjenje ukupnog broja stanovnika u Hrvatskoj za 17,9 % i nastavak procesa starenja stanovništva.

Nasuprot hrvatskoj demografskoj slici, svjetsko stanovništvo raste – računa se da će stanovništvo svijeta doseći 7 milijardi već 2008. Do kada će svjetsko stanovništvo rasti ubrzanim tempom? Kada će se taj trend konačno usporiti? To su pitanja koja zanimaju demografe i oko kojih postavljaju tri teorije. Jedna je optimistična i predviđa da će vrhunac biti između 2020. i 2040., i to 11 milijardi stanovnika. Nakon toga će broj stanovnika polagano padati, da bi se oko 2150. god. smanjio na samo 4 milijarde ljudi [9]. Teorija srednjeg rasta prognozira nakon 2050. god. razdoblje stagnacije – 11 milijardi ljudi sve do 2150. god. Pesimistička prognoza predviđa sadašnji ubrzani rast stanovništva i u narednim desetljećima (do 2150. god. oko 27 milijardi stanovnika). Do kojeg broja stanovništvo može rasti, a da ne ugrozi opstanak? Neki odgovaraju da je to 12 milijardi ljudi. A možda i više. Može li Zemlja izdržati čak 27 milijardi ljudi?

Mnogi stručnjaci smatraju da se svjetska proizvodnja hrane može tehnološki povećati za 1,7 % godišnje i tako držati korak s rastom stanovništva [10]. Navodi se da je sunčeva energija izazov i da bi ona trebala zadovoljiti potrebe 10 milijardi ljudi [11].

Svjetska populacija od 10 milijardi ljudi može živjeti po tekućem europskom standardu života i potrošiti pola energije koju mi danas koristimo [12,13].

Tablica 2.

Stanovništvo Hrvatske „u zemlji“ po županijama, 1991. i 2001. godine [3]

Županija	Broj stanovnika «u zemlji»		Promjena broja 1991.-2001.	% promjene 1991.-2001
	1991.	2001.		
Zagrebačka	266.393	293.270	26.877	10,1
Krapinsko-zagorska	143.406	137.562	-5.844	-4,1
Sisačko-moslavačka	239.448	176.286	-63.162	-26,4
Karlovačka	167.985	133.525	-34.460	-20,5
Varaždinska	181.143	177.340	-3.803	-2,1
Koprivničko-križevačka	123.736	120.276	-3.460	-9,4
Bjelovarsko-bilogorska	137.510	127.866	-9.644	-7,0
Primorsko-goranska	311.116	290.642	-20.474	-6,6
Ličko-senjska	76.452	50.651	-35.801	-33,7
Virovitičko-podravska	98.999	90.031	-8.968	-9,1
Požeško-slavonska	92.300	80.389	-11.911	-12,9
Brodsko-posavska	162.418	133.489	1.071	0,7
Zadarska	190.121	153.212	-36.909	-19,4
Osječko-baranjska	364.187	313.406	-30.781	-8,9
Šibensko-knińska	141.096	107.469	-33.627	-23,8
Vukovarsko-srijemska	214.658	186.185	-28.473	-13,3
Splitsko-dalmatinska	439.026	434.022	-5.004	-1,1
Istarska	199.861	196.451	-3.410	-1,7
Dubravačko-neretvanska	119.524	116.741	-2.783	-2,3
Međimurska	110.256	109.505	-751	-0,7
Grad Zagreb	739.414	741.896	-2.482	0,3
Hrvatska	4.499.049	4.200.214	-298.835	-6,6

3. METODE RADA: Istraživanje – anketa za učenike

3.1. Kako zaustaviti opadanje stope prirodnog priraštaja u Hrvatskoj

Prateći stopu prirasta stanovništva u Hrvatskoj, koja je u padu zadnjih petnaestak godina i, ako se tako nastavi dalje, možemo zaključiti da demografska perspektiva Hrvatske u prvoj polovici 21. stoljeća nije najbolja. Velike promjene među dobnim skupinama (mladi, radno-sposobni, stari) imaju tendenciju daljnjeg produbljivanja. Sve to nepovoljno utječe na daljnji demografski, gospodarski, socijalni i prostorni razvoj Hrvatske. A sve se to događa u okruženju mladih, o kojima ovisi budućnost Hrvatske [13].

Što misle mladi o natalitetu u Hrvatskoj, demografskoj politici Hrvatske, kako popraviti demografsku sliku Hrvatske, tj. kako usporiti i zaustaviti sadašnje nepovoljne demografske trendove, pokušao sam doznati iz ankete koju sam proveo među maturantima (88 maturanata) Gimnazije Antuna Vrančića u Šibeniku.

CILJ: Ispitati što učenici misle o prirodnom priraštaju, kako ga povećati, kako mlade ljude motivirati da se žene, da stvaraju obitelji u domovini, da se ne iseljavaju itd.

UZORAK: Učenici četvrtih razreda (maturanti) opće gimnazije u Gimnaziji Antuna Vrančića u Šibeniku (88 učenika)

POSTUPAK: Učenici su dobili anketu koja je anonimna. Trebali su iskreno odgovoriti na pitanja. U anketi je ponuđeno 15 tvrdnji. Učenici su svoje slaganje, odnosno neslaganje iskazali kroz dvije tvrdnje DA i NE. Svaki anketirani učenik je dobio anketni list.

4. VLASTITI REZULTATI

Anonimna anketa 88 učenika pod naslovom „KAKO ZAUSTAVITI OPADANJE STOPE PRIRODNOG PRIRAŠTAJA U HRVATSKOJ“ dala je slijedeće rezultate (u postotcima):

Tablica 3.

Kako zaustaviti opadanje stope prirodnog priraštaja u Hrvatskoj
(rezultati ankete)

Redni broj		DA %	NE %	Nemaju interes %
1.	Odabrala bih poziv majke za životni poziv	39,8	52,3	7,9
2.	U životu je važnija karijera nego brak	36,4	55,7	7,9
3.	Želio/željela bih imati dvoje i više djece	80,7	9,1	10,2
4.	Smanjio/smanjila bih iseljavanje mladih i obrazovanih osoba u inozemstvo zapošljavanjem i većim standardom	80,7	0	19,3
5.	Država bi trebala utjecati na povećanje stope nataliteta uvođenjem određenih olakšica i novčanih poticaja majkama s većim brojem djece	84,1	12,5	3,4
6.	Država bi trebala dati seljacima veća poticajna sredstva da bi smanjila depopulaciju sela	75,0	7,9	17,0
7.	Država bi trebala voditi sustavnu politiku koja bi poticala povećanje stope nataliteta	87,5	6,8	5,7
8.	Država bi trebala stvoriti bolje uvjete za život ljudi (plaće, stanove...)	90,9	3,4	5,7
9.	Otvaranje novih radnih mjesta uvjetovalo bi smanjenje „odljeva mozgova“	84,1	12,5	3,4
10.	Današnje demografsko stanje u Hrvatskoj je loše	70,5	18,2	11,4
11.	Od Domovinskog rata nacionalna struktura stanovništva se bitno promjenila	76,1	21,6	2,3
12.	Samo ratovi (Prvi i Drugi svjetski te Domovinski) izuzetno su utjecali na smanjenje nataliteta odnosno prirodnog priraštaja	36,4	60,2	3,4
13.	Odlazak mladih u Zagreb samo je trend ili će to i ubuduće biti stalna pojava	25,0	62,5	12,5
14.	U Hrvatskoj bi se trebalo otvoriti više centara za mlade gdje bi se okupljali	52,3	10,2	37,5
15.	Uzroci nestajanja obitelji kao zajednice koju čine majka, otac i djeca su u odnosu države i društva	61,4	0	38,6

Rezultati ankete ukazuju da je mladima u Hrvatskoj važnija karijera od braka i da ženska populacija čak to stavlja na prvo mjesto. Ali, pozitivna je i za pohvalu činjenica da ipak misle o natalitetu i žele imati dvoje i više

djece. S takvim razmišljanjima mladih glede nataliteta možda bi se moglo zaustaviti opadanje stope prirodnog priraštaja stanovništva. Pozitivan pristup u razmišljanju mladih treba shvatiti ozbiljno i država treba intervenirati i pomoći. Sreća je da mladi tako razmišljaju. Država, tj. Vlada i mjerodavne državne institucije trebale bi to imati na umu i iskoristiti, kako bi određenim akcijama i potezima potaknule mlade na poboljšanje stope prirodnog priraštaja. Iz ankete se vidi da su mladi shvatili kako odlazak u Zagreb ili u inozemstvo nije rješenje, već da treba ostati u svome kraju, koji ima idealne uvjete za obitavanje, ali uz otvaranje radnih mjesta. Zavičaj je jedan i on se ničim ne može zamijeniti i nadomjestiti.

Rezultati ankete su apel političarima i onima koji vode populacijsku i obiteljsku politiku da se udruže i odlučnije stupe u rješavanje demografske slike Hrvatske.

5. ZAKLJUČAK

Iz svega proizlazi da su podaci popisa stanovništva 2001. potvrdili nastavak nepovoljnih demografskih procesa u Hrvatskoj. Izražen je proces ukupne depopulacije na razini cijele Hrvatske. Hrvatsku je zahvatila prirodna depopulacija. Popis je pokazao i nastavak negativnih migracijskih trendova. Došlo je i do ubrzanog procesa ukupnog starenja stanovništva [14]. Ova depopulacija nije kratkotrajna, već traje i pokazuje tendenciju pojačanja i širenja. Demografi upozoravaju da Hrvatska izumire i da je u 21. st. moguća gospodarska „eksplozija“, a gotovo sigurna je demografska „katastrofa“ [15]. Ignoriranje postojećih demografskih pojava i procesa, njihovo prepuštanje spontanim tijekovima sve više zaoštava ne samo gospodarsku već i socijalnu krizu i, uopće, krizu života u Hrvatskoj. Potreban je brzi zaokret, prije svega prema spoznaji stvarnog demografskog stanja i njegovih gospodarskih, socijalnih, zdravstvenih i drugih posljedica po život naroda i, prema akciji, da se promjene uspore. Stanovništvo je bitan čimbenik razvoja, sastavnica je proizvodnog i razvojnog potencijala zemlje, a ne samo potrošač. Sadašnje demografsko stanje i budući demografski procesi ograničavaju gospodarski i društveni razvoj te je Hrvatskoj nužna nova demografska politika.

Isto tako, svijet teži novom gospodarskom poretku i novoj demografskoj politici.

Dok Hrvatska teži zaustavljanju negativnog populacijskog trenda i razmišlja kako povećati natalitet, svijet teži zaustavljanju nekontroliranog rasta stanovništva, jer populacijska eksplozija [6,16], intenzivna koncentracija stanovništva u gradovima, razvitak potrošačkog društva i izgaranje fosilnog goriva dovode do globalne ekološke krize. Sve je više izvještaja koji kažu da Zemlja neće moći podnijeti toliku populaciju. Hrvatska sigurno može ostvariti cilj da ne povećava broj svojih stanovnika (jednostavna reprodukcija stanovništva) i tako istodobno doprinijeti i stabilizaciji stanovništva Zemlje i svojoj demografskoj obnovi [5,6].

Literatura:

- [1] Feletar, D. *Geografija 4, Udžbenik za 4. razred gimnazije str. 92, 93, 97-100* (Meridijani, Zagreb, 2003).
- [2] Akrap, A. Promjene u strukturama fertilnoga kontigenta u Hrvatskoj 1971.-2001. *Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu* **1**, 105-128 (2003).
- [3] Wertheimer-Baletić, A. Dugoročni demografski procesi u Hrvatskoj u svjetlu popisa stanovništva 2001.g. *Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu* **1**, 91-103 (2003).
- [4] Friganović, M. Stanovništvo i naseljenost Republike Hrvatske. *Geografski horizont* **2**, 49-61 (1992).
- [5] Gelo, J. (1987) Demografske promjene u Hrvatskoj od 1780. do 1981. *Globus*, str. 315.
- [6] Akrap, A. i suradnici. Broj prisutnog stanovništva RH i županija po dobi i spolu od popisa 1991. do 1998. Godine. *Društvena istraživanja* **43-44**, 679-732 (1999).
- [7] Graovac, V. *Prirodno kretanje stanovništva Hrvatske*. 25. svibnja 2004. URL: <<http://www.geografija.hr/clanci/233/prirodno-kretanje-stanovnistva-hrvatske> >
- [8] *Statistički ljetopis Hrvatske 109-113, 646, 647* (DZS, Zagreb, 2003).
- [9] Feletar, D. Eksplozija stanovništva – do kada? *Hrvatski zemljopis* **42**, 40-44 (1999).
- [10] Muller, R.A. (2002). Technology for Presidents. *Economist magazine*, June 14, str. 195-214.
- [11] Price, S., *Solar Power from Space, Frist Science. Com.* 18. svibnja 2004. URL: <<http://www.firstscience.com/siete/articles/solar.asp>>
- [12] Bartlett, A.A. Translating Word Problems To Number Problems. *Population and Environment* **16(4)**, 387 – 390 (1995).
- [13] Birdsall, Nancy, et al. ed. *Population Matters: Demographic Change, Economic Growth and Poverty in the Developing World* (New York: Oxford University Press, 2001).
- [14] Graovac, V. *Starenje stanovništva – problem modernog razvijenog društva*. 14. lipnja 2004. URL: <<http://www.geografija.hr/clanci/61/starenje-stanovnistva-problem-modernoga-razvijenog-drustva>>
- [15] Gelo, J. Kratka povijest hrvatskog puta u stvarnu demografsku provaliju, Hrvatska demografska i demostrateška drama. *Knjižnica «Kritika»* **2**, 71-89 (2002).
- [16] *World Population Growth, 1750-2150*. 1. 01. 2004. URL: <http://www.prb.org/pdf/worldpopgrowth.pdf>

ZAVRŠNO SLOVO

Kada sam doktorirao biofiziku u SAD i vratio se u Hrvatsku 1977. godine pomalo me šokirao profesor Janko Herak, profesor koji mi je i našao tu doktorsku stipendiju u Americi. Rekao je: „Ako ostanete znanstveno aktivni lako će te naći istraživačku tematiku da na njoj radite; samo čitajte pažljivo znanstvene članke, dobri radovi sadrže na kraju i sugestije što bi se još moglo dalje napraviti u vezi istraživanja koje su opisali.“ Prešutna pretpostavka je bila da ću raditi u znanstvenoj izolaciji i ovisiti samo o sebi da pronađem prikladne znanstvene tematike, a tako je stvarno i bilo kada sam dobio posao docenta fizike na tadašnjem Fakultetu industrijske pedagogije, Sveučilišta u Rijeci. Ipak, najvažnija je bila unutrašnja motivacija da se i dalje bavim eksperimentima i proračunima i uz vrlo opsežne nastavne obaveze. Motivacija se odnosila i na tematike istraživanja a i na načine i metode istraživanja. Praksa rada u produktivnom znanstvenom okolišu, kakav sam imao u SAD prilikom rada na doktoratu a i kasnije na Nacionalnim institutima za zdravlje (NIH), ne da se s ničim zamijeniti, jer stvori prikladan način razmišljanja za bilo kakva znanstvena istraživanja u prirodnim znanostima.

Što se može reći o tome, nakon odmaka od skoro desetak godina, kako ambiciozniji profesori iz naših škola usvajaju metodologiju istraživanja u prirodnim znanostima? U međuvremenu su isti predmet slušali studenti biofizike i računarske fizike Diplomskog studija fizike na PMF-u u Splitu kroz veći broj generacija. I njihovi seminari su pokazali da je čitanje i pravilno citiranje znanstvene literature teži dio rada na seminaru. Potrebna je praksa, isto kao kod učenja plivanja, rada na računalu, vožnje bicikla i vožnje automobila. Naučeno kao opis nimalo ne koristi sve dok se osoba ne bavi s takvim aktivnostima, a isto tako je potrebno poštovati i neka pravila, bilo da se radi o zakonima fizike, saobraćajnim pravilima ili opće prihvaćenim metodama istraživanja i opisivanja rezultata istraživanja.

Izabrane seminarske teme su i danas vrlo aktualne i lokalno i na razini Republike Hrvatske i globalno. Lokalno, Split je i dalje pri vrhu ljestvice gradova u kojima se ili ne poštuju ili se zlorabljavaju prava hedikepiranih osoba posebno za parkiranje na obilježenim mjestima ali i prilikom samo formalnog rješavanja problema pristupa javnim zgradama.

Na razini Hrvatske gotovo da više nema smisla govoriti o prirastu stanovništva jer nas se rađa sve manje, umire sve više a iseljava najviše. Uništavanje zelenih površina i posebno šuma, uz popratno smanjene biološke raznolikosti, nastavlja se i dalje kao naš doprinos globalnom efektu staklenika. Naravno, tome će doprinijeti i planirana istraživanja nafte i plina u podzemlju Jadranskog mora a za ugrožavanje ekologije Jadrana i našeg turizma izgleda kao da nitko od državnih autoriteta nije previše zabrinut.

Nedostatak oprema za izvođenje eksperimenata u osnovnim i srednjim školama, pa i na Odjelima i Fakultetima, kao i nedostatak sati nastave predviđene za takve aktivnosti jedna je od davno uočenih slabosti hrvatskog obrazovanja. Premda demonstracijski eksperimenti najviše privlače i srednjoškolce i studente prirodnih znanosti ne izgleda mi da se ta situacija s opremom puno popravila u zadnjih desetak godina.

Profesori-studenti izabrali su i čitav niz kontraverznih tema za seminarsku obradu što mi izgleda prije pozitivno nego negativno, jer se gotovo svako radikalno novo saznanje u znanosti lakše rađa iz sukoba mišljenja nego iz utabanih staza istraživanja. Sukobljenost prava na zdrav okoliš i prava na bogaćenje uništavanjem zdravog okoliša ukazuje na duboki rascijep ekonomije kao znanosti te želje da se posao odvija kao i uvijek i da se način života ne mijenja s zasigurno katastrofalnim posljedicama nezadrživog globalnog zatopljenja, posljedicama od kojih samo neke znanstvenici iz područja prirodnih znanosti mogu predvidjeti. Da li je itko predvidio nedavnu pojavu golemih kratera u Sibiru, tamo gdje je metan eksplodirao? Još jedna tema za malo seminarsko istraživanje koje bi moglo ilustrirati da je metan daleko opasniji staklenički plin od ugljičnog dioksida i da je oslobađanje golemih količina zamrznutog metana iz mora ili iz zamrznutog tla u Sibiru vrlo teško predvidjeti. Jedino možemo reći da je vrlo opasno i glupo izvoditi globalni eksperiment na biosferi i na svim budućim generacijama ljudi, eksperiment za koji nitko ne zna kako će završiti. S druge strane javni mediji i dalje nas plaše s opasnostima od genetski modificirane hrane, koje se nikad jasno ne definiraju a izjave znanstvenika se i u ovom slučaju ignoriraju.

Na kraju, zgodno je ukazati i na propuste u znanstvenim istraživanjima jer mogu biti vrlo poučni. Time se izbjegava ekstremni stav da se znanstvenici ili sotoniziraju (u James Bond filmovima često neki ljudi znanstvenik želi ili zavladata svijetom ili ga uništiti), ili uzdižu iznad svih ljudskih slabosti. Ignoriranje bioinformatike na Sveučilištu u Splitu nije se nimalo promijenilo kroz zadnjih desetak godina, bar ne kod obveznih kolegija, s časnim izuzetkom Odjela za fiziku PMF-a. Moja knjiga o bioenergetici (Informator, Zagreb 1977) sadrži i dosta bioinformatike, ali na naslovnoj stranici daje skroz pogrešni model bionanostroja ATP-aze. Kako se to desilo? Nisam komunicirao s znanstvenicima za koje sam znao da istražuju mehanizam djelovanja tog prirodnog nanostroja, a par mjeseci nakon što je izašla moja knjiga oni su dobili Nobelovu garadu. Drugi propust bio je više u nastavi, jer sam nakon povratka iz SAD 1989. godine pričao svojim studentima kako je smiješno govoriti o životu na ekstrasolarnim planetima kada možda oni ni ne postoje. Međutim, ekstrasolarnih planeta poznato je danas desetak puta više nego što je opisano u jednom od seminara iz ovog Zbornika, pa možda zaista postoji dvojnik Zemlje sa svojom biosferom ne previše daleko od našeg Sunčanog sustava.

U Splitu 1. ožujka, 2015.

