

Međunarodna konferencija
DEGRADIRANI PROSTORI & EKOREMEDIJACIJA
International conference DEGRADED AREAS & ECOREMEDIATION



Conference proceedings

Pokrovitelj:



Fond za zaštitu životne sredine Republike Srbije



JP PEU Resavica



Organizatori:



Fakultet za primenjenu ekologiju



JKP 2. oktobar, Vršac

International Conference: **Degraded areas & ecoremediation**
Međunarodna konferencija: **Degradirani prostori & ekoremedijacija**

Citation
International conference
“Degraded areas & Ecoremediation”

Publisher
Faculty of Applied Ecology Futura, Belgrade

Chief Editor
Prof. Gordana Dražić, Ph.D.

Technical Editor and layout
Mirjana Arandelović

Cover design
Sladana Đorđević

Printed in
100 copies

Printing
Damnjanović & sinovi

ISBN 978-86-86859-23-5
Belgrade
May, 2010

Address of the Organizer
General Ždanova 13-15, Belgrade, Serbia
www.futura.edu.rs

International Conference

Degraded areas & ecoremediation

Belgrade, May 21st and 22nd 2010

Conference proceedings

Organizers:

Faculty for Applied Ecology-FUTURA - Research and
Development Center
Fund for Environmental Protection of the Republic of Serbia
JP PEU Resavica
D. P. „2. Oktobar“, Vršac
Scientific-research-business-tourism-education Centre
„Dunavski Davos“

Program Committee:

PhD Professor Dragan A. Marković (President)
PhD Professor Gordana Dražić
PhD Professor Jordan Aleksić
PhD Šimon Đarmati
PhD Ljubinko Rakonjac
Mr. Željka Jurakić
Mr. Zlatko Dragosavljević
PhD Professor Miomir Korać
PhD Professor Ana Vovk Korže (Slovenia)
PhD Dragomir Neculai (Romania)
PhD Eleonora Marisova (Slovakia)
PhD Đorđe Lajšić (Republic of Srpska)
Ranko Britvić (Croatia)

Organizing Committee:

PhD Jelena Milovanović (Coordinator)
Mirjana Arandelović
Mr Borislav Vulić
Daniela Cvetković

Međunarodna konferencija

**Degradirani prostori
&
ekoremedijacija**

Beograd, 21-22 maj 2010. godine

Zbornik radova

Organizatori konferencije:

Fakultet za primenjenu ekologiju "FUTURA"

Istraživačko razvojni centar

Fond za zaštitu životne sredine Republike Srbije

JP PEU Resavica

D.P. „2. Oktobar“, Vršac

Naučno-istraživačko-poslovno-turističko-obrazovni centar

„Dunavski Davos“

Programski savet:

Prof. dr Dragan A. Marković (predsednik)
Prof. dr Gordana Dražić
Prof. dr Jordan Aleksić
Prof. dr Šimon Đarmati
Doc. dr Ljubinko Rakonjac
Mr Željka Jurakić
Mr Zlatko Dragosavljević
Prof. dr Miomir Korać
Prof. dr Ana Vovk Korže (Slovenija)
Prof. dr Dragomir Neculai (Rumunija)
Doc. dr Eleonora Marisova (Republika Slovačka)
Dr Đorđe Lajšić (Republika Srpska)
Ranko Britvić (Republika Hrvatska)

Organizacioni odbor:

Doc.dr Jelena Milovanović (koordinator)
Mirjana Arandelović
Mr Borislav Vulić
Daniela Cvetković

Contents

A. DEGRADED LOCATIONS

Module A1: Identification of degraded area

SOLID AND HAZARDOUS WASTE AS A FACTOR OF ENVIRONMENTAL DEGRADATION

Šimon A. Đarmati, Vesna M. Alivojvodić 13

DEGRADED FOREST RESOURCES OF THE REPUBLIC OF SERBIA

Jelena Milovanović 23

ENVIRONMENTAL DEGRADATION AND HUMAN HEALTH

Snežana Matić-Besarabić, Slobodan Tošović, Slaviša Mladenović 37

AIR POLLUTION IN REPUBLIC OF SERBIA FOR THE PERIOD 2006-2008 YEAR

Nada Babović, Dragan M. Marković, Dragan A. Marković 51

ENVIRONMENTAL ATLAS OF THE SERBIAN REPUBLIC

Boris Vakanjac, Tijana Čoporda Mastilović 61

AGRICULTURAL LAND CHANGE IN TIME PERIOD 1990-2000 YEAR IN SERBIA

Slaviša Popović, Miroljub Mitić, Jovana Džoljić 69

WATER POLLUTION IN SERBIA

Nenad Andrić 79

TYPE OF SOIL AS ONE OF THE FACTORS THAT DETERMINE THE SPEED OF MOVEMENT OF POLLUTANTS

Layth Nesseef, Ahmed Tumi 91

TOXIC ELEMENTS IN AGRICULTURAL LAND AND WATER FOR IRRIGATION

Margareta Žarkov Kovačević 101

URBAN AIR QUALITY MONITORING NETWORKS IN PUBLIC HEALTH INSTITUTIONS AND SERBIAN HYDROMETEOROLOGICAL SERVICE Marija Ignjatović, Branislava Matić, Mladen Milić, Milica Gojković, Vojislava Dudić	109
MINING MINERAL RESOURCES - POLLUTION AND ISSUES - ORGANISATION GIS DATA BASE Boris Vakanjac, Tijana Čoporda Mastilović	121
CAUSES AND CONSEQUENCES OF SOIL DEGRADATION IN THE REPUBLIC SRPSKA Zoran Lukač, Nebojša Knežević	129
IDENTIFICATION OF DEGRADED AREAS IN THE SOKOBANJA MUNICIPALITY Ana Đorđević, Tanja Cupać, Tijana Čoporda-Mastilović	135
PADINSKA SKELA AREA – WASTEWATERS OF INDUSTIAL CORPORATIONS AND REMEDIATION SUGESTIONS Miljana Vujović, Nataša Đorđević, Iva Havran	147
ANTHROPOGENIC INFLUENCE ON GROUND WATER QUALITY: A CASE OF NITRATE POLLUTION Vesna Ristić Vakanjac, Petar Papić, Vesna Damnjanović, Radoslav Golubović	161
SPATIAL DEGRADATION CAUSED BY INDUSTRY IN REPUBLIC OF SERBIA Dragan Škobalj, Zoran Jakovljević	171
MONITORING WATER CHEMISTRY OF SOURCE"SUMICE"- KIKINDA Tijana Čoporda Mastilović, Vesna Ristić Vakanjac, Ivan Matić, Slobodan Vujasinović, Stanko Sorajić	183
MEANDERS TAMIS Vojkan Dimitrijević	193

Module A2: Integrated management of degraded areas

RELEASE OF CARBON STORED IN WOODS OF SERBIA DUE TO VARIOUS FORMS OF DEGRADATION Uroš Radojević, Mirjana Arandelović, Ana Poštić, Margareta Žarkov Kovačević	205
GIS IN THE PROCESSES OF URBAN GREEN AREAS MANAGEMENT Mufik Muslić, Muris Hubanić, Mersad Omanović	217
MANAGEMENT STRATEGY OF DEGRADATION SPACE Miroljub Mitić, Slaviša Popović, Jovana Džoljić	225
WASTE MANAGEMENT AND MODEL OF RECYCLING YARD OF MUNICIPAL MAJDANPEK Ana Poštić, Mirjana Arandelović, Uroš Radojević, Margareta Žarkov Kovačević	233

B. ECOREMEDIATION

Module B1: Remediation methods

BIODEGRADATION AND ECOREMEDIATION OF SOIL IN SERBIA – PROJECT ACTIVITIES OF THE FACULTY “FUTURA” Gordana Dražić	245
RESTORATION AND REGENERATION OF LARGE-SCALE CALAMITY CLEARINGS AFTER THE DISINTEGRATION OF SPRUCE MONOCULTURES Anna Tučeková	259
THE IMPORTANCE OF COOPERATION WITH LOCAL AUTHORITIES FOR PROMOTIONAL ECOREMEDIATION TECHNOLOGIES Nina Globovnik, Ana Vovk Korže, Mojca Kokot	273
PLANTING MATERIAL PRODUCTION FOR BIOLOGICAL RECOLTIVATION OF DEPOSOLS Milorad Veselinović, Dragana Dražić, Vesna Golubović Čurguz, Nevena Čule, Suzana Mitrović Biljana Nikolić, Ljubinko Rakonjac	283

THE INFLUENCE OF AGROECOLOGICAL CONDITIONS ON CHEMICAL COMPOSITION OF QUINOA SEED (<i>CHENOPODIUM QUINOA</i> WILL.) Đorđe Glamočlija, Mirjana Milovanović, Jela Ikanović, Gordana Dražić, Biljana Vucelić Radović, Radmila Stikić, Marija Davidović	295
PROBLEMS OF UTILIZING RIVER AS A NATURAL RESOURCE AND RIVER RESTORATION POSSIBILITIES Mirjana Roksandić, Jelena Milovanović	303
REVITALIZATION OF INDUSTRIAL ECOSYSTEMS WITH HELP OF ECOREMEDIATIONS Mojca Kokot, Ana Vovk Korže, Nina Globovnik	315
ECOREMEDIATION PLAN METHODOLOGY DEVELOPMENT FOR POLLUTED WATER RESOURCES Tijana Čoporda Mastilović, Gordana Dražić, Ana Đorđević	325
ECOREMEDIATION BY MEANS OF AFFORESTATION Viera Petrášová, Katarína Melichová	337
ECOREMEDIATION IN AGRICULTURE – FARMING Aleksandar Jović	349
RECONSTRUCTION AND GROWTH OF FOREST ON ABANDONED CARBONATE SOILS IN SLOVAKIA Rudolf Petráš, Julian Mecko	359
MICROBIOLOGICAL ACTIVITY OF THE DEPOSOLS OF MAJDANPEK AND POSSIBILITY OF SURVIVAL SEEDLINGS ON IT Vesna Golubović Ćurguz, Dragana Dražić, Milorad Veselinović, Zoran Miletić	367
PROTECTION AND IMPROVEMENT OF SILVER LAKE Nenad Mitić, Dejan Marković, Katarina Marić	379
RECLAMATION OF THE COPPER MINE CHATSE Stevan Dožić, Matilda Đukić, Sara Lukić, Danijela Đunisijević Bojović	391
ECOREMEDIATION OF ASH DUMPS Brankica Rašković, Đurđica Ivković	401
“GREEN ROOFS” AS METHOD OF ECOREMEDIATION OF URBAN ECOSYSTEMS Dušanka Šešlija, Tea Milanković	415

THE POTENTIAL OF FORMAL AND INFORMAL GREEN SPACES AS ELEMENTS OF GREEN INFRASTRUCTURE OF BELGRADE	
Vesna Anastasijević, Nebojša Anastasijević, Nadežda Stojanović, Mirjana Mešiček	427
HOW TO APPROACH THE REMEDIATION PROBLEM OF CONTAMINATED SITES IN EUROPE?	
CLEAN UP OF HISTORICAL AND PREVENTION OF NEW CONTAMINATION	
Sladana Đordjević, Zoran Jakovljević	441
<i>Module B2. Green technology</i>	
SUSTAINABLE UTILIZATION OF SUBGEOTHERMAL GROUND WATERS ENERGY POTENTIAL	
Dragi Antonijević, Snežana Lučić, Uroš Radojević	453
REMEDICATION AND RECONSTRUCTION AT SANITARY REGULATED LEVEL OF REGIONAL LANDFILL “RAMIĆ” IN CITY OF BANJA LUKA	
Dragana Nešković – Markić, Željka Šobot – Pešić, Slobodanka Pavlović	467
PHILOSOPHY OF SPACES AND VIEW OF ART IN DEGRADED OF URBAN ENVIRONMENT	
Suzana Polić Radovanović	475
SOCIO ECONOMIC ASPECTS OF ECOREMEDIATION	
Slobodan Spasić, Zoran Jakovljević, Gordana Dražić	487
METHODS OF PURIFICATION OF WASTE WATER IN THE HYPOTHETICAL EXAMPLE OF A CITY	
Sladana Delić, Predrag Ristić	599
OBJECTS OF CULTURAL HERITAGE IN DEGRADED ENVIROMENT SPACE	
Suzana Polić Radovanović	509

ČVRST I OPASAN OTPAD KAO FAKTOR DEGRADIRANJA ŽIVOTNE SREDINE

Šimon A. Đarmati, Vesna M. Alivojvodić
Beogradska politehnika, Beograd

Izvod: *Jedan od najznačajnijih problema savremenog čoveka svakako je otpad - stalan pratilac ljudskog društva. Međutim, u početku je kvalitet otpada bio sličan prirodnim materijama, a njegova količina nije sprečavala njegovu ugradnju u prirodne cikluse. Kako kapacitet prirodne razmene materije nije neograničen, sve veća količine otpada postala je važan faktor narušavanja prirodne ravnoteže.*

Ključne reči: *otpad / deponovanje /degradacija*

SOLID AND HAZARDOUS WASTE AS A FACTOR OF ENVIRONMENTAL DEGRADATION

Šimon A. Đarmati, Vesna M. Alivojvodić
Beogradska politehnika, Belgrade

Abstract: *One of the most important problems of modern man certainly is waste - a constant companion of human society. However, in the beginning, the quality of waste was similar to natural substances, and its amount has not prevented its incorporation into natural cycles. As the capacity of the natural matter exchange is not unlimited, increasing amount of waste has become an important factor which is disturbing the balance in nature.*

Key words: *waste / landfilling /degradation*

UVOD

Moguć uticaj čvrstog i opasnog otpada na životnu sredinu, odnosno njegovo razmatranje kao faktora fizičkog, hemijskog i biološkog odnosno ekološkog degradiranja prostora, zgodno je započeti podsećanjem na pticu dodo. Naime, na ostrvu Mauricijusu, daleko u Indijskom okeanu, oko 1.300 kilometara od istočne obale Madagaskara 1681. godine dokoni mornari istrebljivali su poslednje primerke dodoa, čuvene ptice koja nije mogla da leti i koju je njena tupa, ali poverljiva priroda i nedostatak brzine u nogama činila prilično neodoljivom metom. Milioni godina mirne izolacije, prosto nisu pripremili ove ptice za nastrano i krajnje zastrašujuće ponašanje ljudskih bića. *Teško se može naći bolji primer zločinačke prirode ljudskog bića, kao ovo istrebljivanje, bez ikakve svrhe, stvorenja koja nam nikada nije učinilo ništa nažao, a da pri tome nije bilo ni najmanje kadro da razume šta mu to radimo. Štaviše, ptice dodo su bile tako zapanjujuće kratke pameti da je, ukoliko ste želeli da pronađete sve dodoe u blizini, dovoljno bilo da uhvatite jednog i naterate ga da gače, pa bi se svi ostali dogegali da vide šta se dešava* piše Bil Brajson u knjizi Kratka istorija bezmalo svačega [1].

Posle ovog podsećanja na ovu pticu kratke pameti, može se postaviti pitanje koliko se čovek promenio u međuvremenu? Da li se opametio? Čini se da nije. On i dalje atakuje na prirodu a time i na samog sebe. Ovakvo njegovo ponašanje uokvireno je čuvenom rečenicom nobelovca Maksa Borna *Čini mi se da pokušaj prirode da na ovoj Zemlji stvori misaono biće nije uspeo.*

Nije tajna, da je kamen temeljac savremene situacije naučni progres, koji se u XX veku karakterisao mnogim tehnološkim inovacijama u svim industrijskim oblastima. U prošlom veku, čovek je zahvaljujući tehnološkoj podršci, najaktivnije iskorišćavao prirodne resurse planete ne obraćajući, ili nedovoljno obraćajući pri tome pažnju na ekologiju. Tehnološki progres je podario svetu mnoga otkrića i tehničke novine, povećao nivo življenja u mnogim zemljama, ali je on postao taj katalizator koji je doveo do zagađivanja životne sredine u globalnim svetskim razmerama.

1. OTPAD - ASPEKTI DEGRADIRANJA ŽIVOTNE SREDINE

Jedan od najznačajnijih problema savremenog čoveka svakako je otpad. Naravno, otpad je stalan pratilac ljudskog društva. Međutim, u početku je kvalitet otpada bio sličan prirodnim materijama, a njegova količina nije sprečavala njegovu ugradnju u prirodne cikluse. Međutim, kapacitet prirodne razmene materije nije neograničen. Upravo zbog toga je sve veća količina otpada važan faktor narušavanja prirodne ravnoteže. Najveći broj problema nastaje zbog neadekvatnog zbrinjavanja otpada [2]. Prema nekim procenama u Evropi se godišnje generiše oko 300 miliona tona komunalnog otpada (oko 60% je biodegradabilno), 40 miliona tona industrijskog otpada, 20 miliona tona opasnog otpada i 450 miliona tona demolicionog otpada. Procena količine komunalnog otpada po glavi stanovnika pojedinih evropskih država data je u tabeli 1.

Ipak, pre nego što se ukaže na moguće posledice stalno rastuće količine otpada, korisno je osvrnuti se na četiri neformalna zakona po kojima funkcioniše ciklus prirode. Nažalost, ljudsko društvo iste ili ne poznaje - ili što je još gore – zanemaruje ih, i time uzrokuje nenadoknadive štete ne samo prirodi, već i samom čovečijem životu.

Tabela 1. *Količina generisanog komunalnog otpada u nekim evropskim državama po glavi stanovnika 2005. godine*

DRŽAVA	HOLANDIJA	AUSTRIJA	NEMAČKA	BELGIJA	ŠVEDSKA	DANSKA	LUKSEMBURG	ŠPANIJA
kg/stan/god	624	627	600	469	464	696	668	662
DRŽAVA	ITALIJA	FINSKA	FRANCUSKA	V.BRITANIJA	GRČKA	PORTUGALA	IRSKA	SRBIJA (Beograd)
kg/stan/god	538	455	567	600	433	434	869	365

Prvi zakon je da je u *prirodi jednostavno sve povezano*. Priroda je jedan jedinstveni sistem: između živih organizama, populacija vrsta, pojedinačnih biljaka i životinja, kao i njihove fizičke i hemijske sredine postoji kompleksan odnos. To je biološki lanac: među svim elementima prisutna je akcija-reakcija i uzajamna zavisnost. Kada se jedan element menja, modifikuje se ceo sistem, ali priroda tokom funkcionisanja koriguje promene u okviru određenih parametara. Dakle, radi se o dinamičnom samoregulišućem sistemu, koji nastoji da povрати poremećenu ravnotežu; u suprotnom dolazi do njegovog urušavanja. Svako uplitanje čoveka može doprineti narušavanju ravnoteže, pogotovo ako je ono snažno i konstantno.

Drugi zakon koji se može formulisati kao *sve nekuda ide*, društvo najčešće se zanemaruje. Ovaj zakon može se uporediti sa poznatim zakonom fizike o očuvanju energije. U prirodnom ekološkom sistemu prosto ne postoji nešto što bi se nazvalo otpad. U kompleksnom lancu ishrane, krajnji proizvod koji se pojavljuje kao *output* pojedinih jedinki, predstavlja hranu (*input*) drugih. Ono što ne predstavlja hranu, dospeva na preradu i u zemljištu se razlaže na sastavne elemente. U ovom krugu, dešavaju se organske i kontinualne transformacije. U ovom ciklusu su otpadi antropogenog porekla suvišni i štetni. Oni prirodi nisu potrebni, pojavljuju se u višku te dolazi do narušavanja prirodne ravnoteže. Olovo iz bačene baterije posle dužeg vremena dospeva u atmosferu, a ispiranjem iz nje u jezero, pa u organizam riba iz kojih dospeva u organizam čoveka uzrokujući poremećaje. Više štetnih materija može uzrokovati višestruke poremećaje.

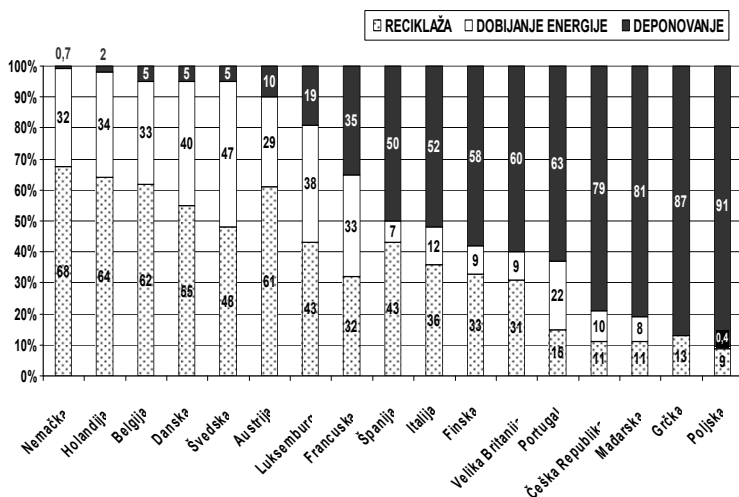
Treći zakon može se formulisati kao *priroda bolje zna*. Prema njemu priroda formirana tokom više miliona godina sadrži one organske kombinacije (između ugljenika, kiseonika, vodonika i azota) od beskonačno mogućih, koje su se pokazale kao najbolje moguće. Adaptacija i evolucija su u prirodi proizvele i održale najefikasnije verzije. Jednostavno rečeno, svakoj organskoj materiji pripada dobro definisana uloga u prirodi, odnosno postoji za nju i odgovarajući enzim, koji će je razložiti da sastavne elemente (da bi se održalo kruženje). Kada se u to umeša čovek, može sve pokvariti. Ovo se može ilustrovati primerom sata. Sat je zato takav kakav je, jer su ga sajdžije i „nauka o satu“ više puta isprobali i dokazali da je u postojećem obliku najbolji. Međutim, ako se čovek umeša u prirodu,

to se može poistovetiti sa situacijom kada čovek satni mehanizam dirne vrhom olovke. Veoma su male šanse da time učini nešto dobro, a skoro je sigurno da će ga pokvariti. Tako je i sa prirodom, s obzirom da *priroda bolje zna*.

Četvrti zakon je zaista poučan. Prema njemu *ne postoji nešto kao besplatan ručak*. Sve ima svoju cenu, pa tako i serijsko uplitanje u prirodu. Cena preteranog iskorišćavanja prirodnih energetske izvora i funkcija prebivališta (staništa) je globalni ekološki problem.

Količina čvrstog otpada koji se generiše u Evropskoj uniji kreće se oko 3 milijardi tona ili oko 6 tona po glavi stanovnika godišnje. Evropske zemlje imaju različit pristup tretmanu komunalnog otpada (slika 1).

Na osnovu date slike može se zaključiti da je 2006. godine reciklaža bila dominantna u Nemačkoj, Holandiji, Belgiji, Danskoj, Švedskoj i Austriji dok je deponovanje, kao ekonomsko i ekološki najnepovoljniji tretman dominiralo u Poljskoj, Grčkoj, Mađarskoj, Češkoj Republici, Portugaliji, Velikoj Britaniji, Finskoj, Italiji i Španiji.



Slika 1. Prikaz učešća pojedinih načina upravljanja otpada u nekim zemljama Evropske unije (E-15) 2006. godine [3]

Energetske, ekonomske i ekološke prednosti reciklaže su veoma dobro poznate. Ilustracije radi može se navesti da se ponovnom preradom tone hartije spasava 17 stabala, da se čak 20 stabala treba poseći da bi jedno dete do druge godine života nosilo papirne pelene (koje opet predstavljaju veliki problem na deponijama) i da u prosečnoj kancelariji svaki službenik godišnje baca u korpu za otpadke oko 90 kg hartije koja bi se mogla reciklirati. Ponovna prerada metalnih otpadaka može smanjiti zagađenje vazduha za 86% a zagađenje voda za 75 procenata.

U Srbiji je takođe najzastupljenije deponovanje, dok se reciklaža beleži skromnim procentima.

Generalno se stanje upravljanja otpadom u Srbiji može okarakterisati kao neadekvatno koje nosi sa sobom opasnost po zdravlje i životnu sredinu. Najakutniji problem je svakako opasan otpad koji se uglavnom ne sakuplja posebno, a često odlaže zajedno sa komunalnim otpadom. U Srbiji je glavni način zbrinjavanja otpada, kao što je napomenuto deponovanje koje se u hijerarhiji upravljanja otpadom nalazi kao najnepovoljnije rešenje. Pri tome treba imati u vidu da su osim dve sanitarne deponije ostale (164) uređene, ali bez neophodno potrebnih tehničkih rešenja. Pored toga tu su i brojne ilegalne (divlje) deponije različitih veličina u ruralnim sredinama, ali ne samo u njima. Broj ovih deponija u Srbiji je 4.481, dok se u Beogradu osim deponije u Vinči nalazi i 150 divljih deponija.

Divlje deponije nisu karakteristične samo za sredine u kojima se otpad ne sakuplja organizovano. Nažalost one se javljaju i u najstrožim centrima gradova doprinoseći time degradaciji urbanih prostora.

Pored činjenice da ovakve deponije emituju oko 3% gasova staklene bašte treba navesti da nekontrolisani požari deponija doprinose emisiji čestičnih materija, i produkata nepotpunog sagorevanja. osim požara prisutna je i stalna opasnost od eksplozija zbog emitovanja deponijskih gasova koji se razvijaju iz biodegradabilnog otpada. Procedne vode ugrožavaju podzemne vode, površinske vode i tlo zbog sadržaja organske materije i teških metala. Ove supstancije lancem ishrane lako mogu dospeti u organizam čoveka.

Biološka degradacija prostora ogleda se u promeni brojnosti i sastava populacije insekata, ptica i glodara. Tu treba spomenuti i

činjenicu da otpad predstavlja pogodnu sredinu za razvoj mnogih mikroorganizama među kojima su posebno značajni patogeni.

Prisustvo i sastav biljne i životinjske vrste ili zajednice nije samo njihova reakcija na određenu zagađujuću supstanciju već i na promenu sredine uzrokovanu prirodnim ili antropogenim uticajem u čemu otpadu pripada značajna uloga.

Naravno, pored direktnog degradiranja potrebno je imati u vidu i doprinos otpada intenziviranju onih ekoloških problema koji se označavaju kao regionalni ili globalni.

Od produkata nepotpunog sagorevanja među kojima se nalaze ugljovodonici (među njima i policiklični aromatični), njihovi hlorirani derivati, toksični fenoli i hlorfenoli, organska jedinjenja azota i broma i polihlorovani dibenzodoksini. Među mikrozagadjućim supstancijama nalaze se one koje su krajnje toksične i krajnje opasne po zdravlje. Tako se štetno delovanje policikličnih aromatičnih ugljovodonika ispoljava pri njihovoj koncentraciji od delova nanograma po kubnom metru.

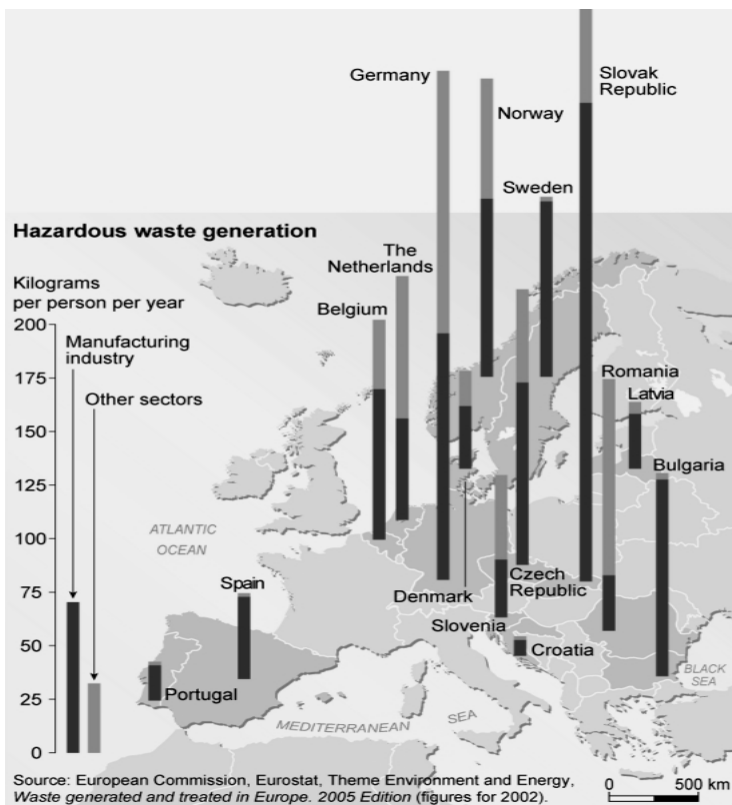
Upravo ova jedinjenja predstavljaju i najveću opasnost koja se može javiti pri spaljivanju otpada u spalionicama (insineratorima) koja predstavljaju jedno od primamljivih rešenja za tretman otpada. Protivnici spaljivanja otpada najčešće navode emisiju "dioksina": smešu polihlorovanihdibenzo-p-dioksina i polihlorovanih dibenzofurana kao najopasnijih produkata nepotpunog sagorevanja. Istraživanja sprovedena u Japanu pokazala su da su u oblasti do 1,1 km južno od spalionice od 57 umrlih u periodu 1985-1995. godina 24 umrlo od raka (42%), u zoni od 1,1 do 2 km od 167 umrlih svega je 34 umrlo od raka (20%) što se podudara sa procentom karakterističnim za taj region (25-28%).

U neletalnim dozama dioksin izaziva teške nespecifične bolesti. Kod visokoosetljivih osoba najpre se javlja oboljenje kože poznato kao hlorakne, koje se kod ljudi mogu ponovo i ponovo pojavljivati posle mnogih godina od izlečenja. Veće doze dioksina dovode do narušavanja metabolizma porfirina to jest do porfirije koja se ogleda u povišenoj fotoosetljivosti kože koja postaje krta i prekriva se mnogobrojnim mikroplikovima. Treba naglasiti da su porfirini važni za sintezu hemoglobina i prostetičkih grupa fermenta koje sadrže gvožđe (citohrom).

Primaran faktor degradiranja (zagadivanja) životne sredine predstavlja opasni otpad. Od milion tona otpada nastalih tokom

proizvodnje, jedan deo, dospevši u životnu sredinu, ne razlaže se i tako može da postane dugotrajan uzročnik stalno rastućeg zagađivanja. Do ovoga dolazi zbog činjenice da prirodni sistem ne stvara obilje postojanih toksičnih jedinjenja koja se ne mogu iskoristiti organizmima u sistemu.

U Evropi se godišnje generiše velika količina opasnog otpada, koja se prema različitim podacima kreće u intervalu od 40 do 90 miliona tona. Na slici 2 je predstavljena godišnja količina opasnog otpada po glavi stanovnika u nekim evropskim državama.



Slika 2. Količina generisanog opasnog otpada u pojedinim evropskim državama 2002. godine (odnos između industrijske proizvodnje i drugih sektora) [4]

U Republici Srbiji ne postoje pouzdani podaci o količinama opasnog otpada koji se generiše u industriji. Na osnovu procena godišnje nastaje oko 260.000-400.000 tona opasnog otpada.

Primeru radi u Beogradu godišnje nastane oko 15.000 tona otpadnih ulja. Čak 90% ovog kancerogenog otpada nekontrolisano završava na deponijama, rekama i zemljištu. Još je jedan podatak zabrinjavajući. U Srbiji postoji čak 440 različitih mesta sa opasnim materijama i otpadom, a u Beogradu na oko 70. Kako se procenjuje, u Subotici postoji između sedam stotina i hiljadu tona raznih vrsta opasnog otpada, koji se najčešće neadekvatno skladišti ili se baca na deponije. Sve ovo i zbog toga što u Srbiji ne postoje uređaji za adekvatan tretman opasnog otpada (razaranje ili spaljivanje). Opasan otpad se u Srbiji pretežno ne skladišti u skladu sa strogim bezbednosnim zahtevima, već se privremeno odlaže u neodgovarajuća skladišta.

Ono što dodatno usložnjava problem opasnog otpada u Srbiji jeste nepoznata količina sirovina (hemikalija) koja je zbog prestanka rada pojedinih fabrika postala zapravo opasan otpad, mada se tako ne razmatra. U skladištima fabrika u stečaju ili procesu privatizacije u Loznici, Šapcu, Pančevu, Kruševcu, Trsteniku, Čačku i Kraljevu ostale su tone opasnih materija (otpada), koji zbog nedostatka finansijskih sredstava ne mogu da unište, a često ni bezbedno da čuvaju. Kao primer treba navesti da su početkom 2009. godine inspektori za zaštitu životne sredine utvrdili da su u preduzeću „Zorka - obojena metalurgija” iz Šapca, koje je u restruktuiranju, uskladištene opasne materije (5.000 m³ cink-sulfata u rezervoarima a u skladištu 350.000 tona „jarosit taloga” u čijem se sastavu nalaze teški metali i njihova jedinjenja). Mada je u izveštaju inspektora navedeno da je skladište urađeno po propisima, oni su istovremeno napomenuli da se ono „ne održava po važećim propisima jer preduzeće ne raspolaže finansijskim sredstvima, a i kadrovima za tu namenu.”

Govoreći o opasnom otpadu veoma je značajno *određivanje njegove kategorije*. U smislu degradacije prostora mogu nastati nepopravljive štete, a sa ekonomskog stanovišta mogu nastati milionski izdaci kada se pogreši u njihovoj kategorizaciji, kada se opasni otpad proglasi bezopasnim i obrnuto. Neadekvatno rukovanje opasnim otpadom u mnogim situacijama dovodi do oštećenja zdravlja i zagađivanja životne sredine.

U zavisnosti od kvaliteta i kvantiteta otpada, kao i od uslova životne sredine, pre svega hidrogeoloških, na neadekvatno uređenim odlagalištima značajna količina štetnih zagađujućih supstancija može dospeti u zemljište, podzemne i površinske vode, kao i u vazduh i preko njih u organizam ljudi ili drugih organizama. Na ovaj način može biti zahvaćena velika populacija, a samo dejstvo može biti značajno dugotrajno. Brojni su primeri koji ovo ilustruju.

ZAKLJUČAK

Na kraju vratimo se opet našoj ptici sa početka – ptici dodo. Prema nekim izvorima ime ptice potiče od holandske reči *dodoor* što bi na srpskom bilo lenjivac ili portugalske reči *doido* što znači budala ili lud. Sudeći po tome kako se čovek ponaša u svakome od nas prikriven je duh ptice dodo. Naime, lenji smo, kratkog pamćenja i ponašamo se nerazumno, te ako ovako nastavimo, teško da ćemo izbeći sudbinu ptice dodo.

Nadu u lepšu budućnost uliva Zakon o upravljanju otpadom koji je nastao na temeljima Nacionalne strategije za upravljanje otpadom usvojene 2003. godine. Strategija je ta koja određuje: pravce u skladu sa ekonomskim razvojem; pravce u skladu sa zahtevima i planovima Evropske unije; hijerarhiju mogućih opcija; aktivnosti u postupku harmonizacije sa zakonskom regulativom EU; odgovornosti; ciljeve i zadatke. Zakon je, praćen odgovarajućim podzakonskim aktima, u potpunosti kompatibilan sa standardima Evropske unije. Njime je utvrđeno da se upravljanje otpadom vrši na način kojim se obezbeđuje najmanji rizik po ugrožavanje života i zdravlja ljudi i životne sredine.

REFERENCE

- [1] B.Brajsan, "*Kratka istorija bezmalo svačega*", Laguna, Beograd, 2005.
- [2] Š.Đarmati, "*Menadžment otpada*", Futura, Beograd, 2008.
- [3] B. Kummer, "The role of recycling in the climate change debat", *Waste Management and Recycling Congress*, October 20-21, Berlin, 2008.
- [4] http://maps.grida.no/go/graphic/hazardous_waste_generation

DEGRADIRANI ŠUMSKI RESURSI REPUBLIKE SRBIJE

Jelena Milovanović

Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: Šume narušene biološke stabilnosti u Republici Srbiji zahvataju orijentaciono polovinu ukupne površine šumskog fonda, što ukazuje na problem šumarstva i zaštite životne sredine kod nas. Stepen degradiranosti šuma može se oceniti praćenjem određenih parametara stanja sastojina, kao što su očuvanost, prirodnost, sklop, erozioni oblik i slično. Za potrebe definisanja gradacije degradiranosti šuma sa aspekta zaštite životne sredine i zoniranja prostora Republike Srbije prema stepenu učešća degradiranih šuma, posmatrana je varijabilnost dva parametra obuhvaćena Nacionalnom inventurom šuma, koji su i polazna osnova same definicije degradirane šume: očuvanost (O) i erozioni oblik (E). Kombinovanjem različitih vrednosti ova dva parametra izvršeno je definisanje različitih stepena degradiranosti šuma i prostorno izdvajanje zona učešća degradiranih šuma na području Republike Srbije. Na osnovu intenziteta učešća srednje degradiranih i jako degradiranih šuma, izvršeno je zoniranje Republike Srbije na Zonu 1 – srednje učešće degradiranih šuma (područje jugozapadne i jugoistočne Srbije) i Zonu 2 – veliko učešće degradiranih šuma (područje južne Srbije). Plan ekoremedijacije (melioracije) srednje i jako degradiranih šuma definisan je na osnovu literaturnih podataka i uvidom u opšte osnove gazdovanja šumama za izdvojena područja.

Ključne reči: degradirane šume/ gradacija/ zoniranje/
ekoremedijacija

DEGRADED FOREST RESOURCES OF THE REPUBLIC OF SERBIA

Jelena Milovanović

Faculty of Applied Ecology Futura, Singidunum University

Abstract: *Biologically unsustainable forests in the Republic of Serbia cover about a half of total forest area, which is significant problem for forestry and environmental protection science and practice. Forest degradation degree can be defined following specific parameters of forest stand quality, such as stand preservation status, stand origin, stand canopy, erosion and similar. With the aim of forest degradation gradation scale definition from environmental point of view, and spatial zoning of the Republic of Serbia according to degraded forests share, variability of two National Forest Inventory parameters has been studied: stand preservation status (O) and erosion (E). Combination of different values of these two parameters was a basic point for definition of forest degradation gradation scale in Serbia. According to middle and strong degraded forests share, two zones are identified: Zone 1 – middle share of degraded forests (Southwestern and Southeastern Serbia) and Zone 2 – strong share of degraded forests (Southern Serbia). Ecoremediation plan for middle and strong degraded forests is developed according to literature data and forest management plan data for identified forest areas.*

Key words: *degraded forests/ gradation/ zoning/ ecoremediation*

UVOD

Shvatanje pojma degradacije i degradiranih šuma se menjalo kroz istorijski period razvoja šumarstva. Nekada su niske – izdanačke šume bile tretirane ravnopravno sa visokim – generativnim i propisivane su posebne mere gazdovanja ovim šumama. Takođe, postojale su posebne površine pod lisničkim šumama, za čije je postojanje, takođe, nalaženo ekonomsko i stručno opravdanje [1]. Šume narušene biološke stabilnosti u Republici Srbiji zahvataju,

prema literaturnim podacima, orijentaciono polovinu ukupne površine šumskog fonda, što ukazuje na problem šumarstva i zaštite životne sredine kod nas.

Degradirana šuma (lat. *degradatio* – svođenje, vraćanje na niži stepen razvoja, pogoršavanje stanja i vrednosti, unazađivanje) je šuma u kojoj je pod uticajem abiotičkih, biotičkih ili antropogenih faktora poremećena biogeocenološka ravnoteža, pogoršano stanje i vrednost i ugrožen opstanak šume zbog istovremeno degradiranog staništa (zemljišta).

Degradirana šuma je takav ekosistem u kome nema dovoljnog broja kvalitetnih stabala, edifikatora odgovarajućih ekološkim uslovima date faze razvoja ili u kome je narušen bilo koji njegov bitni deo [2].

Pod degradiranim (malovrednim) sastojinama podrazumevaju se one koje zbog raznih uzroka, u određenim ekonomskim i stanišnim uslovima, sada nemaju ili neće u doba zrelosti imati zadovoljavajući iznos zapremine i kvalitet drvne mase i odgovarajući sastav vrsta [3].

Devastirana šuma (lat. *devastatio* – pustošenje, uništavanje, razaranje) je više ili manje opustošena sastojina neplanskim ili nekontrolisanim sečama, kresanjem lisnika, uticajem abiotičkih faktora (vetrolom, snegolom, ledolom i izvale), požarima, kalamitetima insekata i slično, ali nije došlo do značajnije degradacije staništa, pa se određenim šumsko-uzgojnim zahvatima mogu regenerisati u produktivniju šumu.

Stepen degradiranosti šuma može se oceniti praćenjem određenih parametara stanja sastojina, kao što su očuvanost, prirodnost, sklop, erozioni oblik i slično.

1. METODOLOGIJA PRIKUPLJANJA PODATAKA

Prikupljeni podaci u okviru Nacionalne inventure šuma u Republici Srbiji - NIŠ [4] se odnose na *klaster* - referentne tačke. Pod pojmom klaster podrazumeva se skup primernih (probnih) površina na kojima su vršena sva snimanja u cilju utvrđivanja stanja šumskog fonda i sagledavanja tendencije njegovog razvoja.

Projektovanje mreže klastera na karti, obavljeno je primenom kvadratne mreže 4h4 kilometra, pri čemu je rastojanje

između centara klastera 4 kilometra. Po primenjenoj metodologiji, svaki klaster se sastoji iz četiri primerna kruga. Centar klastera i prvog primernog kruga nalazi se na presecima mreže klastera, dok su ostala tri primerna kruga raspoređena na vrhovima kvadrata čija stranica iznosi 200 metara. Na taj način, centri klastera i primarnih krugova okarakterisani su odgovarajućim koordinatama, što je omogućilo njihovo lociranje na terenu pomoću GPS uređaja.

Za svaku od referentnih tačaka (klastera) organizovana je *baza podataka* koja sadrži: koordinate, opštu indicaciju klastera i primarnih krugova (pripadnost određenom okrugu, opštini, gazdinskoj jedinici, odeljenju i odseku); opis staništa (vrsta zemljišta, nadmorska visina, nagib terena, aspekt, vlasništvo, ugroženost zemljišta, mrtvi pokrivač i proces humifikacije) i opis sastojine (vrste drveća, starost, sastojinska pripadnost, poreklo i oblik sastojine, razvojna faza sastojine, mešovitost, sklop, očuvanost, osnovne karakteristike podmladka, prirodnost i mogućnost tretiranja staništa).

Za potrebe definisanja gradacije degradiranosti šuma sa aspekta zaštite životne sredine i zoniranja prostora Republike Srbije prema stepenu učešća degradiranih šuma, posmatrana je varijabilnost dva parametra obuhvaćena Nacionalnom inventurom šuma (baza podataka dostupna u Upravi za šume Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije), koji su i polazna osnova same definicije degradirane šume: ***očuvanost (O)*** i ***erozioni oblik (E)***.

Očuvanost sastojine određuje sa na osnovu stepena obraslosti (sklopa), odnosa glavne i pratećih vrsta drveća, zdravstvenog stanja, ugroženosti i kvaliteta. Na osnovu ovih elemenata, Kodni priručnik Nacionalne inventure šuma razlikuje:

- **kod 1** - očuvana sastojina, koju karakteriše gust do potpun sklop (1,0-0,6), dobro

zdravstveno stanje i kvalitet stabala, povoljan odnosa glavne i pratećih vrsta drveća, te kao takva može dočekati planiranu zrelost za seču,

- **kod 2** - razređena sastojina, koju karakteriše nepotpun sklop (0,4-0,6), dobro

zdravstveno stanja i kvalitet, nepovoljniji odnosa glavne i pratećih vrsta drveća, ali i kao takva može dočekati planiranu zrelost za seču,

uz nešto izmenjen režim gazdovanja u odnosu na prethodnu kategoriju,

- **kod 3** - devastirana sastojina koju karakteriše ili prekinut sklop (ispod 0,4) ili loše zdravstveno stanje i kvalitet stabala ili potpuno nepovoljan (izmenjen u korist pratećih) odnos vrsta drveća, tako da ne može dočekati planiranu zrelost za seču (uklanja se pre dostizanja zrelosti za seču).

Erozioni oblik određuje se na osnovu Katastra erozije, karte erozije ili neposrednim uvidom na terenu. Kodni priručnik Nacionalne inventure šuma razlikuje:

- **kod 1** - ne postoji ugroženost od erozije, u slučaju kada je teren prirodno stabilan i bez vidljivih tragova erozije ili kada je uspešno izvršena veštačka

stabilizacija površine (pošumljavanjem, saniranjem jaruga, uređenjem sliva, itd.) kojom

je zaustavljen dalji razvoj erozionih procesa i vodi ka obnovi zemljišta,

- **kod 2** - vodna erozija, u slučaju kada na površini inventurne jednice postoji

spiranje zemljišta i njegovo taloženje u podnožju nagiba, kada se javljaju brazde, kanali i jaruge različite dubine, klizišta, kao i drugi oblici degradacije zemljišta pod uticajem vode,

- **kod 3** - eolska erozija, u slučaju kada su na površini inventurne jedinice vidljivi znaci gubitka površinskog sloja zemljišta (boginjavost) i hranljivih

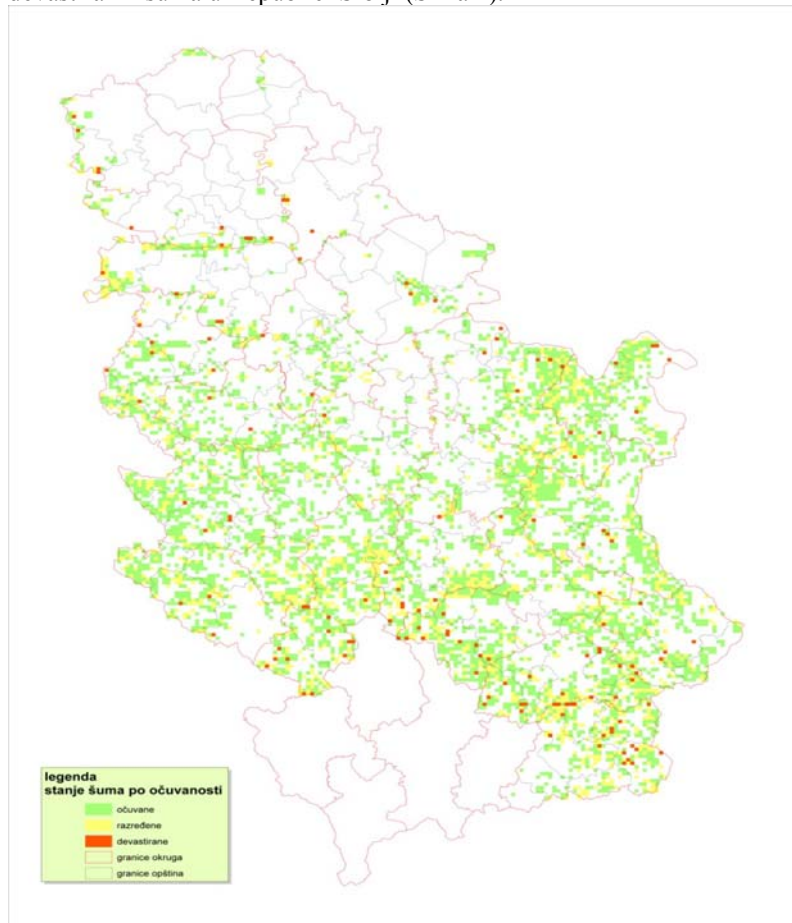
materija (pegavost), deformacije terena (peščane dine, deflacione depresije - jame), navejavanja terena eolskim nanosom (deflatom) ili neki drugi znaci degradacije zemljišta pod uticajem vetra.

Kombinovanjem različitih vrednosti ova dva parametra izvršeno je definisanje različitih *stepena degradiranosti šuma* i prostorno izdvajanje *zona učešća degradiranih šuma* na području Republike Srbije

2. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

2.1. Prostorni raspored šuma po očuvanosti u Republici Srbiji

Na osnovu koda parametra očuvanosti šuma, izvršena je vizuelizacija prostornog rasporeda očuvanih, razređenih i devastiranih šuma u Republici Srbiji (Slika 1).



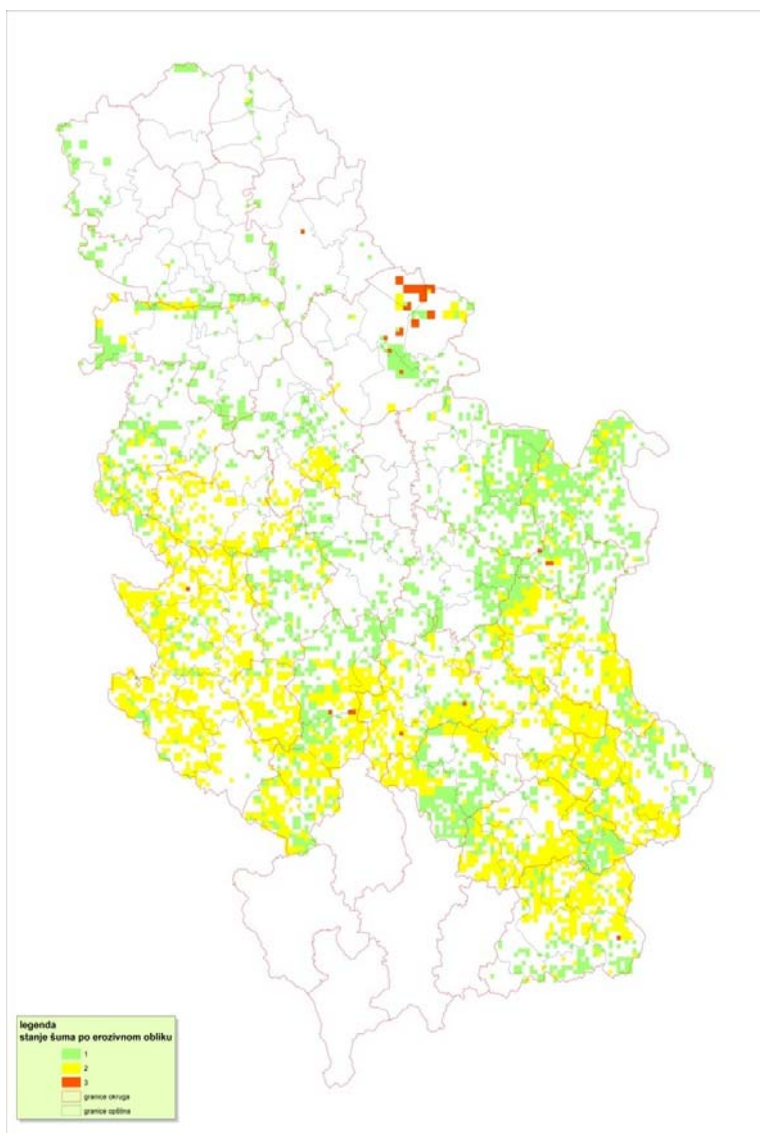
Slika 1: *Prostorni raspored očuvanih, razređenih i devastiranih šuma u Republici Srbiji*

Karta stanja šuma po očuvanosti pokazuje da se najveći broj klastera koji se karakterišu kodom 2 (razređene šume) i kodom 3 (devastirane šume) nalazi na području južne, jugoistočne i jugozapadne Srbije. Klasteri devastiranih šuma zabeleženi su i u drugim delovima Republike Srbije, ali je njihova pojava pojedinačna, dok je koncentracija ovih klastera na pomenutim područjima daleko veća.

2.2 Stanje šuma po erozionom obliku prema NIŠ

U cilju potpunijeg sagledavanja stepena degradiranosti šuma Republike Srbije u okviru ovog istraživanja, pored parametra očuvanosti posmatran je i parametar erozioni oblik, prisutan u bazi podataka NIŠ. Vizuelizacija prostornog rasporeda klastera sa različitim kodovima parametra erozioni oblik izvršena je kao dopuna prethodnog sagledavanja prostornog rasporeda šuma po očuvanosti (Slika 2).

Karta rasprostranjenosti erozionih oblika u šumama Republike Srbije pokazuje da su klasteri sa kodom 2 (vodna erozija) najzastupljeniji na području južne, jugoistočne i jugozapadne Srbije, što je u skladu sa prostornim rasporedom razređenih i devastiranih šuma prema parametru očuvanosti. Takođe, za ove delove Srbije je karakteristična i pojedinačna pojava klastera sa kodom 3 (eolska erozija).



Slika 2: Prostorni raspored različitih stepena erozije u šumama Republike Srbije

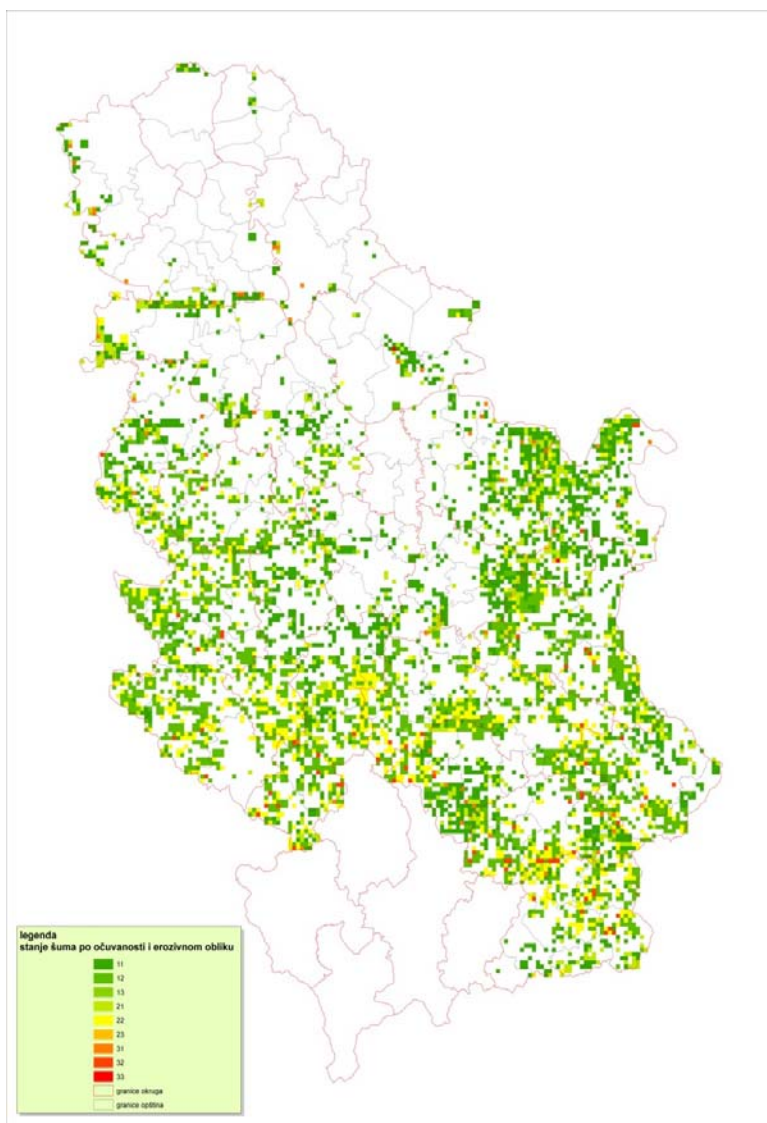
2.3. Stepeni degradiranosti šuma Republike Srbije

U cilju potpunog sagledavanja stepena i prostornog rasporeda degradiranih šuma u Republici Srbiji, izvršeno je ukrštanje dva posmatrana parametra (očuvanosti i erozionog oblika) i izrađena karta rasprostranjenosti šuma različitog stepena degradiranosti (Slika 3).

Na taj način dobijeno je nekoliko kombinacija kodova očuvanosti i erozionog oblika, koje definišu **tri stepena degradiranosti šuma** u Republici Srbiji:

- blago degradirane šume (O1E2; O1E3)
- srednje degradirane šume (O2E1; O2E2; O2E3)
- jako degradirane šume (O3E1; O3E2; O3E3).

Najveći intenzitet pojave srednje degradiranih i jako degradiranih šuma zabeležen je, takođe, na području južne, jugoistočne i jugozapadne Srbije.



Slika 3: Prostorni raspored šuma po očuvanosti i erozionom obliku u Republici Srbiji

2.4. Zone degradiranosti šuma Republike Srbije

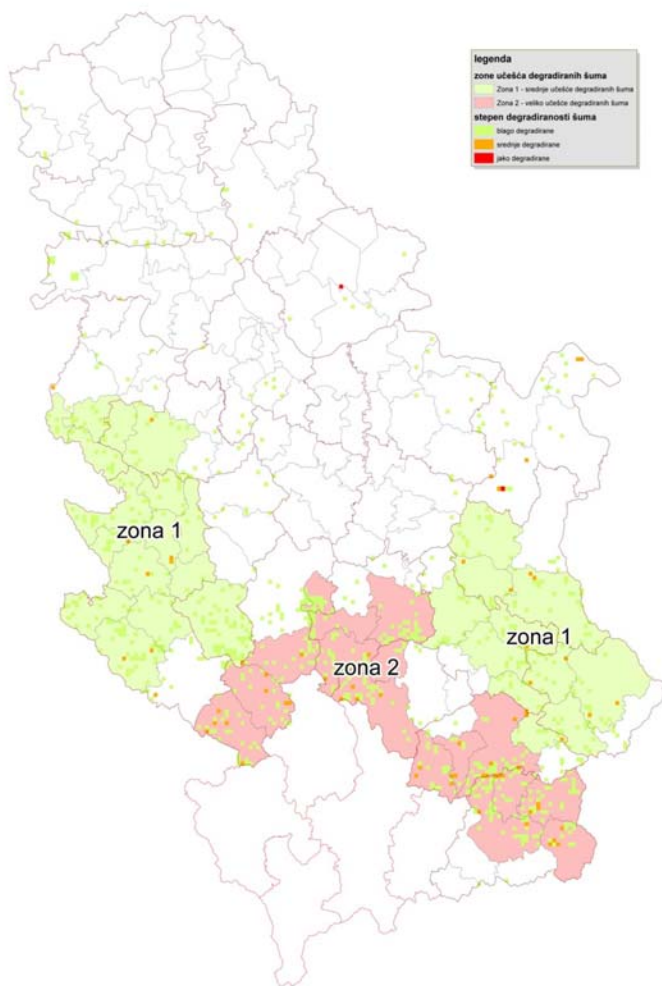
Na osnovu intenziteta učešća srednje degradiranih i jako degradiranih šuma, izvršeno je zoniranje Republike Srbije (Slika 4):

Zona 1 – srednje učešće degradiranih šuma i Zona 2 – veliko učešće degradiranih šuma.

Zona 1, najvećim delom, obuhvata područje jugoistočne i jugozapadne Srbije, odnosno političke opštine: Pirot, Bela Palanka, Babušnica, Prijepolje, Priboj, Čajetina, Kosjerić, Bajina Bašta, Požega, Ivanjica, Krupanj, Osečina, Valjevo, Arilje, Nova Varoš, Boljevac, Sokobanja, Knjaževac, Svrljig, Aleksinac, Niš, Gadžin Han, Vlasotince, Ljubovija i Mali Zvornik.

Zona 2, najvećim delom, obuhvata područje južne Srbije, odnosno političke opštine: Bosilegrad, Tutin, Raška, Vrnjačka Banja, Aleksandrovac, Kruševac, Brus, Blace, Kuršumlja, Medveđa, Surdulica, Vranje, Lebane, Leskovac, Vladičin Han i Novi Pazar.

karta zona degradiranosti šuma Republike Srbije



Slika 4: Zone degradiranosti šuma Republike Srbije

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Šume narušene biološke stabilnosti u Republici Srbiji zahvataju, prema literaturnim podacima, orijentaciono polovinu ukupne površine šumskog fonda, što ukazuje na problem šumarstva i zaštite životne sredine kod nas. Zoniranjem Republike Srbije na osnovu varijabilnosti parametara Nacionalne inventure šuma, koji definišu pojam degradirane šume, identifikovana su područja kojima je neophodno posvetiti više pažnje u cilju ekoremedijacije i unapređenja stanja šumskog fonda. Terenskim istraživanjima, u saradnji sa šumarskim stručnjacima, na definisanim područjima neophodno je utvrditi koji konkretni tipovi degradiranih šuma su zastupljeni i, na osnovu trenutnog stanja, propisati mere melioracije. Većina neophodnih mera je već definisana u okviru osnova za gazdovanje za šumska područja, ali je stepen i vid degradiranosti šumskih ekosistema neophodno posmatrati kao integralni deo ekosistema na području Republike Srbije. Imajući u vidu da su šume glavni nosioci vitalnosti ekosistema i da od njihove očuvanosti zavisi i stanje ostalih neprocenjivih resursa (biodiverzitet, voda, zemljište, vazduh), sagledavanje i utvrđivanje osetljivih područja koja zahtevaju posebnu pažnju je od presudnog značaja.

Kompleksno sagledavanje oblika i stepena degradacije svih prirodnih resursa na području Republike Srbije omogućiće definisanje „crnih“ i „belih“ zona naše zemlje, odnosno izradu ekološkog atlasa, čija je osnovna funkcija usmeravanje budućih delovanja i akcija ljudske zajednice sa ciljem očuvanja i unapređenja životne sredine.

REFERENCE

- [1] M. Krstić, *"Gajenje šuma – Konverzija, melioracija i veštačko obnavljanje"*, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije, Beograd, 2006.
- [2] S. Jovanović, LJ. Stojanović, N. Jović, *"Neka razmatranja i termini u vezi sa prevođenjem niskih i degradiranih šuma u viši uzgojni oblik"*, Šumarstvo, br. 2, 1995.
- [3] P.P. Izjumskij, *"Metodi obnavljanja degradiranih šuma"*, Lesna promislenost, Moskva, 1965.
- [4] MPŠV (Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede RS – Uprava za šume), *„Nacionalna inventura šuma Republike Srbije – Šumski fond Republike Srbije“*, Planeta print d.o.o., Beograd, 2009, 244 str.

DEGRADACIJA ŽIVOTNE SREDINE I ZDRAVLJE LJUDI

Snežana Matić-Besarabić, Slobodan Tošović, Slaviša
Mladenović

Gradski zavod za javno zdravlje Beograd

Izvod: ***Cilj:** Cilj prezentacije je da prikaže metodologiju uspostavljanja informacionog sistema životna sredina i zdravlje i da na pojedinim primerima naglasi značaj i korisnost ovog sistema u prevenciji i proceni rizika za zdravlje. **Metod:** Monitoring životne sredine obezbeđuje podatke o stanju životne sredine, odnosno informiše nas o prisutnosti faktora rizika za zdravlje kojima je stanovništvo izloženo. Metodologija koju predlaže i koju u nekim zemljama EU testirala SZO i EU, integriše elemente iz monitoringa životne sredine i statistike odabranih zdravstvenih indikatora. Specifičnost ovog projekta je što definiše zdravstvene indikatore relevantne za interpretaciju odnosa (veze) između zdravlja i životne sredine. Indikatori zdravstvnog stanja su neophodni da bi se olakšao proces donošenja politike i odluka na osnovu informacija dobijenih iz ovog sistema, a takođe da bi se poboljšala komunikacija sa javnošću. **Rezultati:** Model odnosno koncept koji povezuje zdravlje i životnu sredinu testiran je u Studijama slučaja gde ilustruje efekte odabranih intervencija na smanjenje morbiditeta i mortaliteta u Irskoj. Sličan princip metodologije primenjen je i u ekološkom vrednovanju grada Beograda. Analiza indikatora izloženosti zagađenom vazduhu predstavlja dobro polazište kako smanjenje zagađenosti vazduha, ili uklanjanje nekog drugog faktora rizika doprinosi poboljšanju zdravlja. **Zaključak:** Indikatori su snažan instrument u komunikaciji za upravljanje politikom u oblasti zaštite životne sredine, saradnju sa stručnjacima i javnošću. Veoma je važno svim učesnicima u obezbeđenju uspostavljanja „Sistema indikatora životne sredine i zdravlja“ približiti koliki je praktični (upotrebn).*

Cljučne reči: Stanje životne sredine /Faktori rizika za zdravlje
/Indikatori

ENVIRONMENTAL DEGRADATION AND HUMAN HEALTH

Snežana Matić-Besarabić, Slobodan Tošović, Slaviša
Mladenović
Institute of Public Health, Belgrade

Abstract: ***Aim:** The paper presents methodology for founding of an information system related to environment and health. On individual examples, we wish to stress the importance and utilization of such a system in prevention and risk assessment for health. **Method:** Environmental monitoring provides data on the state of the environment. It informs the professionals about the presence of health risk factors in a population. the methodology it proposes has been tested in several European countries by WHO. It also integrates elements from the area of environmental monitoring and chosen health indicators. this project is specific for its definition of health indicators relevant for interpretation of the relationships (connections) between health and the environment. We need health indicators to provide political decision- making based on the information obtained from this system and to improve the communications with the public. **Results:** The model, i.e. concept, which combines health and environmental issues in one, has been tested in Ireland, in several case studies. it has shown that the chosen interventions have resulted in decrease of morbidity and mortality. Similar methodological principle has been applied in ecologic validation of Belgrade. Analysis of indicators of exposure to polluted air is a good starting point for both decrease of air pollution and removal of another risk factor and it certainly contributes to the improvement of population health. **Conclusion:** Indicators are a powerful instrument in communication for policy management in environmental protection. They enhance professional communications and relations with the public. it is very important to educate all participants in the „System of environmental and health indicators“ about the practical aspects and option it offers. Founding the system of indicators, according to WHO recommendations and methodology, is a necessary step towards*

promotion of public health in our country. It represents a segment in an overall process of our approximation to the EU.

Key words: *Stanje životne sredine /Faktori rizika za zdravlje /Indikatori*

UVOD

Potreba da se razviju instrumenti koji bi doprineli podršci u politici odlučivanja u oblasti životne sredine i javnog zdravlja uslovlila je donošenje odluke da se uspostavi sveobuhvatni informacioni sistem u oblasti životne sredine i zdravlja. Informacioni sistem „Životna Sredina i zdravlje“ povezuje (integriše) elemente kao što su podaci iz monitoringa životne sredine, odnosno indikatora stanja životne sredine i statistike indikatora i zdravstvenih indikatora. Indikatori stanja životne sredine postoje i uspostavljeni su pre duže vremena ali specifični indikatori, ukoliko želimo da interpretiramo vezu između zdravlja i životne sredine veoma su potrebni. Oni su neophodni da bi se obezbedio proces donošenja odluka na osnovu dobijenih informacija i da bi se poboljšala komunikacija sa javnošću.

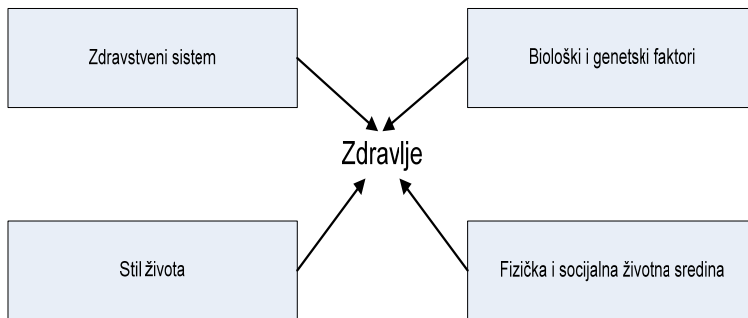
Ciljevi ovog projekta SZO su da razvije metodologiju koja će onima koji donose odluke dati dovoljno informacija o izloženosti populacije faktorima rizika u životnoj sredini, efektima na zdravlje i aktivnostima koje treba preduzeti da se ovi efekti smanje i dovedu na nivo prihvatljiv i uporediv.

1. KONCEPTI I MODELI KOJI POVEZUJU ZDRAVLJE I ŽIVOTNU SREDINU

Jedan od prvih modela zdravlja koji je razmatran bio je kanadski model Marc Lalonde (Lalonde, 1974) [1]. Iako je ovaj model odnosa zdravlja i drugih determinanti važnih za zdravlje postavljen pre više od 30 godina, navodimo ga jer je on kasnije transformisan i elaboriran. On je korišćen za postavljanje i tzv. danskog modela zdravlja [1].

U Lalondovom modelu postavljena je ravnoteža između bioloških/genetskih faktora kontra životnoj sredini. U ovom modelu stil života takođe može biti izvor određene izloženosti, ali može

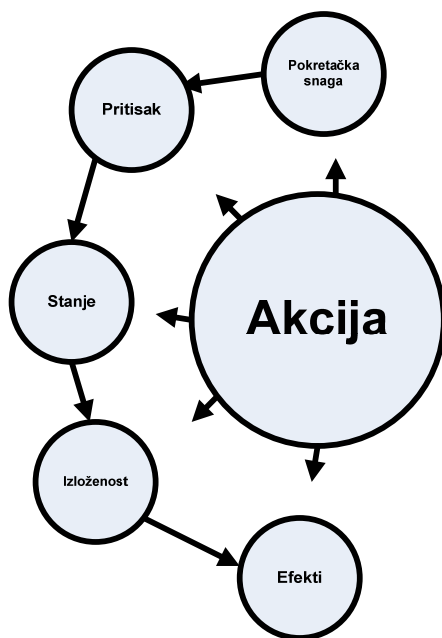
takođe biti i izraz (način) ponašanja borbe tj. izbegavanje uticaja. Posledica ovog razmatranja je da četiri grupe determinanti zdravlja nisu striktno od istog značaja tj. nisu na istom nivou.



Šema 1. Osnovni model zdravlja, po Lalundu (1974)

U okviru različitih projekata postavljani su različiti koncepti modela zdravlja, svaki od ovih modela trudio se da zadovolji tj. da se uklopi u okvir Evropskih zdravstvenih indikatora. Ono u čemu su uspjeli je da su uzeli u obzir i predstavili sve indikatore za koje su smatrali da su važni.

Model za koji se multidisciplinarni tim SZO odlučio da koristi u uspostavljanju informacionog sistema „Životna sredina i zdravlje“ bio je model koji prema oceni radne grupe i nadzornog odbora najbolje povezuje životnu sredinu i zdravlje i ilustruje međuzavisnost. To je model (DPSEEA) Šema 2. U originalnom nazivu skraćenica vodi poreklo od sledećih pojmova: **D**-Driving force (pokretačka snaga), **P**-Pressures (pritisak), **S**-State (stanje), **E**-Exposure (izloženost), **E**-Effects (efekti), **A**-Action (akcija). Obzirom da se svaki od ovih pojmova koristi u formiranju indikatora stanja životne sredine i zdravstvenih indikatora, biće objašnjeno značenje svakog od njih pojedinačno.



Šema 2. Model koji povezuje zdravlje i životnu sredinu

Pokretačka snaga (**D**) je komponenta koja se odnosi na faktore koji motivišu i pokreću procese u životnoj sredini. Oni rezultiraju u generisanju pritiska (**P**) na životnu sredinu. U odgovorima na pritiske, stanje životne sredine (**S**) je često izmenjeno. Pogoršanje stanja životne sredine, međutim, može imati uticaj na humanu populaciju samo kada postoji veza između ljudi i promena u životnoj sredini.

Izloženost (**Ex**) je prema tome retko automatska posledica postojanja opasnosti, ona zahteva da su ljudi prisutni na mestu i u vreme kada opasnost postoji. Izloženost opasnostima prisutnim u životnoj sredini, zauzvrat dovodi do širokog spektra negativnih zdravstvenih efekata (**E**), koji mogu biti akutni ili hronični. Koncept izloženosti je najbolje razvijen u odnosu na zagađenja prisutna u različitim medijima životne sredine. Količina apsorbovanog zagađenja tj. “doza” zavisi od dužine i intenziteta izloženosti. U suočavanju sa problemima u životnoj sredini i posledičnim efektima

na zdravlje, društvena zajednica pokušava da usvoji i primeni različite akcije (A). One mogu biti u različitim formama i mogu biti usmerene na različite segmente (ciljne tačke) trajanja odnosa životna sredina-zdravlje. Aktivnosti mogu biti preduzete da se smanji ili kontrolira opasnost koja je identifikovana, kao što je npr. ograničenje emisije zagađujućih materija ili mere koje su usmerene na zaštitu od poplava. Najefikasnije su dugoročne akcije koje su u svom prilazu preventivne, sa ciljem eliminacije ili smanjenja uticaja koji dovode do promena [2].

2. ZDRAVSTVENI INDIKATORI ŽIVOTNE SREDINE

Zdravstvene indikatore životne sredine uspostavila je SZO kancelarija za Evropu u Kopenhagenu. Metodologija za uspostavljanje zdravstvenih indikatora životne sredine razvijena je uz pomoć multidisciplinarnih timova koji su sastavljeni od eksperata iz različitih oblasti.

Nekoliko kriterijuma i alternativnih izbora je uzeto u obzir u definisanju operativnih indikatora. Opšte prihvaćen pristup **uzrok-efekat** kroz postavljen okvir modela DPSEEA bio je korišćen kod definisanja zdravstvenih indikatora u odnosu na faktore rizika za zdravlje prisutnih u životnoj sredini. Definisani set (skup) indikatora pokrio je uglavnom **stanje životne sredine, izloženost populacije, zdravstvene posledice**, a u mnogo manjoj meri pritisak i pokretačke snage.

Indikatori su bazirani koliko god je to bilo moguće na rutinski prikupljenim podacima iz monitoring sistema u nameri da se izbegnu nepotrebna dupliranja. Operativne forme prikazivanja zdravstvenih indikatora prihvaćene iz preporuka SZO (WHO/SDE/OEH99.10) omogućavaju još precizniju identifikaciju indikatora na međunarodnom planu, njihovo korišćenje i poređenje podataka koji postoje.

Na konsultacijama održanim u Bilthovenu od 22. do 24. maja 2000. prisutni učesnici su odabrali set od 51 glavnog („core“) indikatora koji će biti korišćeni u međunarodnim procenama u analizi uticaja faktora rizika životne sredine na zdravlje, preduzetih akcija na nacionalnom i subnacionalnom nivou [2].

3. ASPEKTI KORIŠĆENJA INDIKATORA

Definicija i obim indikatora još uvek izazivju određenu konfuziju, pa se oni moraju da razdvoje od parametara i indeksa. Parametri su «niži nivo» od formulacije indikatora, jer oni obezbeđuju podatke na osnovu kojih se gradi indikator. Indeksi su nastali kao rezultat zbirke matematički iskombinovanih indikatora. Sa ove tačke gledišta, indeksi su «viši nivo» od indikatora. Bez obzira na to, i sam indeks može da se koristi kao indikator, tako što će se pojednostaviti složena informacija koja se nalazi u svim njegovim sastavnim delovima.

Uopšteno rečeno, indikator se izvlači iz podataka, odnosno vrednosti koje se mogu meriti ili posmatrati i može se definisati kao vrednost koja daje informacije o nekoj pojavi. On je, stoga, mera sopstvenog stanja i evolucije, koja služi da se sumiraju karakteristike sistema ili da se bolje spoznaju dešavanja u okviru jednog sistema.

Indikator je... «statistika ili parametar koji, kada se prate u vremenu, daju informacije o trendovima u stanju jedne pojave. Njihov značaj prevazilazi značaj povezan sa svojstvima same statistike...» [3].

Što je više podataka prikupljano i što se više povećava dostupnost, sve je postajalo jasnije da indikatori mogu da budu efikasno sredstvo boljeg razumevanja i monitoringa složenih sistema. **Najveći značaj indikatora ne leži, u suštini, u eksplicitnoj vrednosti samoj po sebi, već u implicitnim informacijama koje on sadrži.**

Tabela 1. Pregled ulaznih podataka za informacijski sustav «Životna sredina i zdravlje»

Oblast	Pokretačka snaga	Pritisak	Stanje	Izloženost	Efekat	Akcija
Kvalitet vazduha	Prosečni godišnji broj kilometara pređen od strane prevoznih sredstava Prosečna godišnja potrošnja goriva prema vrsti drumskog saobraćaja	Prosečna potrošnja olova u saobraćaju Godišnja emisija SO ₂ , PM ₁₀ , sekundarnih PM ₁₀ , NO _x , VOC podaci od strane ekonomskog sektora	Monitoring vazduha spoljne sredine	Prosečna godišnja koncentracija NO ₂ , SČ10 (čad ili USČ) i SO ₂ 8 časovni prosek O ₃ (izložena populacija u odnosu na referentnu vrednost)	Respiratorne bolesti kod dece > jedan mesec i < jedne godine života ICD – 10 kod J00-J99 Stopa mortaliteta usled respiratorne bolesti svi uzrasti	Učešće u međunarodnim sporazumima i Inicijativama o zaštiti životne sredine
Vazduh zatvoreno g prostora			Monitoring vazduha zatvorenog prostora		ICD – 10 kod J00-J99 Stopa mortaliteta usled cirkulatornih bolesti, svi uzrasti	Sposobnost za primenu politike u oblasti izloženosti dimu od cigareta

4. OBEZBEĐENJE PROTOKA PODATAKA

Indikatori obezbeđuju informacije, uglavnom kvantitativno, o pojavi i formiraju se na osnovu parametara. Parametri su veličine koje se dobijaju merenjem ili osmatranjem iz sistema uspostavljenog monitoringa po resursima životne sredine (npr. koncentracije zagađujućih materija u vazduhu, nivoi komunalne buke, kvalitet vode za piće, meteorološki parametri, podaci o emisiji, temperaturi i sl.). Tako npr. indikatori su i veličine kao: broj dana sa koncentracijama određene zagađujuće materije u vazduhu preko GVI (jer granična vrednost imisije u sebi implicitno sadrži i efekat na zdravlje); trend promena ugljendioksida u toku vremena, jer on implicitno ukazuje na štetne emisije iz transporta i energetike, itd.

Indeksi simplifikuju kompleksne informacije dobijene iz parametara i indikatora i iskazuju se kvalitativno. Npr. indeks kvaliteta vazduha iskazuje se kao **zdrav, nezdrav, veoma nezdrav**, izračunat na osnovu merenja koncentracija zagađujućih materija (parametara dobijenih iz monitoringa) i pojave posledičnih efekata (indikatora). Indeks UV radijacije se iskazuje kao nizak, srednji, visok.. – izračunat na osnovu merenja intenziteta UV (parametar) i pojave eritema na koži (indikator).

5. PROGRAM PRAĆENJA ZDRAVSTVENIH INDIKATORA ŽIVOTNE SREDINE

Odluka o izboru zdravstvenih indikatora koji se mogu povezati sa faktorima rizika prisutnih u životnoj sredini treba da bude u skladu sa preporukama Svetske zdravstvene organizacije, tako da se omogući analiza i povezivanje životne sredine sa informacijama o zdravlju. Procena rizika na zdravlje zasnovana na indikatorima treba da omogući praćenje trendova izloženosti i nastalih efekata.

U narednoj tabeli prikazana je grupa podataka potrebna za sagledavanje izloženosti populacije zagađenom vazduhu spoljne sredine na osnovu indikatora. Ova tabela je preuzeta iz dokumenta SZO navedenog u literaturi (2) i služi kao ilustracija kako se formiraju zdravstveni indikatori za sve odabrane i definisane oblasti u kojima se identifikuju faktori rizika za zdravlje populacije, bez drugih značajnih koefekata.

Tabela 2. *Vazduh Eks* Izloženost vazduhu spoljne sredine (urbana)*

Oblast	Kvalitet vazduha
Definisanje indikatora	Indikator kvaliteta vazduha sadrži subindikator kvaliteta koji predstavljaju izmerene prosečne koncentracije koje prekoračuju propisane vrednosti imisije za urbano područje: NO ₂ godišnji prosek; SČ ₁₀ godišnji prosek; SO ₂ dnevni prosek; USČ dnevni prosek; Čađ dnevni prosek; prizemni ozon O ₃ 8-časovni prosek.
Koncept i obrazloženje definisanog indikatora	Indikator kvaliteta vazduha je odabran i zasniva se na pretpostavci da povećan nivo zagađenja vazduha preko normi predstavlja značajan izvor izloženosti i rizik za ljudsko zdravlje. Četiri izabarane zagađujuće materije (NO ₂ SČ ₁₀ SO ₂ O ₃) daju dobru sliku koncentracija zagađujućih materija prisutnih u vazduhu gradova povezanih sa efektima na zdravlje ljudi. Formula za svaki subindikator se zasniva na pretpostavci da povećanje incidence u formi registrovanih zdravstvenih promena u određenoj populaciji je linearno proporcionalna koncentraciji zagađujuće materije koja prekorači GVI (granična vrednost imisije) i veličini izložene populacije. Indikatori se odnose na kalendarsku godinu. Obratiti pažnju na sledeće pojmove: Srednja godišnja koncentracija: srednja koncentracija zagađujuće materije dobijena iz prosečnih satnih vrednosti tokom godine. Prosečna populacija: zasniva se na proceni pomoću odbranih tehnika ili modelovanjem koja je površina sa prekoračenim koncentracijama zahvaćena i koja populacija. Procenat ili tačan broj ljudi koji živi na tom posmatranom području dobija se iz realnih izvora. Ukoliko nema dovoljno podataka o prostornoj raspodeli prekoračenja, uzima se u obzir deo populaciji za koji se pouzdano zna da živi u zagađenom području.

	Urbano područje (grad) : Izgrađena površina. Nipošto međunarodni dogovor o najmanjoj zahtevanoj veličini. U međunarodnim studijama uzima se obično područje sa preko 100 000 stanovnika, međutim nekada se može koristiti reprezentativni uzorak urbanih područja sa 20 000 do 100 000 stanovnika.
<i>Specifikacija potrebnih podataka</i>	Potrebni su podaci : Srednje godišnje koncentracije za $\text{S}\check{\text{C}}_{10}$, (USČ, ili Čađ alternativno), NO_2 mereni tokom kalendarske godine. Srednje 24-časovne konc. SO_2, $\text{S}\check{\text{C}}_{10}$, (USČ, ili Čađ alternativno:) Broj dana sa 8-časovnim srednjim konc. Za O_3 koji prelaze GVI. Broj stanovnika u urbanom području za koji je prethodno napomenuta mera relevantna. Ukupna populacija u urbanom području/gradu/aglomeraciji.
<i>Izvori podataka, dostupnost i kvalitet</i>	Podaci o koncentracijama zagađujućih materija u vazduhu dobijaju se iz nacionalnog ili lokalnog monitoringa tj. Mreža monitoringa za praćenje zagađenosti vazduha. Broj stanovnika koji živi u određenom području/gradu/aglomeraciji se obično dobija iz nacionalnih institucija za statistiku.
<i>Proračun</i>	Za zagađujuću materiju y (GVI_y) i populacije P , indikator se izračunava kao što sledi: $I_y = \text{SUM} \{ (P_i / P) * (C_{yi} - \text{GVI}_y) \}$, gde je: C_{yi} -koncentracija zagađujuće materije y u subpopulaciji i P_i – broj stanovnika u subpopulaciji i $P = \text{SUM} (P_i)$ $C_{yi} - \text{Rvy}$ – prekoračenje koncentracije GVI zagađujuće materije y u subpopulaciji i , $P = \text{SUM} (P_i)$ – ukupna populacija u urbanom području/gradu/aglomeraciji Kada je $C_{yi} < \text{GVI}_y$, (što znači kada nema prekoračenja) vrednost nula se pripisuje $\{ (P_i / P) * (C_{yi} - \text{Rvy}) \}$

	Za podatke o dnevnoj zagađenosti, suma se izračunava za sve odvojene dane za podatke u kalendarskoj godini, i za sve subpopulacije. Za Ozon proračun sledi: $\text{Expo}_3 = \sum \{ (P_i / P) * \text{NDo}_3 \}$, gde je: NDo_3 – broj dana sa O_3 preko GVI u subpopulaciji i, $P = \sum (P_i)$ - ukupna populacija u urbanom području/gradu/aglomeraciji $R_v = \text{GVI}$ Eks= izloženost Merna jedinica=$\mu\text{g}/\text{m}^3$
--	---

*Eks- ekspozicija (izloženost)

6. PRIMENA INDIKATORA

Uspostavljanje informacionog „Sistema životna sredina i zdravlje“ na nivou evropske unije, nacionalnom i subnacionalnom nivou omogućiće odnosno obezbediće:

- monitoring životne sredine i zdravlja (zdravstvene situacije) i njihovih trendova u zemljama EU i evaluaciju efektivnosti relevantnih politika;
- upoređivanje između zemalja EU na bazi relevantnih ciljeva postavljenih u akcionim programima u Evropi;
- redovno izveštavanje o životnoj sredini i zdravlju da se podrže donosioci odluka i da se građanima i profesionalcima pruže i budu dostupne relevantne informacije.

Jedan od prvih dokumenata u kojem je korišćen sistem zdravstvenih indikatora životne sredine je „Environmental health indicators for Europe: A pilot indicator-based report“ (Zdravstveni indikatori životne sredine za Evropu: Pilot studija bazirana na indikatorima), koji je predstavljen na Četvrtoj Ministarskoj konferenciji o Životnoj sredini i Zdravlju, održanoj u Budimpešti, Mađarska, od 23-25 juna 2004.godine.

Ovaj dokument predstavlja primer korišćenja zdravstvenih faktora životne sredine (zdravstveni faktor životne sredine predstavlja dokazano značajno dejstvo na zdravlje ljudi), koji su važna komponenta ovog informacionog sistema.

Oni su zasnovani na podacima iz nekoliko zemalja članica i na znanju o uzročnom lancu između zdravlja i odabranih faktora životne

sredine i aktivnosti koje utiču na determinante u životnoj sredini vezane za zdravlje.

Koristeći standardizovan pristup da objasni složen problem uticaja faktora životne sredine na zdravlje i odgovor politike na to, ova analiza prikazuje korisnost indikatora za procenu i izveštavanje. Ova studija takođe prikazuje koja su ograničenja rutinski sakupljenih podataka.

Dobar primer primene indikatora koji ukazuju na vezu između zdravlja i životne sredine na našem području predstavlja publikacija „Ekološko vrednovanje Beograda“ (Lit. 9). Koristeći podatke iz posojećeg monitoringa i statističke podatke o registrovanim bolestima i stanju zdravlja bilo je moguće uspostaviti ekološko vrednovanje koristeći indikatore. Pored toga primenom indeksa zagađenja date su atributivne ocene pojedinih zona u gradu, što omogućava razumljivije informisanje javnosti i drugih učesnika u donošenju odluka zaštite životne sredine.

Studije slučaja ilustruju efekte odabranih intervencija na smanjenje morbiditeta i mortaliteta. Analiza indikatora izloženosti zagađenom vazduhu predstavlja dobro polazište kako smanjenje zagađenosti vazduha doprinosi poboljšanju zdravlja..

U tom smislu autori su odlučili da navedu iz gore navedene „Pilot studije“ primer koji je sprovela irska vlada da bi smanjila uticaj zagađenog vazduha na zdravlje.

1990. Irska vlada je zabranila prodaju uglja sa bitumenom u okviru grada Dablina. Ispitivanja su pokazala da je koncentracija čađi smanjena za 2/3 a koncentracija sumpordioksida za trećinu. Ukupna netraumatska stopa smrtnosti je smanjena za 5,7%, smrtnost od kardiovaskularne bolesti za 10,3%, smrtnost od respiratornih bolesti 15,5% i ostale smrti za 1,7%. Vreme posmatranja 72 meseca pre i posle zabrane.

Zaključeno je da je ova zabrana kao i smanjenje čađi čestica, doprinelo smanjenju za 243 smrti od kardiovaskularnih bolesti i 116 od respiratornih.

ZAKLJUČAK

Indikatori su snažan instrument u komunikaciji za upravljanje politikom u oblasti zaštite životne sredine, i uticaja na zdravlje. saradnju sa stručnjacima i javnošću.

Veoma je važno svim učesnicima u obezbeđenju i uspostavljanju “Sistema indikatora životne sredine i zdravlja” približiti koliki je praktični (upotrebn) značaj indikatora.

Posebni ciljevi koji se ostvaruju koristeći sistem indikatora za procenu rizika za zdravlje i izveštavanje su:

- praćenje zdravstvenog stanja pod uticajem faktora rizika iz životne sredine u okviru Nacionalnih i drugih programa u oblasti životne sredine,
- kontrola efikasnosti upravljanja zaštitom životne sredine,
- uspostavljanje polazne osnove za definisanje standarda i prioriteta,
- obezbeđenje koherentne slike o situaciji na nacionalnom/regionalnom/lokalnom nivou,
- podrška istraživanjima i
- poboljšanje dostupnosti informacija za javnost.
- razmenu informacija, podataka i znanja kao i dobre prakse i primere za dobrobit javnog zdravlja i životne sredine.

REFERENCE

[1] Annex 2 *To the ECHI-2 Report*, June 20, 2005. (European Community Health Indicators) Examples and Discussion of Conceptual Models of Health

[2] *Environmental Health Indicators: Development of a Methodology for the WHO European Region*, WHO Regional Office for Europe, 6 November 2000. European Health21 Targets10, 19

[3] „Urbano Plan“ preduzeće za projektovanje, izradu planova, konsalting i inženjering i građevinarstvo d.o.o.

[4] Dokumenta politike koji su izdvojeni kao „stubovi politike“ i aktivnosti SZO u oblasti zdravlja i životne sredine u Evropi: originalni nazivi dokumenata nalaze se na navedenoj adresi:

http://www.euro.who.int/envhealth/policy/2006523_1

STANJE ZAGAĐENOSTI VAZDUHA U REPUBLICI SRBIJI ZA PERIOD 2006-2008. GODINE

Nada Babović, Dragan M. Marković,
Dragan A. Marković
Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: *Republika Srbija još uvek nema sistematizovane i sveobuhvatne podatke o emisijama zagađivača u vazduhu. Među najznačajnije izvore zagađenja vazduha u Srbiji spadaju termoelektrane u Obrenovcu i Kostolcu, Rudarsko-topioničarski basen Bor kao i naftno-petrohemijski kompleks u Pančevu. I druge oblasti u Srbiji nisu izuzete od problema zagađenosti vazduha, iz jednostavnog razloga, što se sve emitovane zagađujuće supstance u vazduhu mogu prenositi na veća ili manja rastojanja u okruženju. Saobraćajna aktivnost takođe ima značajnu ulogu kada je u pitanju emitovanje zagađujućih materija u vazduh. Termoelektrane u Obrenovcu i Kostolcu kao i naftno-petrohemijski kompleks u Pančevu i Rudarsko-topioničarski basen Bor su dominantni izvori sumpordioksida. Termoelektrane, cementare, naftno-petrohemijski kompleks Pančeva, kao i saobraćajna aktivnost predstavljaju dominantne izvore azotovih oksida.*

U periodu od 2006-2008. godine prekoračenja graničnih vrednosti imisije (GVI) za SO_2 u trajanju od 155 dana izmerene su u Boru, dok je prekoračenje GVI za NO_2 izmerena u Čačku u trajanju od 52 dana. U Užicu je u toku 150 dana prekoračena GVI za čađ. Sva ova prekoračenja su izmerena u toku 2006. godine.

Ključne reči: SO_2 / NO_2 / čađ/ taložne materije/ PM_{10}

AIR POLLUTION IN REPUBLIC OF SERBIA FOR THE PERIOD 2006-2008 YEAR

Nada Babović, Dragan M. Marković,
Dragan A. Marković
Faculty of Applied Ecology Futura, Singidunum
University

Abstract: Republic of Serbia is still not systematized and comprehensive data on emissions of pollutants in the air. Among the most significant sources of air pollution in Serbia include the power plant in Obrenovac and Kostolac, Mining and Smelting Complex Bor as well as Oil- Petrochemical Complex in Pancevo. And other areas in Serbia are not exempt from air pollution problems from the simple reason that all polluting substances emitted in the air may be transferred to larger or smaller distances in the environment. Traffic activity also plays an important role when it comes to broadcasting of pollutants into the air. Thermal power plant in Obrenovac and Kostolac as well as Oil-Petrochemical Complex in Pancevo and Mining and Smelting Complex Bor are the dominant sources of sulfur dioxide. Power plants, cement plants, Oil-Petrochemical Complex in Pancevo, and transport activity are the dominant sources of nitrogen oxides.

In the period 2006-2008. exceeding the emission limit values (GVI) for SO₂ in the period of 155 days as measured at Bor, and the excess of GVI for NO₂ measured in Čačak, a period of 52 days. In Užice in the course of 150 days exceeded GVI for black smoke. All this excess is measured in 2006. year.

Key words: SO₂/ NO₂/ black smoke/ total sedimented particles/ PM₁₀

UVOD

Prema Direktivi evropske komisije 96/62/EC o proceni kvaliteta ambijentalnog vazduha [1], ozon (O_3), azot dioksid (NO_2), sumpor dioksida (SO_2), ugljen monoksid (CO) i suspendovane čestice prečnika $<10\ \mu m$ (PM_{10}) su relevantni pokazatelji kvaliteta vazduha (ciljane vrste za procenjivanja stanja kvaliteta vazduha), zbog negativnih posledica po ljudsko zdravlje i vegetaciju [2].

Čestice u vazduhu (taložne materije - veće od $10\ \mu m$; aerosoli - manje od $10\ \mu m$) nastaju uz pomoć dva mehanizma: emitovanjem direktno u atmosferu i/ili nastajanjem u atmosferi fizičkim ili hemijskim transformacijama zagađujućih supstanci. Glavni izvori čestica u vazduhu su: sagorevanje fosilnih goriva, industrijski procesi, transport, deflacija tla, fotohemijske reakcije zatim prašina podignuta vetrom, morski sprej, vulkani, biljna emisija. Suspendovane čestice (PM_{10}) u urbanim sredinama uglavnom sadrže metale, organska jedinjenja, supstance biološkog porekla [3] i elementarni ugljenik. Mnoga organska jedinjenja mogu da dovedu do mutacija i biti kancerogena [4].

Prisustvo SO_2 u vazduhu je posledica sagorevanja fosilnih goriva i industrijskih procesa (industrija hartije i celuloze, topljenje sulfidnih ruda, u procesu prerade nafte u rafinerijama, u hemijskoj industriji itd.). Koncentracije primarnih zagađivača (CO , SO_2) su obično veće u zimskom nego u letnjem period, dok su koncentracije sekundarnih zagađivača (NO_2 i O_3) veće leti nego zimi [5].

Emisija azotovih oksida ($NO_x = NO + NO_2$), isparljivih organskih jedinjenja (VOCs) i sumpornih jedinjenja (uključujući SO_2 i redukovana sumporna jedinjenja) dovodi do složenih serija hemijskih i fizičkih transformacija, kao što su formiranje O_3 u urbanim i regionalnim oblastima [6,7]. NO_2 u atmosferi nastaje uz pomoć dva mehanizma: direktno iz izvora emisije (primarni zagađivač) ili u hemijskim reakcijama primarnih zagađivača u atmosferi [8]. Azot monoksid (NO), sa druge strane, se konvertuje u NO_2 pri reakcijama sa peroksil radikalima ($ROO\cdot$) ili ozonom (O_3). Peroksil radikali uglavnom nastaju u reakcijama sa hidrokstil radikalima (OH) i reaktivnih ugljovodonika i CO , i fotolizom aldehida. Obe ove reakcije mogu biti prirodnog i antropogenog porekla. Azot dioksid se zatim fotolizuje u atmosferi, i oslobođeni atomski kiseonik gradi sa molekulom kiseonika ozon [9].

Čađ čine veoma fine, male čestice, veličine oko 5 mikrona, koje se u obliku aerosola nalaze u vazduhu. S obzirom da se najfinije čestice ponašaju kao gas, one lako prodiru do alveola. Veličina čestica, brzina i dubina disanja, kao i refleks kašljanja i kihanja, faktori su koji podstiču dejstvo čađi na organe za disanje. Čestice koje se zadrže u gornjim disajnim putevima eliminišu se kašljanjem i kihanjem, dok one koje dospeju u donje disajne puteve bivaju brže ili sporije fagocitovane i limfnim putevima transportovane u limfne žlezde. Čestice čađi mehanički nadražuju sluznicu disajnih puteva, a pri produženoj izloženosti dovode do bujanja vezivnog tkiva i nastanka fibroze. Bitno je naglasiti da se na česticama čađi, zbog specifične strukture i velike apsorpcione površine, zadržavaju bakterije i zagađujuće supstancije, što povećava njihovo štetno dejstvo.

Taložne materije u vazduhu uključuju čestice čiji dijametar prelazi 10 mikrona. Usled sopstvene težine ove čestice imaju sposobnost taloženja pa se njihovo uzorkovanje vrši uz pomoć sedimentatora, nakon čega se iz ovako prikupljenog aerosedimenta određuje količina tečnih zagađivača kao i čvrstih materija koje kišnica rastvara u atmosferi.

1. MREŽA MERNIH MESTA

Sistematska merenja imisije obuhvaćena su Uredbom o utvrđivanju Programa kontrole kvaliteta vazduha (Službeni glasnik RS 23/2006) [10]. Merenja se obavljaju u mreži mernih mesta koju čine:

- Osnovna mreža meteoroloških stanica i osnovna mreža urbanih meteoroloških stanica;
- Lokalna mreže urbanih stanica za merenje imisije osnovnih zagađujućih materija i lokalna mreža urbanih stanica za merenje imisije specifičnih zagađujućih materija;
- Osnovna mreža stanica za praćenje uticaja zagađenog vazduha na zdravlje ljudi.

Na mernim mestima iz Uredbe o utvrđivanju Programa kontrole kvaliteta vazduha [10], sprovodi se monitoring kvaliteta vazduha u skladu sa Pravilnikom o graničnim vrednostima, metodama merenja imisije, kriterijumima za uspostavljanje mernih mesta i evidenciji

podataka [11]. Pravilnikom su određene granične vrednosti imisije-GVI. Srednja 24-časovna granična vrednost u nenastanjenim i rekreativnim područjima za sumpordioksid je $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a srednja godišnja vrednost je $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja 24-časovna vrednost za azotdioksid je $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a srednja godišnja vrednost iznosi $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Za čađ je srednja 24-časovna vrednost $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a srednja godišnja vrednost je $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. U nastanjenim, urbanim, područjima srednja 24-časovna vrednost za sumpordioksid iznosi $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a srednja godišnja vrednost je $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Za azotdioksid srednja 24-časovna vrednost iznosi $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dok srednja godišnja vrednost iznosi $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja 24-časovna vrednost za čađ u naseljenim područjima iznosi $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a srednja godišnja vrednost je $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Po EU standardima je dnevna granična vrednost za sumpordioksid $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dok dozvoljena srednja godišnja vrednost za azotdioksid $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Za PM_{10} : $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ srednja godišnja vrednost, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ srednja 24-časovna vrednost.

2. SADRŽAJ ZAGAĐUJUĆIH MATERIJA U VAZDUHU NA TERITORIJI REPUBLIKE SRBIJE

U ovom radu korišćeni su podaci Agencije za zaštitu životne sredine, dostupnih na internet sajtu Agencije [12]. Tokom 2006. godišnja vrednost sumpordioksida iznad dozvoljenog limita $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bila je u: Boru $229 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Vranju $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Beogradu (Bulevar Despota Stefana 54a) $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i Beograd – Vračar $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Prekoračenja maksimalno dozvoljenog dnevnog limita $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tokom 2006, najčešće je bila u Boru 155 dana, zatim u Vranju 53 dana, Beogradu – Vračar 17 dana i Valjevu 15 dana. Najveće dnevne koncentracije sumpordioksida tokom 2006. zabeležene su u Boru $2441 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Smederevu 422, Užicu 319, Valjevu 306, Vranju 282, Kostolcu 258, Beogradu (Ohridska 252, Vračar 247). Učestalost prekoračenja imisionih koncentracija sumpordioksida spada u osnovnu grupu indikatora stanja životne sredine Evropske agencije za životnu sredinu. Pod prekoračenjem se podrazumevaju srednje dnevne vrednosti veće od $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tokom perioda 1995 – 2006. oko 60% stanovništva, pokrivenog mrežom mernih mesta, nije bilo zahvaćeno prekoračenjem srednje dnevne imisione koncentracije sumpordioksida. Udeo stanovništva bez prekoračenja ili sa slabim

prekoračenjem, do 3 dana godišnje, dostiže skoro 80%. U istom periodu oko 18% stanovništva, pokrivenog mrežom mernih mesta bilo je zahvaćeno prekoračenjima više od 6 dana godišnje. Zagađen i jako zagađen vazduh zbog sumpordioksida je dominantan za Bor.

Tokom 2007. godišnja vrednost sumpordioksida iznad dozvoljenog limita bila je u Boru $182 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i Beogradu $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Prekoračenje GVI na dnevnoj skali za Srbiju ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) tokom 2007 najčešće je bilo u Boru 109 dana, potom u Beogradu 17 dana (Vračar) i Kostolcu 8 dana. Tokom 2008. godišnja vrednost sumpordioksida iznad dozvoljene bila je samo u Boru $127 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Prekoračenje GVI na dnevnoj skali za Srbiju ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) tokom 2008 najčešće je bilo u Boru 96 dana i Kostolcu 8 dana. Ređa prekoračenja zabeležena su u Beogradu i Loznici. Najveće dnevne koncentracije sumpordioksida tokom 2007. zabeležene su u Boru $1635 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Kostolcu 279, Beogradu (Vračar 356, Bul. Despota Stefana 262 i Košutnjaku $225 \mu\text{g}/\text{m}^3$), i Užicu $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$. U industriji najveće emisije sumpordioksida potiču od sagorevanja fosilnih goriva (termoelektrane), sledi prerada sulfidnih ruda (olovo, cink, bakar), rafinerije nafte itd.

Tokom 2006. godine prosečna godišnja koncentracija dima (čadi) iznad dozvoljenog limita od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bila je jedino u Užicu 71 i Nišu $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Broj dana, tokom 2006. sa dnevnim koncentracijama dima preko GVI ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) je najveći u Užicu 150 i Nišu 140. Slede Čačak 108, Beograd 102, Smederevo 93 dana. Vazduh je tokom 2007. godine u Srbiji najčešće bio zagađen zbog čadi u 11,7% slučajeva, što je uglavnom odlika većine urbanih sredina. Tokom 2007 godišnja vrednost dima (čadi) iznad dozvoljenog limita ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) bila je u Užicu $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i Beogradu $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Broj dana u godini sa prekoračenjima GVI bio je najveći u Užicu 198 i Beogradu 145. U toku 2008. godišnja vrednost dima (čadi) iznad dozvoljenog limita bila je samo u Užicu $86 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Broj dana u 2008. Sa dnevnim koncentracijam preko GVI bio je najveći i Užicu 249 i Ivanjici 72.

Tokom 2006. godišnja vrednost azotdioksida, veća od dozvoljenog limita ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) bila je jedino u Čačku $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Prekoračenja maksimalno dozvoljenog dnevnog limita, po domaćoj regulativi ($85 \mu\text{g}/\text{m}^3$), tokom 2006. izmerena su Čačku 52 puta, Vranju 46, Beogradu 35, Užicu 28 i Nišu 12 puta.

Tokom 2007 ni na jednom mernom mestu nije prekoračen godišnji dozvoljeni limit za azotdioksid. Isto važi i za 2008. godinu. Prekoračenja dnevnih dozvoljenih koncentracija ($85 \mu\text{g}/\text{m}^3$) bilo je u Beogradu 27, u Čačku 20 i Pančevu 6 dana. Broj dana sa prekoračenjem dnevnog dozvoljenog limita bilo je u 2008. u Beogradu 26, u Čačku 15 i u Kraljevu 2. Tokom perioda 1995 – 2006. u proseku 10% stanovništva, pokrivenog mrežom mernih mesta, bilo je zahvaćeno prekoračenjem srednje godišnje koncentracije azotdioksida, a to je $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ po EU regulativi. Prekoračenja srednje godišnje vrednosti dominantna su samo za Beograd, čemu je verovatni uzrok intenzitet saobraćaja. Najznačajniji izvori zagađenja atmosfere azotnim oksidima su sagorevanje fosilnih goriva (termoelektrane, toplane i saobraćaj).

Prekoračenja graničnih vrednosti imisije za taložne materije ($200 \text{ mg}/\text{m}^3/\text{dan}$ na godišnjem nivou) su značajna u Lučanima, kostolcu, Beogradu – Vreoci, Vranju, Smederevu i Nišu. Ukupne taložne materije veće od GVI su tokom 2007. Godine izmerene u Beogradu, Požegi, Smederevu, Kostolcu, Pirotu, Sevojnu, Kruševcu, Boru, Zaječaru i Šapcu. Tokom 2008. koncentracije ukupnih taložnih materija su bile veće od GVI u Kostolcu $991 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{dan}$, zatim u Smederevu $533 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{dan}$. Na ostalim mernim mestima nije bilo prekoračenja dnevnih dozvoljenih vrednosti.

Izmerene dnevne koncentracije PM_{10} u Beogradu, u periodu 2004 – 2006, pokazuju postojanje izraženih sezonskih varijacija. Učestalost prekoračenja EU limita od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ najveća je tokom zimskog perioda, a najmanja tokom leta. U zimskom periodu u 48% slučajeva dnevne vrednosti su veće od EU limita, tokom jeseni 44%, u proleće 23% a tokom leta iznosi 21%. Glavni izvori emisije čvrstih čestica (PM_{10}) su: TE Nikola Tesla A i B u Obrenovcu, TE Kolubara u Lazarevcu, TE Kostolac A i B, Industrijski kompleks u Pančevu, US Steel u Smederevu i saobraćaj.

3. AUTOMATSKI MONITORING KVALITETA VAZDUHA

Tokom 2008. Agencija za zaštitu životne sredine nastavila je aktivnosti na uspostavljanju automatskog monitoringa kvaliteta vazduha u Srbiji. Automatski monitoring je operativno uspostavljen

u Boru na dva merna mesta, u Smederevu na tri merna mesta, u Beogradu i Beočinu na po jednom mernom mestu. Kontinuirana validacija rezultata automatskog monitoringa još nije rađena.

Pored ovoga postoji i automatski monitoring kvaliteta vazduha u pojedinim gradovima (Beograd, Pančevo) koji sprovode odgovarajuće lokalne ustanove a izveštaje dostavljaju Agenciji za zaštitu životne sredine.

Monitoring vazduha je u pojedinim gradskim sredinama organizovan na lokalnom nivou. Najčešće se merenja obavljaju na jednom ili nekoliko mernih mesta osim u Beogradu gde je uspostavljena urbana mreža mernih stanica za sistematska (11 stanica) i povremena merenja (13 stanica), koje sprovodi Gradski zavod za javno zdravlje. Merenje zagađenosti vazduha specifičnim zagađujućim materijama, poreklom iz izduvnih gasova motornih vozila (uglavnom) i nekih drugih specifičnih emitera, prati Institut za javno zdravlje Srbije Dr Milan Jovanović Batut. Rezultati ovih merenja se mogu naći na web stranicama ovih ustanova.

ZAKLJUČAK

U periodu od 2006-2008. godine prekoračenja srednjih godišnjih imisionih koncentracija SO_2 bila su dominantna za Bor, sa prekoračenjima maksimalno dozvoljenog dnevnog limita u trajanju od preko 100 dana godišnje. Prekoračenje GVI za NO_2 na godišnjem nivou izmereno je u Čačku za 2006. godinu. Broj dana sa prekoračenjima maksimalno dozvoljenog dnevnog limita za NO_2 tokom 2006. bio je najveći u Čačku 52 puta, dok je tokom 2007. i 2008. godine u Beogradu 27 i 26 puta, respektivno. Srednje godišnje imisione koncentracije čađi preko dozvoljenog limita bile su zabeležene u Nišu za 2006. godinu, u Beogradu za 2007. godinu i u Užicu za period 2006-2008. godine. Broj dana sa dnevnim koncentracijama čađi preko GVI u ovim gradovima iznosio je od 100-250 dana godišnje. U periodu od 2006-2008. godine srednje godišnje imisione koncentracije taložnih materija preko dozvoljenog limita bile su najveće u Kostolcu i Smederevu.

REFERENCE

- [1] Council Directive 96/62/EC (1996) On ambient air quality assessment and management. *Official Journal of the European Communities* No.L 296/55, 21.11.1996.
- [2] J.Fleming, R.Stern, R.J.Yamartino, "A new air quality regime classification scheme for O₃, NO₂, SO₂ and PM₁₀ observations sites", *Atmospheric Environment*, Vol.39, 2005, pp.6121–6129.
- [3] M.Tasić, B.Đurić-Stanojević, S.Rajšić, Z.Mijić, V.Novaković, "Physico-chemical characterization of PM₁₀ and PM_{2.5} particles in the Belgrade urban area", *Acta Chimica Slovenica*, Vol.53, 2006, pp.401–405.
- [4] J.S.Pandey, R.Kumar, S.Devotta, "Health risks of NO₂, SPM and SO₂ in Delhi (India)". *Atmospheric Environment*, Vol.39, 2005, pp.6868–6874.
- [5] M.A.Barrero, J.O.Grimalt, L.Canton, "Prediction of daily ozone concentrations and maxima in urban atmosphere". *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, Vol.80, 2006, pp67–76.
- [6] National Research Council, US, "*Rethinking the ozone problem in urban and regional air pollution*", Washington, DC: National Academy Press, 1991.
- [7] D.M.Markovic, D.A.Markovic, A.Jovanović, L.Lazić, Z.Mijić, "Determination of O₃, NO₂, SO₂, CO and PM₁₀ measured in Belgrade urban area", *Environmental Monitoring Assessment*, Vol.145, 2008, pp349–359.
- [8] X.Han, P.L.Naeher, "A review of traffic-related air pollution exposure assessment studies in the developing world", *Environment International*, Vol.32, 2006, pp.106–120.
- [9] P.V.Aneja, D.S.Kim, W.L.Chameides, (1996). "Trends and analysis of ambient NO, NO_y, CO, and ozone concentrations in Raleigh, North Carolina", *Chemosphere*, Vol.34, 1996, pp.611–623.
- [10] Uredba o utvrđivanju programa kontrole kvaliteta vazduha u 2006. i 2007. godini, Službeni glasnik RS 23/2006.
- [11] Pravilnik o graničnim vrednostima, metodama merenja imisije, kriterijumima za uspostavljanje mernih mesta i evidenciji podataka, Službeni glasnik RS br. 54/1992, 30/1999. i br. 19/2006
- [12] <http://www.sepa.gov.rs/>

EKOLOŠKI ATLAS REPUBLIKE SRBIJE

Boris Vakanjac, Tijana Čoporda Mastilović
Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: U cilju izrade projekta “Degradirani prostori Republike Srbije“, koji se realizuje na Fakultetu za primenjenu ekologiju “Futura“ (2010), potekla je potreba za izradom Ekološkog Informacionog sistema (EIS).

Cilj Projekta je da integriše regionalni pristup identifikaciji, analizi i modelovanju degradiranih prostora Republike Srbije, vodeći računa o parametrima koji utiču na procese degradacije. Svi podaci koji će proisteći iz ovog projekta biće akumulirani u jedinstvenu bazu podataka zatečenog stanja, intergisanu u ekološki informacioni sistem (EIS).

Cljučne reči: *degradacija/ baza podataka/ EIS/ GIS*

ENVIRONMENTAL ATLAS OF THE SERBIAN REPUBLIC

Boris Vakanjac, Tijana Čoporda Mastilović
Faculty of Applied Ecology Futura, Singidunum University

Apstract: With a view to making the project “Degraded areas of Serbian Republic“ that is realizing at the Faculty of Applied Ecology “Futura“ (2010), came the need for creating Environmental Information System (EIS).

The aim of the project is to integrate the regional approach to identifying, analyzing and modeling of degraded area of Serbia, take care of all parameters that influence at the processes of degradation. All the data that will result from this project will be accumulated in a single database of the current situation and it will be integrated in environmental information system (EIS).

Key words: *degradation/ database/ EIS/GIS*

UVOD

Pre 35,000 godina na zidovima u pećinama Laska u Francuskoj ljudi su nacrtali slike životinja koje su lovili. Crtežima životinja dodati su elementi za koje se može reći da su geografski podaci. Ti crteži imaju dvoelementnu strukturu modernog geografskog informacionog sistema – grafičku datoteku sa atributnom bazom podataka, tj. objekta koji ne predstavlja samo simbol nečega u prirodi nego ima i značenje [1]. To bi bili počeci istorijskog razvoja stvaranja, tada još primitivne baze podataka, koja se danas u savremenom svetu zove Geografski Informacioni sistem (GIS).

Ekološko Informacioni sistem predstavlja bazu ekoloških podataka (degradirani prostori, zaštićena prirodna dobra, nacionalni parkovi, vodni resursi, mineralni resursi...) koji ustvari predstavljaju jedan oblik ili deo Geografskog Informacionog Sistema, čija će se metodologija izrade prikazati u radu, a samim tim i izrada Ekološke karte Republike Srbije, odnosno izrada Ekološkog atlasa.

1. FORMIRANJE BAZE PODATAKA

Formiranje baze podataka u sklopu Geografskog Informacionog Sistema sastoji se iz tri interaktivne komponente:

1. Podsystem za unos i konverziju karata i drugih prostornih podataka u rasterski i vektorski oblik
2. Podsystem za skladištenje, pozivanje i analizu podataka
3. Izlazni podsystem za izradu karata, tabela i za pružanje odgovora na postavljene upite i formiranje izveštaja

Karta ili mapa (grčki *χάρτης* *list papira*; na srednjovekovnom latinskom, *mappa*; na engleskom, *map*), predstavlja umanjenu sliku Zemljine površine, nekog dela Zemljine površine ili neba. Zemljina površina, se zbog zakrivljenosti, ne može prikazati u ravni bez deformacija, a ne mogu se prikazati ni sve pojedinosti i svi objekti na Zemljinoj površini. Prema tome karte su deformisane i pojednostavljene slike Zemljine površine s unapred određenom svrhom. Upotrebljavaju se za različite naučne, tehničke, ekonomske,

vojne i kulturne potrebe, pa se i dele prema razmeri, sadržaju i svrsi [2].

Karta prostora ističe odnose među objektima unutar prostora. Karta je dvodimenzionalni, geometrijski prikaz trodimenzionalnog prostora.

Baza podataka je skup podataka organizovanih za brzo pretraživanje i pristup, koja zajedno sa sistemom za administraciju, organizovanje i memorisanje tih podataka, čini sistem baze podataka. Iz ugla korisnika, podaci su na neki logički način povezani. Podaci su predstavljeni na uniformni način (npr. u relacionim bazama podataka podaci su organizovani u tabelama), što olakšava pristup i korišćenje od strane eksternih programa. Tako jednu bazu podataka može koristiti niz različitih programa, pisanih u različitim programskim jezicima.

Soviet anomaly number	Soviet report number	Location	Lat map	Long map	comment	Uranium Range		Geology settings	Dimensions	Russian note	Soviet pot st	Ass et %	meth anomaly	Note	Origin	Legend
						10 ⁴ %										
						min	max									
74 Masakal Gobi valley	2404	North east of Masakal Gobi valley	435.27322	45.70700	Anomaly is about 1" East from map point	70		Coal bearing conglomerate and sandstone from Dzungarian valley, early Ordovician age		No potential. Anomaly has small dimensions	1		coal layer - 25-50, conglomerate 15-20	Coal bearing conglomerate and sandstone	\$	33
70 Samangin valley	2404	South part of Samangin valley, 1.7 km West-North-West from 13447 peak	435.70133	45.70555		10		Coal silstone horizon in sandstone with ironstone and limestone sandstone and conglomerates with prosopane carbonates correct from Dzungarian valley. Ordovician age of it is split in two parts. Lower sandstone with ironstone and upper with conglomerate	110x10.4m	No potential. Anomaly related to coal strata. Anomaly is small and has low uranium concentrations	1		25-55	Coal silstone horizon in sandstone with ironstone and limestone sandstone and conglomerates with prosopane carbonates cement	\$	33
BAYAN TEG 426	2405	4.9 km in north 220° from Bayan Tug mountain	431.48333	45.68333	anomalies 522 and 619 are on the map point 619			Early Paleozoic gneiss, granite gneiss are made from limestone. Ironstone is in lower part of gneiss		No potential. Anomaly is small and has low uranium origin	1	0.0008, 71-100%	50-100	Laccosolite gneiss	P	41
274 Gerdin-Man-Huu valley	2405	North west bank part of Gerdin-Huu valley, South part of Gerdin-Huu valley	443.33333	45.94722				Neogene(?) laterite sediments: quartz-sand, sand, clay, sand with layers of black water and mud clay		No potential. Anomaly is small with low uranium concentrations and low age	1		gray clay layer - 25-100	Clay in valley 50 with Neogene Gerdin-Huu sediments. Grayish stone and mud clay	\$	33
71 Gagan near lake	2404	West side of Gagan near lake	437.38333	45.38889	Anomaly is 51" East from map point			Exposure of red granite rock surface. On place, sand, fine grained coal fragments were noticed. There is bed of sand, clay with coal debris, limestone fragments. There is trace of a bed of crystalline limestone and red clay, along lake valley is regional field fill feature zone with calcareous, siliceous and ironstone. Montmorillonite is probably caused by water.		No potential	1		coal bearing sediments - 100, crystalline limestone and anthracite - 70	Coal clay, black stone clay and sand, calcareous limestone	\$	33
70 Gerdin-Huu lake	2404	South side of Gerdin-Huu lake	437.38333	45.38889				Quartz-sandstone is sandstone with phosphate-carbonate cement from iron silicate with layers and sandy limestone. There is rare middle layer, greenish sandstone. Anomaly is related with phosphate-carbonate cement, fine grained, glassy and calcareous structures.	100-60m, several levels as 1/1m	No potential. Zone with prosopane-carbonate cement is small and has low uranium concentrations and low age	1		30-100	Green stone and sandstone with phosphate-carbonate cement	\$	33

Slika 1: *Primer Baze podataka*

2. DEGRADIRANI PROSTORI U SMISLU GIS-a

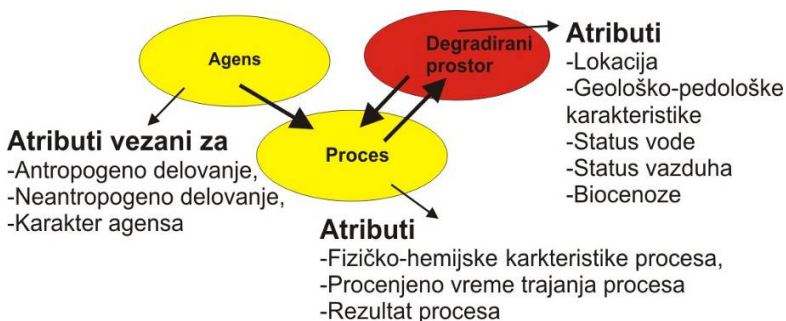
Formiranje baze podataka degradiranih prostora u sklopu Geografskog Informacionog Sistema određeno je sledećim parametrima:

1. Lokacijom - poligon, koordinate
2. Dimenzijom u kvadratnim kilometrima
3. Tipom degradacije, odnosno baza se organizuje posebno za zemljište, vodu, vazduh i biocenoze
4. Procesom degradacije
5. Agensom degradacije
6. Opisom prostora
7. Prognozom remedijacije prostora sa ponuđenim operativnim planom

Prateće informacije u sklopu sintetizovanja podataka u bazu bile bi:

1. Navođenje institucija koje bi bile zadužene za rešavanje određene problematike
2. Davanje napomena od strane stručnjaka različitih profila;
3. Navođenje izvora korišćenih informacija

Algoritam baze podataka degradiranih prostora Republike Srbije predstavlja vezu između agenasa i procesa koji doprinose određenom obliku degradacije, a može se šematski prikazati na sledeći način:



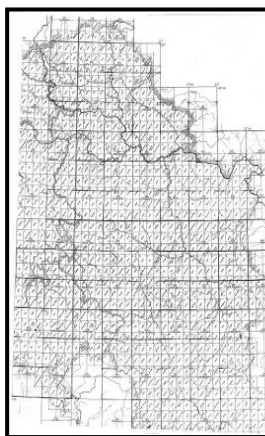
Podaci o svim oblicima degradacije skladište se u tabelu (vidi sliku 2), potom se interakcijom baze podataka na serveru, baze

podataka u MS Accesu i aplikacijom ArcMap (ArcGis 9) formira jedinstvena baza podataka u Geografskom (Ekološkom) Informacionom Sistemu .

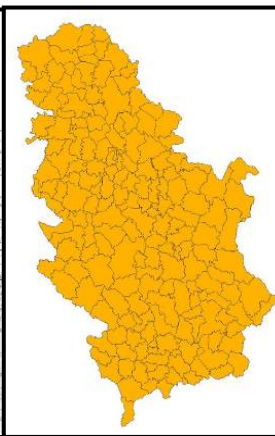
		Pozicija (centroida) WGS84		Pozicija (centroida) Gauss Kruger				
Redni broj	Ime objekta	Latitude	Longitude	X koordinata	Y koordinata	List topografske 1:25000 karte	Opština	Lokalitet (geografska pozicija)
Površina km2	Karakter degradacije	Agens	Proces	Opis prostora	Proгноza	Institucije	Napomena	Poreklo informacija

Slika 2. Tabelarni prikaz podataka oblika degradacije

Pri stvaranju jedinstvene baze Geografskog (Ekološkog) Informacionog Sistema koriste se pomoćna sredstva kao što su topografske karte, geografske i druge karte, kao i satelitski snimci- vidi slike 3, 4, 5



Slika3:
Raspored listova
1:25000



Slika4:Šema
opština Srbije



Slika5: Satelitski
snimak

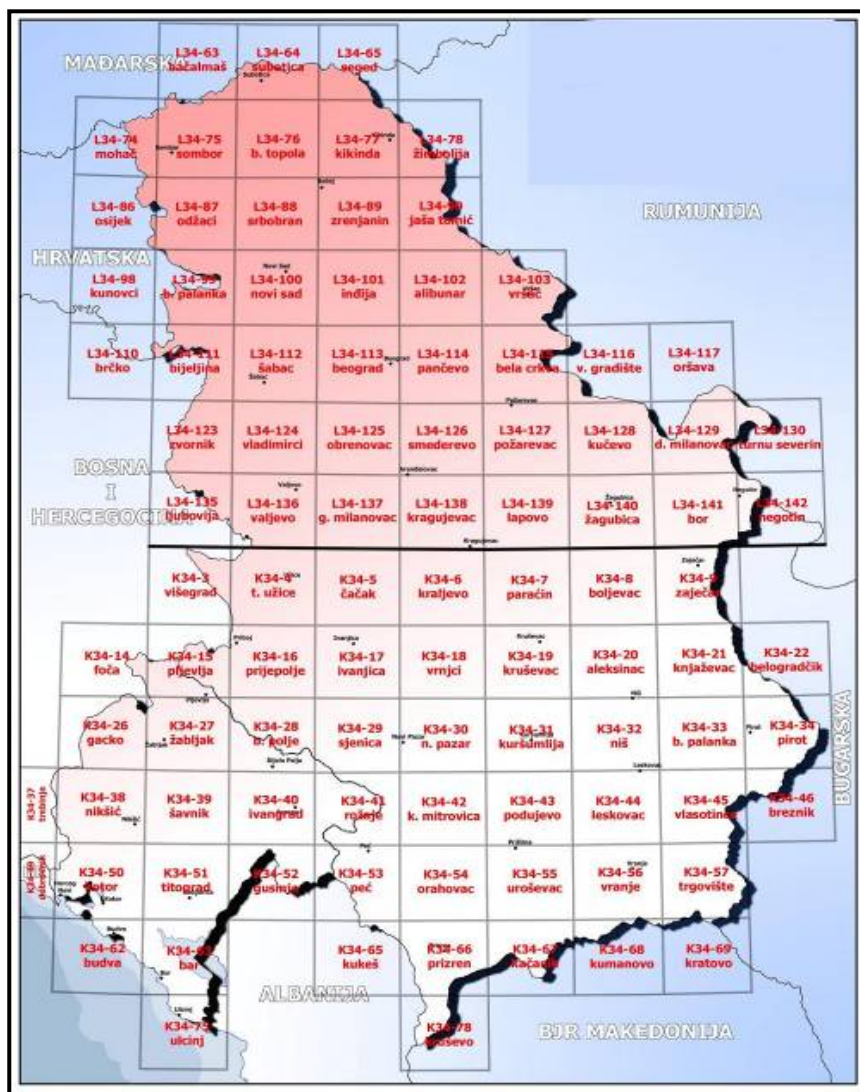
3. IZRADA EKOLOŠKE KARTE SRBIJE

Izrada Ekološke karte Srbije u sklopu Geografskog (Ekološkog) Informacionog Sistema sastoji se iz terenskih i kabinetskih istraživanja:

1. Kabinetska istraživanja se sastoje od prikupljanje podataka, ažuriranje baze podataka, prikaza i izrada vektorskih entiteta na rasterskoj bazi (topografskoj osnovi 1:25000)
2. Terenske istraživanja sastoje se od prikupljanja podataka na terenu, uz upotrebu GPS-a, od uzorkovanja, formiranje foto dokumentacije i nanošenje podataka na topografsku osnovu 1:25000

Svaki list (vidi sliku 3) Ekološke karte Srbije 1:100 000, treba da sadrži

- Kartu;
- Legendu kartiranih jedinica;
- Prateće šematske prikaze objekata od značaja na karti;
- Tumač Ekološke karte za svaki list



Slika 6: Raspored listova OGK Republike Srbije¹, 1: 100 000

¹ OGK- Osnovna Geološka Karta na osnovu koje se izrađuju specijalne geološke karte kao što je Hidrogeološka karta i drge, pa i Ekološka karta pojedinačno za svaki list (obeleženo područje Srbije)

ZAKLJUČAK

Formiranje Ekološkog Informacionog Sistema (EIS) degradiranih prostora Republike Srbije obuhvata stvaranje jedinstvene baze podataka ekološkog stanja degradiranih prostora, otvorenog karaktera za svaki vid promene u budućnosti. Na osnovu svih identifikovanih i sintetizovanih podataka o oblicima prostorne degradacije, daće se predlog i realizacija plana remedijacije u zavisnosti od posmatrane problematike područja istraživanja.

REFERENCE

- [1] egsc.usgs.gov/isb/pubs/gis_poster
- [2] Dimitrijević, M. 1978: *Geološko kartiranje*.- Izdavačko-informativni centar studenata, 487 pp., Beograd.
- [3] Grupa autora. 1977. *Tumač OGK Srbije 1:100 000*, list Pirot. Beograd: Savezni geološki zavod

PROMENA NAMENE KORIŠĆENJA POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA U PERIODU 1990-2000. GODINE U SRBIJI

Slaviša Popović, Miroljub Mitić, Jovana Džoljić
Agencija za zaštitu životne sredine

Izvod: *Promena namene korišćenja poljoprivrednog zemljišta u periodu 1990-2000. godine u Srbiji*

Analizirane su površine veštačkih područja i poljoprivrednog zemljišta na teritoriji Srbije, definisane Corine Land Cover metodologijom u periodu 1990-2000. godine. Analizom su obuhvaćene klase: klasa Necelovitih gradskih područja, klasa Industrijskih ili komunalnih jedinica, klasa Mesta eksploatacije mineralnih sirovina, klasa Deponija i klasa Gradilišta. Praćene su veličine, kao i trendovi širenja odnosno sužavanja datih površina.

Na osnovu dobijenih rezultata, uočen je trend smanjenja površine poljoprivrednog zemljišta na račun površina veštačkih područja. U periodu 1990-2000. godine, povećanje veštačkih površina iznosi 3 783 ha. Najviše veštačkih površina je nastalo degradacijom Nenavodnjavanih obradivih područja (2140 ha). Degradacijom Komplexa kultiviranih parcela povećana je površina veštačkih područja za 1141 ha, dok je degradacijom Pretežno poljoprivrednih zemljišta sa značajnim udelom prirodne vegetacije, ona povećana za 502 ha.

Istovremeno, u pomenutom periodu, primećena je i sukcesija veštačkih površina ka prelazno žbunasto šumskoj vegetaciji, što predstavlja povećanje površine pomenute klase od 530 ha.

Ključne reči: *Poljoprivredno zemljište/ Veštačke površine/ Corine pokrovnost tla/D degradacija*

AGRICULTURAL LAND CHANGE IN TIME PERIOD 1990-2000 YEAR IN SERBIA

Slaviša Popović, Miroljub Mitić, Jovana Džoljić
Serbian Enviromental Protection Agency

Abstract: *Agricultural land change in time period 1990-2000 year in Serbia*

It this article, it has been analised artifical and farmland in Srebia, defined by Corine Land Cover methodology, for time period 1990-2000 year. Analised classes include class of Discontinuous Urban Fabric area, class of Industrial or Commercial surface, class of Mineral extraction sites, Dump class and class of Construction sites. It has been discussed about their size and rising or declining trends of their area.

As a result, it has been notised, the trend of declining farmland area on account of artificial area. In time frame 1990-2000 year, increase of artificial area in Srebia reaching for 3783 ha. The most of it, results from degradation Non-irrigated arable land (2140 ha). The area of artificial land, increases 1141 ha by degradation of Complex cultivation surface, while degradation of Land principally occupied by agriculture with areas of natural vegetation contribute to it with 502 ha.

At the same time, it has been notised succession of Artificial land to Transitional woodland shrub, representing growing area of 530 ha.

Key words: *Agricultural land/ Artificial land/ Corine Land Cove/ Degradation*

UVOD

Zemljišta Republike Srbije su veoma heterogena, nastala su kao rezultat različitosti geološke podloge, klime, vegetacije i pedofaune. U cilju očuvanja diverziteta u okviru integralnog sistema zaštite životne sredine prati se stanje i način korišćenja zemljišta, i identifikuju se osetljiva i opterećena područja.

Globalni koncept održivog upravljanja zemljištem ima važnu agro-ekološku i socio-ekonomsku dimenziju, razvijenu kao posledica rastuće svesti o uticajima ljudskih aktivnosti na životnu sredinu. Ekspanzija veštačkih površina i prateće infrastrukture predstavljaju glavne uzroke zbog kojih dolazi do promene načina korišćenja zemljišta.

Poljoprivredno zemljište predstavlja osnovni agrarni resurs na kojem se bazira poljoprivredna proizvodnja i predstavlja osnovni uslov opstanka živog sveta. Na 49,8% površine teritorije Srbije, nalazi se zemljište pogodno za korišćenje u poljoprivrednoj proizvodnji. [1]

Ukupna površina teritorije Srbije koja je promenila način korišćenja u periodu 1990-2000. godine (bez podatka za teritoriju Kosova i Metohije) iznosi 1,1% u odnosu na ukupno posmatranu teritoriju. [1]

1. METODE

Praćenje promena površine pod zemljišnim pokrivačem vrši se Corine Land Cover metodologijom. [2] Za period 1990-2000 godine, analizirani su podaci o sledećim klasama:

- ✓ Necelovita gradska područja (klasa 112) – većina zemljišta je pokrivena strukturama kao što su zgrade, putevi i veštačke površine koje presecaju područja sa vegetacijom, zauzimajući necelovito ali veliko područje.
- ✓ Industrijske ili komunalne jedinice (klasa 121) – većinu područja pokriveno je veštačkim strukturama (npr. asfaltom, betonom) bez vegetacije, koji takođe sadrži zgrade sa ili bez vegetacije.
- ✓ Mesta eksploatacije mineralnih sirovina (klasa 131) – područja sa otvorenim kopovima za ekstrakciju materijala za gradnju (kopovi peska, kamenolomi) ili drugih minerala (rudnici). U ovu klasu uključujemo i potopljeno šljunkovito područje manje od 25 ha i privremene rudokopove.
- ✓ Odlagališta otpada (klasa 132) – javne i industrijske deponije, smetilišta i jalovišta, uključujući i deponije sirovina i tečnog otpada.

- ✓ Gradilišta (klasa 133) – površine pod građevinskom opremom, iskopine temelja i nasipe.
- ✓ Nenavodnjavana obradiva područja (klasa 211) – zemljište pokriveno žitaricama, leguminozama, krmnim biljem, kao i neobrađeno zemljište. U ovu klasu spadaju i površine pod cvećem, voćnjaci i povrtnjaci, bilo na otvorenom polju bilo u plastenicima ili staklenicima, zatim aromatične, medicinske ili kulinarske biljke. Ne uključuju se stalni pašnjaci.
- ✓ Kompleks kultiviranih područja (klasa 242) - male, paralelne parcele različitih jednogodišnjih useva, i/ili stalnih useva, pašnjaka. Uključuje i pašnjake u gradskim vrtovima, neobrađeno zemljište i/ili stalne useve eventualno sa raštrkanim kućnim vrtovima ili baštama.
- ✓ Pretežno poljoprivredno zemljište sa značajnim udelom prirodne vegetacije (klasa 243) – uglavnom poljoprivredna područja koja su prošarana prirodnim površinama, kao i poljoprivredno zemljište sa površinama prirodnog ili polu-prirodnog porekla (ubrajaju se i močvare i vodene površine van useva).

Podaci o ostalim klasama nisu obrađivani u ovom radu, te su one samo nabrojane. Treba napomenuti da Corine Land Cover metodologija registruje kompaktne površine minimalne veličine 25 ha, tako da sve manje površine nisu registrovane.

2. REZULTAT

Analizom podataka dobijenih Corine Land Cover metodom uočeno je da su određene kategorije veštačkih površina smanjile, odnosno povećale svoje površine i izračunate su stope tih promena za period 1990. – 2000. godine.

Površina Necelovitih gradskih površina, odnosno klase 112, 1990. godine iznosila je 209 627 ha. Tokom perioda 1990-2000. godine došlo je do povećanja površine za 1,90 %, te je u 2000. godini zabeležena veličina te površine od 213 603 ha.

Tokom 1990. godine površina klase Industrijske ili komunalne jedinice (klasa 121) iznosila je 17 393 ha. Tokom pomenutog

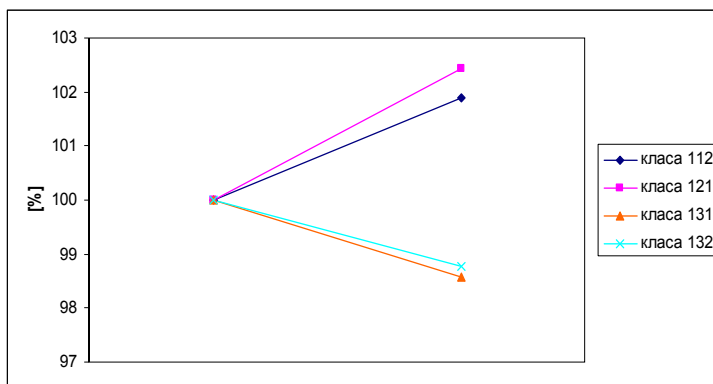
perioda, registrovano je povećanje ove površine od 2,44 %, te je ona u 2000. godini iznosila 17 818 ha.

Površina koju je klasa Mesta eksploatacije mineralnih sirovina (klasa 131) zauzimala 1990. godine, od 8 206 ha, smanjila se do 2000. godine za 1,43 %, tako da u 2000. godini veličina ove površine iznosi 8 089 ha.

Površina kategorije Odlagališta otpada (klasa 132), na teritoriji Srbije u 1990. godini, iznosila je 980 ha. Tokom posmatranog perioda zabeleženo je smanjenje date površine za 1,23 %, pa u 2000. godini, ova kategorija zauzima površinu od 968 ha.

Klasa Gradilišta (klasa 133) u 1990. godini, zauzimala je površinu od 731 ha. Tokom perioda 1990-2000. godine zabeleženo je smanjenje pomenute površine od 43,37 %, tako da prema podacima iz 2000. godine Gradilišta zauzimaju površinu od 414 ha.

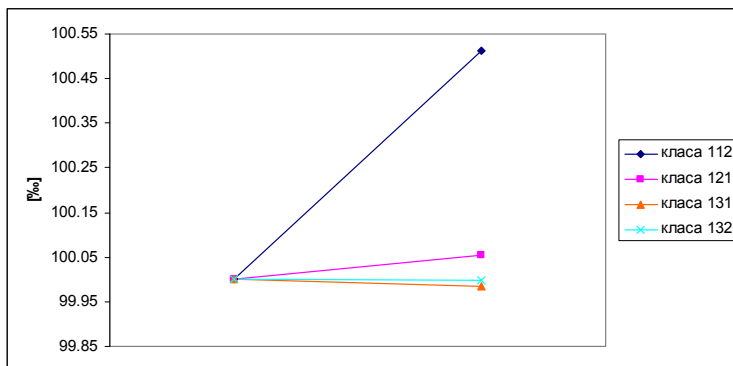
Grafički prikazane stope promena zemljišta pod veštačkim površinama date su na grafikonu 1.



Grafikon 1, *Stopa promene veštačkih površina u odnosu na 1990.godinu*

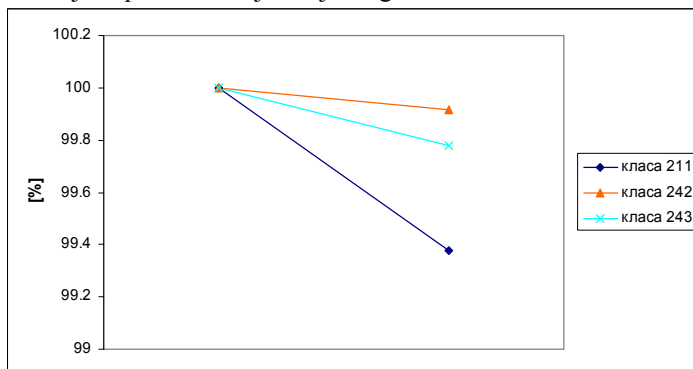
Najveće povećanje površine uočeno je kod klase Industrijskih ili komunalnih jedinica (klasa 121) od 2,44%, zatim kod klase Necelovitih gradskih područja (klasa 112) od 1,90%. Kod klase Odlagališta otpada (klasa 132) i klase Mesta eksploatacije mineralnih sirovina (klasa 131) uočen je trend smanjenja površina od 1,23 %, odnosno 1,43% pomenutih klasa (grafikon 1).

U odnosu na ukupnu površinu teritorije Srbije uočavamo da je najveća stopa promene zabeležena kod klase Necelovitih gradskih područja od 0,513 ‰, klasa Industrijskih i komunalnih jedinica 0,06‰. Kod klase Mesta eksploatacije mineralnih sirovina zabeleženo je smanjenje od 0,015‰, dok najmanje smanjenje beležimo od 0,0015‰ kod klase Odlagališta otpada (grafikon 2.).



Grafikon 2, Stopa promene veštačkih površina u odnosu na ukupnu površinu Srbije

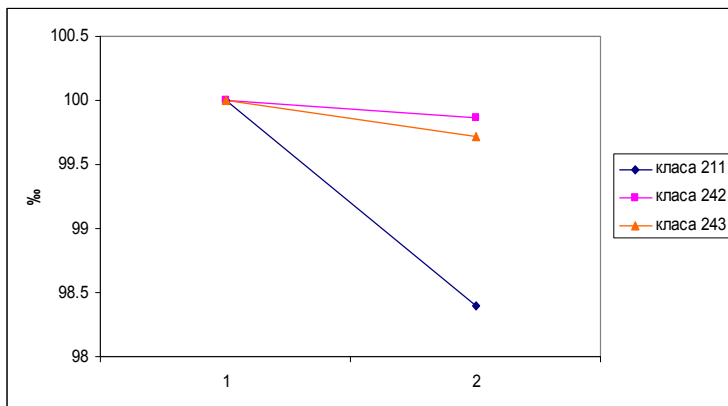
Grafički prikaz stopa promene poljoprivrednog zemljišta na teritoriji Republike Srbije dat je na grafikonu 3.



Grafikon 3, Stopa promene poljoprivrednog zemljišta u odnosu na 1990 godinu

Na osnovu dobijenih podataka, uočava se najveće smanjenja veličine klase Nenavodnjavanih obradivih područja (klasa 211) za 0,62 %. Istovremeno, beležimo trend smanjenja površina u klasi Pretežno poljoprivrednog zemljišta sa značajnim udelom prirodne vegetacije (klasa 243) od 0,22% i najmanje smanjenje uočavamo kod klase Komplexa kultiviranih područja (klasa 242) od 0,08%.

Stope promene klase poljoprivrednog zemljišta u odnosu na ukupnu površinu Srbije, izražene su u promilima i prikazane su na grafikonu 4.

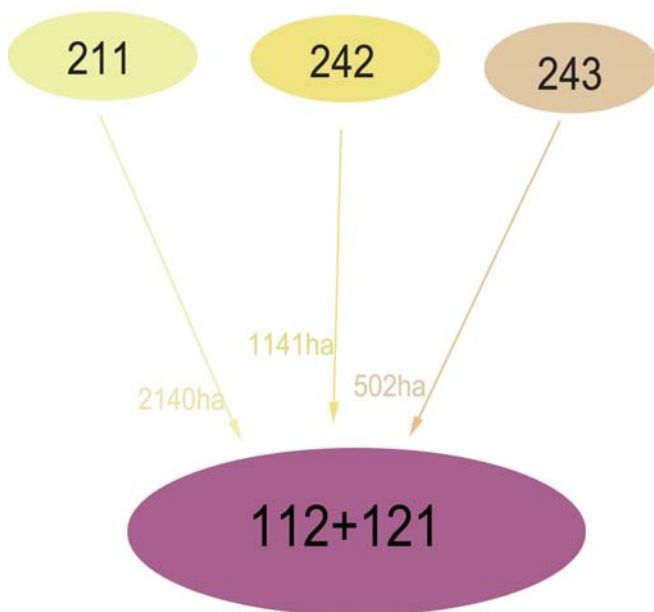


Grafikon 4, *Stopa promene poljoprivrednog zemljišta u odnosu na ukupnu površinu teritorije Srbije*

Najveći trend smanjenja površine beležimo u klasi Nenavodnjavanih obradivih područja (klasa 211) od 1,60‰, zatim u klasi Pretežno poljoprivrednog zemljišta sa značajnim udelom prirodne vegetacije (klasa 243) od 0,28‰. Najmanje promene, odnosno najmanje smanjenje površine beležimo kod klase Komplexa kultiviranih parcela (klasa 242) od 0,13 ‰.

Na osnovu dobijenih rezultata, u posmatranom periodu uočen je trend smanjenja površine poljoprivrednog zemljišta na račun površina veštačkih područja.

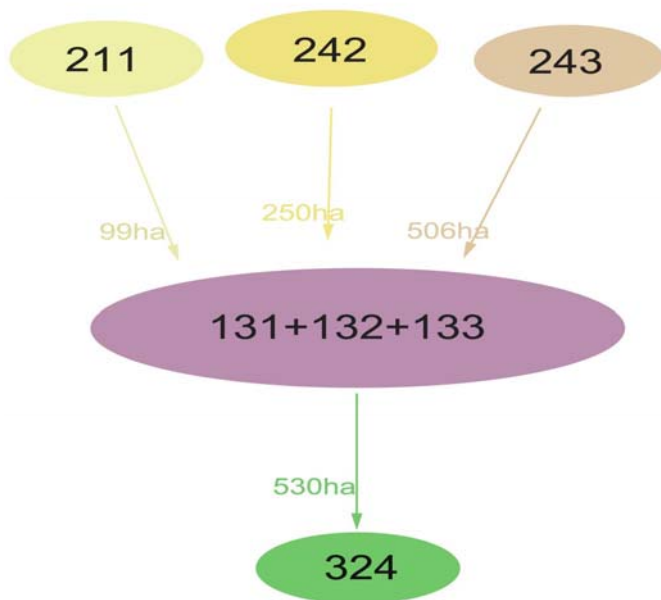
U periodu 1990-2000. godine, povećanje veštačkih površina, odnosno, klase Necelovitih gradskih površina i klase Industrijske ili komunalne jedinice iznosi 3 783 ha (slika 1.).



Slika 1, *Prenamena poljoprivrednog zemljišta u veštačke površine*

Najveći deo veštačkih površina nastao je degradacijom klase Nenavodnjavanih obradivih područja (klase 211). Površina ove klase smanjena je za 2 140 ha. Degradacijom Komplexa kultiviranih parcela (klasa 242) povećana je površina veštačkih područja za 1 141 ha, dok je degradacijom Pretežno poljoprivrednih zemljišta sa značajnim udelom prirodne vegetacije (klasa 243) ona povećana za 502 ha.

Istovremeno, pored pretvaranja poljoprivrednog zemljišta u veštačke površine, primećena je i sukcesija veštačkih područja ka prelazno žbunasto šumskoj vegetaciji (slika 2.).



Slika 2, *Prenamena poljoprivrednog zemljišta u veštačke površine i prenamena veštačkih površina u klasu Prelazno žbunasto šumske vegetacije*

Povećanje površina veštačkih kategorija, pre svega kategorije Mesta eksploatacije mineralnih sirovina (klasa 131), Odlagališta otpada (klasa 132) i klase Gradilišta (klasa 133), na račun poljoprivrednih površina, iznosi 855 ha (slika 2.).

Najveće smanjenje poljoprivrednih površine zabeleženo je u klasi Pretežno poljoprivrednih zemljišta sa značajnim udelom prirodne vegetacije (klasa 243) od 506 ha. Degradacijom Komplexa kultiviranih parcela (klasa 242) smanjena je površina ove klase za 250 ha, dok je klasa Nenavodnjavanih obradivih područja (klase 211) smanjila svoju površinu za 99 ha.

U isto vreme beležimo porast klase Prelazno žbunasto šumske vegetacije (klasa 324) od 530 ha na račun pomenutih klasa veštačkih površina.

ZAKLJUČAK

- Na osnovu dobijenih rezultata, u posmatranom periodu uočen je trend smanjenja površine poljoprivrednog zemljišta na račun povećanja površina veštačkih područja.

- Najveće povećanje veštačkih površina, u periodu 1990.-2000. godine, zabeleženo je kod klase Industrijskih ili komunalnih jedinica od 2,44%. Kod klase 112, odnosno klase Necelovitih gradskih područja, zabeležena je najviša vrednost stope promene površine od 0,5%. Najveće smanjenje poljoprivrednih površina, od 0,62%, tokom perioda 1990. – 2000. godine, uočeno je kod klase Nenavodnjavanih obradivih područja (klasa 211).

- Najveću stopu promene poljoprivrednog zemljišta beležimo u klasi Nenavodnjavanih obradivih područja (klasa 211) od 1,60%.

- Prenamenom poljoprivrednog zemljišta u veštačke površine, naročito klase Nenavodnjavanih obradivih područja (2 140 ha), povećala se površina klase Necelovitih gradskih područja (klasa 112) i klase Nenavodnjavanih obradivih područja (klasa 211) za 3 783 ha.

- Prenamenom poljoprivrednih površina, posebno klase Pretežno poljoprivrednog zemljišta sa značajnim udelom prirodne vegetacije (klasa 243) od 506 ha, povećana je površina klase veštačkih područja. Pomenuto povećanje veštačkih površina, od 855 ha, zabeleženo je kod klase Mesta eksploatacije mineralnih sirovina (klasa 131), klase Odlagališta otpada (klasa 132) i klase Gradilišta (klasa 133).

- Istovremeno, prenamenom veštačkih površina, i to klase Mesta eksploatacije mineralnih sirovina (klasa 131), klase Odlagališta otpada (klasa 132) i klase Gradilišta (klasa 133), povećala se površina klase Prelazno žbunasto šumske vegetacije (klasa 324) za 530 ha.

REFERENCE

- [1] Ministarstvo zaštite životne sredine i prostornog planiranja (2009), *Izveštaj o stanju zemljišta u Republici Srbiji*, Beograd.
- [2] Bossard, M., Feranec, J., Otahel, J., (2000), *CORINE land cover technical guide- Addendum 2000*, European Environment Agency, Copenhagen.

ZAGAĐIVANJE VODA U SRBIJI

Nenad Andrić

Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: *Površinske vode u Srbiji zagađuju se na više načina: spiranjem otrovnih materija sa zemljišta, kiselim kišama, aviotretiranjem poljoprivrednih dobara, zagađivanjem podzemnih vodotokova, ispuštanjem industrijskih i komunalnih otpadnih voda itd. Najveći problem predstavljaju otpadne vode. Otpadna voda je svaka voda koja je lošeg kvaliteta uzrokovano antropološkim uticajem. Ona uključuje tečni otpad ispušten iz domaćinstava, raznih trgovina, industrije, poljoprivrede i može obuhvatiti širok opseg potencijalnih zagađivača. Industrijska postrojenja uglavnom ispuštaju svoje otpadne vode direktno u vodene recipijente, bez prethodnog tretmana.*

80% stanovništva u Srbiji nije priključeno na kanalizaciju koja ima postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda (PPOV). 11% stanovništva Srbije priključeno je na sistem biološkog prečišćavanja otpadnih voda, 0,1% priključeno je na mehanički način prečišćavanja, dok 4,5% čeka na izgradnju bioloških prečišćivača. 2,5% je u iščekivanju izgradnje mehaničkih prečišćivača.

Kvalitet površinskih voda je u stalnom padu i smatra se da nije zadovoljavajući. Od 1994. godine kvalitet voda u većini gradova u Srbiji se pogoršao i sa druge pao na treću klasu. One su uglavnom zagađene nutrijentima, derivatima nafte, teškim metalima i organskim jedinjenjima. Površinske vode naročito su ugrožene u reonima velikih gradova i industrijskih postrojenja koje se bave proizvodnjom hrane (šećerane, fabrike voća i povrća, farme, klanice itd.). Srbija ima dobro razvijenu mrežu za monitoring voda, ali veliki problem predstavlja nedostatak stručnog kadra i opreme.

Svetski trend je takav da zaštita životne sredine predstavlja prioritet u razvijenom sistemu. U takvim sistemima postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda imaju poseban značaj, iako spadaju u najskuplje delove infrastrukture. Primenom savremenih tehnoloških postupaka na njima se vrši tretman otpadnih voda pre ispuštanja u recipijent, pri čemu je neophodno voditi računa o poštovanju propisa

vezanih za zaštitu životne sredine. Po ovom pitanju Srbija dosta zaostaje za razvijenim zemljama. Da bi se stvari pokrenule sa mrtve tačke potrebno je dosledno primenjivati zakon, kontrolisati zagađivače i kažnjavati ih, imati stručan i kvalitetan kadar i, pre svega, podići nivo ekološke svesti.

Ključne reči: *površinske vode/ zagađivanje voda/ otpadne vode*

WATER POLLUTION IN SERBIA

Nenad Andrić

Faculty of Applied Ecology Futura, Singidunum University

Abstract: *Surface waters of Serbia are polluted in many ways: washing toxic substances from soil, acid rains, aerotreatment of agricultural areas, pollution of groundwaters, emission of industrial and municipal wastewaters etc. One of the major problems are wastewaters. Wastewater is any water which is polluted by human influence. Wastewater includes fluid waste from household, industry, agriculture etc. Industrial plants drops untreated wastewater directly into water recipient.*

80% of Serbian population does not have wastewater treatment plants. 11% of population is connected on system with biological treatment. 0,1% have mechanical purification system, 4,5% are waiting for biological treatment plants and 2,5% are waiting for construction of mechanical purification system.

Quality of surface waters rapidly decreases. Since 1994. water quality of most Serbian cities fell from second to third class of waters. Waters are mainly polluted with nutrients, oil, heavy metals and organic substances. Surface waters are particularly endangered in big city and industrial areas. Serbia has a good monitoring network, but lack of experts and equipment represents a big problem.

Environmental protection is a priority in modern world. In developed countries wastewater purification system is one of the most expensive and important part of infrastructure. Serbia is quite backward in regard of developed countries. If we want to move things on we need consistently application of law, control of

contaminants, competent staff and, above all, to raise the level of ecological consciousness.

Key words: *surface waters/ water pollution/wastewaters*

1. VODA I NJEN ZNAČAJ

Voda zauzima oko 72% zemljinog pokrivača. Sa oko 60% voda učestvuje u sastavu živih bića. U okeanima se nalazi oko 97% vode na Zemlji. Nepotrošni je resurs u stalnom kruženju u biosferi. Voda (u svom čistom obliku) je supstanca bez boje, mirisa i ukusa. Ona je neophodan sastojak svih poznatih oblika života.

Kao obilna supstanca na Zemlji (1400 km³), voda se javlja u mnogim oblicima. Pojavljuje se najčešće u okeanima (slana voda) i kao polarna ledena kapa, ali i u vidu oblaka, kiše, reke, izvora pijaće vode i leda u moru. Voda neprekidno menja svoje oblike i kroz njih se kreće ciklično, isparavanjem, padavinama i oticanjem u mora. Čista voda je neophodna za ljudsko zdravlje i u mnogim zemljama je deficitarna. Iako je najviše ima na Zemlji, voda se može naći na Jupiterovom mesecu Europa i Saturnovom mesecu Enceladus.

Voda je univerzalni rastvarač. Zahvaljujući tome ona donosi hranljive materije do korena biljke i može da oblikuje zemljište. Bez vode nema fotosinteze. Značajna osobina vode je ta da je njena gustina u čvrstom stanju manja od gustine u tečnom stanju. Zbog toga led pliva po površini vode, tj. voda se ledi od površine ka dnu. Voda je supstanca sa najvećim toplotnim kapacitetom i sa najvećim površinskim naponom (osim žive). Površinski napon omogućava snabdevanje biljaka hranom putem osmoze i kapilarnih pojava.

Voda je polarni rastvarač, što se objašnjava strukturom njenog molekula. Dva atoma vodonika su vezana za atom kiseonika pod uglom od 104 °, tako da je naelektrisanje pomereno ka elektronegativnijem kiseoniku, zbog čega je molekul vode polaran. Ukoliko pustimo tanak mlaz vode iz slavine i prinesemo mu magnet, videćemo da mlaz skreće. To je dokaz da je voda polarna. Vodonična veza između molekula vode i njena polarnost daju joj visoku tačku ključanja. Voda ima veliku dielektričnu konstantu (veću ima samo koncentrovana sumporna kiselina). To je osobina koja sprečava prolazak električnog polja kroz neku materiju.

Kruženje vode u prirodi nazivamo hidrološkim ciklusom. Isparavanjem sa velikih vodenih površina (okeana, mora, jezera, reka i sl.), zemlje i biljaka voda odlazi u gornje slojeve troposfere gde se kondenzuje u vidu oblaka, da bi se kao atmosferska padavina (kiša, sneg) ponovo vratila na zemlju. Na svom putu kroz atmosferu ona rastvara različite gasove prisutne u vazduhu kao što su kiseonik i ugljen dioksid, kao i neke vrlo štetne gasove kao što su sumporni i azotni oksidi, a i skuplja i razne nečistoće kao što su čestice čadi, prašine, bakterije i sl. Kap kiše koja prelazi put od 1 km ispira 16 litara vazduha. Na svom putu kroz različite slojeve zemljišta do nekog vodonepropusnog sloja, voda rastvara različite soli natrijuma, kalcijuma, magnezijuma, gvožđa i mangana, a i neke organske materije, tako da se u prirodi nikada ne nalazi hemijski čista.

3. ZAGAĐIVANJE VODA

Zagađivanje vode može biti slučajno, sa katkad ozbiljnim posledicama, mada je najčešće rezultat nekontrolisanih ispuštanja zagađujućih materija različitog porekla kao što su: otpadne vode domaćinstva, industrijske otpadne vode, otpadne vode stočnih farmi, vode sa poljoprivrednih površina i vode koje otiču i spiraju gradske površine.

Iako zagađujuće supstancije u vode mogu dospeti i direktnim putem, taloženjem zagađujućih supstancija iz atmosfere na vodene površine ili aviotretiranjem poljoprivrednih površina pesticidima ili pri prihranjivanju kultura mineralnim đubrivima, osnovna količina zagađujućih supstancija ispušta se otpadnim vodama različitog sastava.

Gradske (komunalne) otpadne vode sadrže organske materije podložne razgradnji, prilikom čega se troši jedan deo rastvorenog kiseonika iz vode u koju se ispuštaju. Biološka potrošnja kiseonika (BPK) je mera biološke degradacije organske materije koja je prisutna u vodi i služi da se izmeri količina rastvorenog kiseonika koji se troši u toku biodegradacije organskih materija, uz aktivno učešće mikroorganizama u vodi. Organske materije pri tom služe mikroorganizmima kao hrana i izvor energije za njihove životne aktivnosti. U slučaju gradskih otpadnih voda petodnevna vrednost BPK₅ iznosi 300-500 mg/dm³.

Organska jedinjenja koja se nalaze u otpadnim vodama sastoje se od aminokiselina, masnih kiselina, sapuna, estara, anjonskih deterdženata, amina, amida i mnogih drugih jedinjenja. Osnovni deo gradskih otpadnih voda predstavljaju materije koje se talože na dnu površinskih voda (reka, jezera) u koje se one ispuštaju. Ovi talozi vremenom stvaraju debele slojeve mulja. Glavni mineralni sastojci gradskih otpadnih voda jesu rastvorene soli u obliku jona natrijuma, kalijuma, kalcijuma, mangana, amonijaka, hlorida, nitrata, sulfata, fosfata. Gradske otpadne vode uvek sadrže i razne mikroorganizme, od kojih izvesni mogu da budu i patogeni.

Još je teže ustanoviti tačne osobine zagađujućih materija u industrijskim otpadnim vodama. Na nacionalnom planu ne postoji ni jedna detaljna lista industrijskih otpadnih materija. Obično industrijske otpadne vode sadrže, bilo u tragovima ili većoj količini, sirovine, industrijske poluproizvode, finalne industrijske produkte, koproizvode i sporedne proizvode, kao i razne hemijske supstance. Sastav i količina zagađujućih materija koje ispusti određena industrija mogu se po pravilu znati samo pomoću detaljne analize otpadnih voda. Danas je poznato više hiljada zagađujućih materija u industrijskim otpadnim vodama, među kojima najčešće figuriraju deterdženti, rastvarači, cijanidi, teški metali, neorganske i organske kiseline, amonijak i druga jedinjenja azota, masti, soli, sredstva za beljenje, boje i pigmenti, fenolna jedinjenja, sredstva za štavljenje, sulfidi i drugo. Veliki broj pomenutih jedinjenja je biocidan i toksičan.

I pored njihove velike raznovrsnosti brojne industrijske otpadne materije merljive su pomoću istih parametara koji se primenjuju i na gradske otpadne materije. Ti zajednički parametri su: BPK, HPK, mutnoća, suspendovane materije, pH i drugo.

Zagađenje poljoprivrednog porekla potiče od životinjskih otpadaka, proizvoda erozije tla, đubriva, mineralnih soli koje potiču od navodnjavanja, pesticida itd.

Značajna količina zagađujućih supstanci u vode dospeva i spiranjem sa gradskih površina. Npr., sa površine jednog američkog grada srednje veličine kroz kanalizacioni sistem u vode se unosi do 125 tona olova i do 15 tona žive godišnje. Osim ovih produkata sagorevanja, atmosferskim padavinama spiraju se i benzopireni kao i ogromne količine soli koje se u zimskom periodu koriste za posipanje saobraćajnica.

4. ZAGAĐIVANJE VODA U SRBIJI

Površinske vode u Srbiji zagađuju se na više načina: spiranjem otrovnih materija sa zemljišta, kiselim kišama, aviotretiranjem poljoprivrednih dobara, zagađivanjem podzemnih vodotokova, ispuštanjem industrijskih i komunalnih otpadnih voda itd. Najveći problem predstavljaju otpadne vode. Otpadna voda je svaka voda koja je lošeg kvaliteta uzrokovanog antropološkim uticajem. Ona uključuje tečni otpad ispušten iz domaćinstava, raznih trgovina, industrije, poljoprivrede i može obuhvatiti širok opseg potencijalnih zagađivača. Industrijska postrojenja uglavnom ispuštaju svoje otpadne vode direktno u vodene recipijente, bez prethodnog tretmana.

80% stanovništva u Srbiji nije priključeno na kanalizaciju koja ima postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda (PPOV). 11% stanovništva Srbije priključeno je na sistem biološkog prečišćavanja otpadnih voda, 0,1% priključeno je na mehanički način prečišćavanja dok 4,5% čeka na izgradnju bioloških prečišćivača. 2,5% je u iščekivanju izgradnje mehaničkih prečišćivača.

Srbija ima 37 centralnih postrojenja za obradu otpadnih voda, ali se tretira samo 12% komunalnih otpadnih voda. U sliv reke Save uliva se 80% industrijskih otpadnih voda Srbije. Zagađenju Dunava nutrijentima Srbija doprinosi sa oko 13%. U vodama Save i Dunava kod Beograda do 1965. godine bilo je 74 vrste planktonskih organizama. Zagađenje obe reke uticalo je da se 1971. godine njihov broj smanji na 17 – preko četiri puta. Organsko zagađenje i zasićenost organskim materijama zabeleženi su u slivu Dunava i to posebno na području Vojvodine. Kvalitet podzemnih voda Vojvodine varira zbog pojave gvožđa, mangana i huminskih kiselina u nedozvoljenim koncentracijama. Braon boja voda ukazuje na prisustvo mangana, dok crvenkasta boja vode potiče od gvožđa. Takođe, Vojvodina ima problem sa povećanom koncentracijom arsena u pijaćim vodama. Arsen je jedan od najrasprostranjenijih elemenata u zemljinoj kori. U vode dospeva rastvaranjem iz sedimenata, ali i iz antropogenih izvora: termoenergetskih postrojenja na ugalj, proizvodnje pesticida, hemijske industrije i dr. Odlaskom u atmosferu, obično u vidu čestica, dolazi do njegovog ispiranja sa padavinama i na taj način dospeva u prirodne vode.

Zagađenje toksičnim materijama zabeleženo je u sedimentima nizvodno od velikih industrijskih centara kao što su Pančevo i Bor. Pančevo ima problema sa visoko isparljivim benzenom iz otpadnih voda. Bušenjem do dubine od 80 metara u rudnicima bakra oko Majdanpeka podignut je nivo podzemnih voda. Od njih su nastala jezera svetlo-zelene boje (zbog prisustva velike količine bakra) sa niskom pH vrednošću u kojima nema živog sveta. Kanal Dunav-Tisa-Dunav je veoma zagađen, a brana kod Đerdapa je takođe potencijalna crna tačka.

Doprinos zagađenja iz nelokalizovanih izvora ukupnom zagađenju voda je više od 50%. Iz ovih izvora potiče 70% ukupne količine azota, 50% ukupne količine fosfora i 90% fekalnih i koliformnih bakterija. Posledica povećane količine azota i fosfora u vodi je eutrofikacija – prekomerno cvetanje algi. Velika količina hranljivih materija (u koje spadaju azot i fosfor) utiče da se alge njima hrane i nekontrolisano cvetaju. Dolazi do smanjenja kiseonika i providnosti, uginuća riba, pojave sumpor-vodonika i nagomilavanja mulja. Sedamdesetih godina prošlog veka, zbog korišćenja azotnih i fosfornih đubriva i ispuštanja gradskih i industrijskih otpadnih voda, došlo je do eutrofikacije Paličkog jezera. Zabeležen je nagli pomor biljnog i životinjskog sveta. Bakterije su za razlaganje organskih materija koristile velike količine kiseonika i na taj način oslobađale vodonik-sumpor. Naslage mulja iznosile su 1-2 metra. Isušivanjem jezera 1971. godine otklonjeno je preko 2 miliona m³ mulja i postavljeni su uređaji za prečišćavanje otpadnih voda Subotice. Jezero je ponovo napunjeno 1975. godine, što se pozitivno odrazilo na turizam. Danas je jezero ponovo zahvaćeno eutrofikacijom, a voda je na prelazu iz druge u treću klasu. Izmuljavanjem jezera rešava se posledica, ali ne i uzrok zagađenja.

Zagađenost površinskih voda može uticati i na letnji pomor ribe u Srbiji. Rastvorljivost čvrstih i tečnih supstanci u vodi povećava se sa povišenjem temperature, dok se rastvorljivost gasova smanjuje. Visoke letnje temperature uzrokuju smanjenu rastvorljivost kiseonika. Ukoliko je u vodi prisutna neka štetna materija u čvrstom ili tečnom obliku sa povećanjem temperature povećaće se i njena rastvorljivost, što će nepovoljno uticati na ribe.

Pesticidi imaju značajnu ulogu u zagađivanju voda. Oni u vodu dospevaju spiranjem sa zemljišta i biljaka, direktnim putem prilikom aerotretmana, pri nepravilnoj tehnologiji prskanja i zaprašivanja itd.

Nepoštovanje karence (minimalan broj dana od tretiranja nekim preparatom do trenutka kada je dotična biljka zdravstveno ispravna za jelo) čini da se pesticidi nagomilavaju u vodi i zemljištu u koncentracijama znatno većim od dozvoljenih. Spiranjem sa zemljišta pesticidi dospevaju u vode, odatle preko zoo- i fitoplanktona u ribe i na kraju u čoveka. Neki vodeni organizmi mogu da sadrže organohlorne jedinjenja u koncentracijama i do 10.000 puta većim od koncentracija u vodi. Pesticidi se nagomilavaju na neprotočnim ili slabo protočnim mestima – nereguliranim delovima reka, plitkim i močvarnim mestima, u manjim veštačkim i prirodnim jezerima i sl. Oni se na ovim mestima u najvećim količinama nalaze u proleće i leto, što se povezuje sa njihovom intenzivnom primenom u poljoprivredi u tim godišnjim dobima. Stabilnost pesticida u vodi zavisi od fizičko-hemijskih osobina preparata, doza i tehnologija primena, tipa zemljišta, meteoroloških uslova, površinskih aktivnih supstanci, brzine proticanja, pH vrednosti, prisustva kiseonika i dr. Nažalost, u Srbiji ne postoji organizovano sakupljanje odbačenih ambalaža pesticida, koju često možemo naći u koritima rečica i potoka. Takođe, nekontrolisano prskanje biljnih kultura doprinosi njihovoj visokoj koncentraciji u površinskim vodama Srbije.

Postoji veliki broj primera lošeg stanja voda u Srbiji. Nedavna analiza pijaće vode iz sela Orašca kod Arandelovca pokazala je zagađenost jednog uzorka organskom materijom, iako Arandelovac vrši tretman pijaće vode. Deo Dunava kod sportskog centra "Milan – Gale Muškatirović" jedan je od najzagađenijih (ako ne i najzagađeniji) u Beogradu. Na tom delu je postignuto potpuno mešanje otpadnih voda koje ispuštaju Galenika, Prva Iskra Barič i dr. Beograd nema postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda, tako da se sve ispušta u Savu i Dunav. Veliki turistički centri, Kopaonik i Zlatibor, nemaju postrojenje za tretman otpadnih voda. Retko koja klanica prečišćava svoje otpadne vode – sve se ispušta direktno u kanalizaciju. Treba pomenuti i primer Guče od pre sedam godina kada je, nakon sabora trubača, sav fekalni otpad koji je prosut u reku izazvao pomor ribe.

Uredbom o klasifikaciji voda (Sl.glasnik SR Srbije br. 5/68) vode se svrstavaju u sledeće klase:

I klasa - vode koje se u prirodnom stanju, uz eventualnu dezinfekciju, mogu upotrebljavati za piće i u prehrambenoj industriji, a površinske vode i za gajenje plemenitih vrsta ribe (salmonide).

II klasa - vode koje se u prirodnom stanju mogu upotrebljavati za kupanje i rekreaciju građana, za sportove na vodi i za gajenje drugih vrsta ribe (ciprinide).

III klasa - vode koje se mogu upotrebljavati za navodnjavanje, a posle uobičajenih metoda obrade (kondicioniranje) i u industriji osim prehrambene.

IV klasa - vode koje se mogu upotrebljavati za druge namene samo posle odgovarajuće obrade.

VK - van klasno stanje.

Ocena stepena zagađenosti otpadnih voda daje se na osnovu Uredbe o kategorizaciji vodotoka (Sl. glasnik SR Srbije br. 5/68), Uredbe o klasifikaciji voda (Sl. glasnik SR Srbije br. 5/68) i Pravilnika o opasnim materijama u vodama (Sl. glasnik SR Srbije br. 31/82). Prema Pravilniku, efluent se mora prečistiti do kvaliteta druge klase pre ispuštanja u recipijent.

Sve je manji broj tokova koji pripadaju I klasi. To su uglavnom planinske reke i gornji tokovi većih reka. U I klasu voda spadaju: Tara, Piva, Drina do Srbinja, Lim do Andrijevice, Veliki Ržav, Studenica, Golijaska Moravica uzvodno od Ivanjice, Vlasina do Vlasotinaca, Mlava do Petrovca, Svrliški i Trgoviški Timok itd. U II klasu vode spada približno trećina naših reka: Dunav, Drina nizvodno od Srbinja, Đetinja uzvodno od Užica, Kolubara u gornjem i srednjem toku, Zapadna Morava do Kraljeva, Golijaska Moravica nizvodno od Ivanjice, Ibar do Kosovske Mitrovice, Raška, Nišava do Pirota, Mlava nizvodno od Petrovca, Pek, Beli i Crni Timok itd. Najveći broj vodotokova pripada III klasi. To su: Sava, Kolubara u donjem toku, Tisa (najvećim delom), Tamiš u najnižvodnijem delu toka, Velika Morava, Južna Morava od Bujanovca, Nišava između Pirota i Niša, Toplica od srednjeg toka, Zapadna Morava nizvodno od Kraljeva, Timok, vode većeg dela kanala hidrosistema DTD itd. IV klasu voda čine najzagađenije reke i kanali: Begej, Topčiderska reka, Štira, Peštan, Velika Morava na pojedinim sektorima, Crnica nizvodno od Velikog Popovca, Ravanica od Čuprije, Belica od fabrike kablova u Jagodini, Lepenica nizvodno od Kragujevca, Resava od resavskih rudnika uglja, Veliki Lug od Mladenovca, Jasenica od ušća Velikog Luga, Nišava

nizvodno od Niša, deo Đetinje od Užica do Požege, Despotovica, Prištevka, Borska reka, kanal Dunav-Tisa od Crvenke do Bečeja, Begejski kanal itd. Neke od ovih reka se zbog izuzetne zagađenosti (Borska reka i Štira) označavaju kao vodotoci “van klasa”.

ZAKLJUČAK

Kvalitet površinskih voda je u stalnom padu i smatra se da nije zadovoljavajući. Kvalitet reke Save u 2002. godini bio je nešto lošiji u odnosu na 2001. godinu, dok je u slučaju Dunava obrnuto. Od 1994. godine kvalitet voda u većini gradova u Srbiji se pogoršao i sa druge pao na treću klasu. One su uglavnom zagađene nutrijentima, derivatima nafte, teškim metalima i organskim jedinjenjima. Površinske vode naročito su ugrožene u reonima velikih gradova i industrijskih postrojenja koje se bave proizvodnjom hrane (šećerane, fabrike voća i povrća, farme, klanice itd.). Srbija ima dobro razvijenu mrežu za monitoring voda, ali veliki problem predstavlja nedostatak stručnog kadra i opreme.

Srbija nema dovoljno domaćih vodnih resursa, s obzirom da 84% raspoložive vode izvire van teritorije naše zemlje. Od posebnog značaj za Srbiju su izvori podzemnih voda, budući da se iz njih podmiruje oko 90% potreba industrije i domaćinstava i oko 70% potreba za pijaćom vodom. Kvalitet podzemnih voda Panonskog basena uglavnom ne zadovoljava propisane kriterijume. Stanje je zabrinjavajuće zbog povećanih vrednosti arsena i mangana. Kvalitet podzemnih voda Savskog rova ocenjen je kao vrlo dobar. Kvalitet podzemnih voda ostalih zona relativno je dobar, mada pokazuje povećano prisustvo gvožđa i mangana i bakteriološku neispravnost.

Srbija ima problem i sa eutrofikacijom, što se vezuje za nekontrolisano korišćenje đubriva i oticanje otpadnih voda iz gradskih izvora i farmi. Zbog eutrofikacije u slivu Dunava, kao i većih stočnih farmi, uočeno je da su akumulativne zone oko reke Tise, Dunava i Velike Morave najugroženije u pogledu potencijalne degradacije zemljišta i podzemnih voda.

Svetski trend je takav da zaštita životne sredine predstavlja prioritet u razvijenom sistemu. U takvim sistemima postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda imaju poseban značaj, iako spadaju u najskuplje delove infrastrukture. Primenom savremenih tehnoloških

postupaka na njima se vrši tretman otpadnih voda pre ispuštanja u recipijent, pri čemu je neophodno voditi računa o poštovanju propisa vezanih za zaštitu životne sredine. Po ovom pitanju Srbija dosta zaostaje za razvijenim zemljama. Da bi se stvari pokrenule sa mrtve tačke potrebno je dosledno primenjivati zakon, kontrolisati zagađivače i kažnjavati ih, imati stručan i kvalitetan kadar i, pre svega, podići nivo ekološke svesti.

REFERENCE

- [1] D. Veselinović, I Gržetić, Š. Đarmati, D. Marković – *Stanja i procesi u životnoj sredini*, Fakultet za fizičku hemiju, Beograd, 1995.
- [2] D. Dukić, Lj. Gavrilović – *Hidrologija*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2006.
- [3] L. Benefield, J. Judkins, B. Weand – *Process chemistry for water and wastewater treatment*, Prentice Hall Inc., N.J., USA, 1982.
- [4] Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode, Sl. list SRJ br. 42/98.
- [5] Pravilnik o opasnim materijama u vodama, Sl. glasnik SR Srbije br. 31/82.
- [6] Uredba o klasifikaciji voda, Sl. glasnik SR Srbije br. 5/68.
- [7] www.wikipedia.org, water

VRSTA ZEMLJIŠTA KAO JEDAN OD FAKTORA OD KOJIH ZAVISI BRZINA KRETANJA ZAGAĐIVAČA

Layth Nesseef, Ahmed Tumi
Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: *Pored temperature, vlažnosti, pH vrednosti zemljišta, hidrološkog režima i vrsta zemljišta ima veliki uticaj na brzinu kretanja zagađivača. Veštačka đubriva i druge materije mogu da deluju na reakcije struktura biogenosti zemljišta i da doprinesu sabiranju zagađivača u zemljištu. U ovom radu su upoređene brzine kretanja zagađivača na dva uzorka zemljišta: pesak i les. Uzorci potiču iz Srbije (pesak sa obala Save, les iz Bežanije).*

Ključne reči: *zagađivači/zemljište/pesak/les/đubrivo*

TYPE OF SOIL AS ONE OF THE FACTORS THAT DETERMINE THE SPEED OF MOVEMENT OF POLLUTANTS

Layth Nesseef, Ahmed Tumi
Faculty of applied ecology Futura, University Singidunum

Abstract: *In addition to temperature, humidity, soil pH value, hydrological regimes and soil types also have a major impact on the speed of pollutants motion. Fertilizers and other substances can act on structure response of biogenesis of the soil and contribute to the addition of pollutants in the soil. This work was compared speed of movement of pollutants in two samples of soil: sand, and loess. The samples came from Serbia (the sand from bank of the Sava River, loess from Bežanija).*

Key words: *pollutants/ soil/ loess/ fertilizers*

UVOD

Postoje različite vrste faktora uticaja na brzinu zagađenja zemljišta, kao što su na primer temperatura zemljišta, pH vrednost zemljišta, mineralni sastav zemljišta, količina vlage u zemljištu (vlaga može da potiče od atmosferskih padavina, ili od zalivanja). Pored navedenih uticaja i vrsta zemljišta je bitna kao faktor uticaja na brzinu zagađivanja. Najveći izvor zagađenja zemljišta potiče od mineralnih (veštačkih) đubriva.

U ovom radu odabrane su dve vrste (tipa) zemljišta – pesak i les. Uzorci zemljišta potiču iz Srbije. Ovim istraživanjem su pokazane brzine kretanja zagađivača na dva uzorka, kao i razlike između njih, a u odnosu na vreme.

1. EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA KRETANJA ZAGAĐIVAČA

Eksperiment kretanja zagađivača u laboratorijskim uslovima izveden je na uzorcima peska i lesa.

Korišćen je sledeći pribor i hemikalije:

Laboratorijski materijal:

- Kolone prečnika 2 cm i dužine 1 m
- Erlenmajeri od 250 ml
- Kvantitativni levkovi
- Normalni sudovi od 100 ml
- Normalni sud od 1 000 ml
- Čaše zapremine 1l
- Hronometar
- Filter papir
- Sito veličine 2 mm

Hemikalije:

- Dejonizovana voda
- Natrijumnitrat (NaNO_3) - odmereno je 0,2055gr NaNO_3 i rastvoreno u 1l vode, ova odmerena količina odgovara kocentraciji 150 mg/l nitratnog jona

Za ukupnu produktivnost jednog zemljišta sa aspekta mineralne ishrane biljaka, od značaja je postojanje potencijalno pristupačnih oblika biogenih elemenata i njihov ukupan sadržaj u zemljištu. Ukupan sadržaj svih biogenih elemenata u zemljištu, bez obzira na njihovu direktnu pristupačnost biljkama naziva se terminom "bogatstvo zemljišta".

Analizirani pesak i les su prosejani kroz sita veličine 2 mm da bi se uklonile nečistoće i kamenje. Takođe, ovo prosejavanje ima za cilj i homogenizaciju uzorka. Homogenizovanje uzorka je rađeno metodom kupe tj. pravljen je kupa od peska pa je deljena na četiri dela, pa je zatim izmešana, pa ponovo četvrtljena. Ovaj postupak ponavljen je desetak puta.

Posle prosejavanja, uzorak je ispran sa 100 ml destilovane vode i proceden kroz kvantitativni filter papir i ostavljen da se osuši na vazduhu. Filtrat je sačuvan radi određivanja sadržaja rastvorenih anjona u njemu. Talog je korišćen za punjenje kolone prečnika 2 cm i visine 1 m. U pripremljenu kolonu sipana je odmerena količina uzoraka tako da visine stuba budu 10 cm, 20 cm i 40 cm. Ove vrednosti visine stuba nisu slučajno odabrane, jer one u stvari predstavljaju različite dubine ukorenjavanja biljaka odakle biljke mogu da uzimaju različite njima neophodne hranljive sastojke. U daljem toku eksperimenta svaka proba je analizirana po pet puta, pa je uzimana njihova srednja vrednost.

Koncentracija anjona u filtratima po ispiranja uzoraka je određena primenom metode jonske hromatografije, pri čemu su kvantifikovana koncentracija hlorida i nitrata, a u cilju što boljeg i preciznijeg određivanja efekta zagađivača na zemljište. Faktički na ovaj način određen je sadržaj ovih anjona u zemljištu. Izvođen je ogled sekvencijalnih dubina.

Ogled sekvencijalnih dubina je proučavan kao model da bi se videla kolika je propusna moć zemljišta. Shema izvođenja ogleda je sledeća: kolonu ispunimo uzorkom do određene visine koje predstavljaju dubine ukorenjavanja biljaka (10, 20, 40 cm), pa zatim propustimo standardni rastvor nitrata i prihvatimo proteklu tečnost.

U ogledu su korišćene dve simulacije kretanja (da bi izvršili simulaciju atmosferskih padavina) vode kroz kolonu. Za tu svrhu upotrebljeno je propuštanje rastvora nitrata kroz kolonu. U cilju boljeg razumevanja eksperimentalnih istraživanja kretanja zagađivača pojavila se potreba za ogledom kontinualnog protoka.

Ova vrsta eksperimenta izvedena je na sledeći način. Kolone su napunjene do ranije navedenih visina stuba 10, 20, 40 cm, Ovoj visini stuba odgovara tačno određena masa peska i lesa (prikazana u tabeli 2. u nastavku). Na vrhu kolone nalazio se rezervoar sa slavinom, pri čemu je podešena brzina protoka od tri kapi (zapremina kapi 0,5 ml) u minuti. Slavina na dnu kolone bila je otvorena. Ispod kolone bio je postavljen erlenmajer u koji je hvatana tečnost koja je protekla kroz kolonu. U rezervoar je sipana količina od 100 ml dejonizovane vode i izmereno je vreme potrebno da ta količina vode protekne kroz kolonu. Kada je sva količina vode protekla izmereno je vreme hronometrom, obeležen je uzorak i sačuvan za dalje analize. Demi voda je sipana da bi uklonila prisutne zaostale anjone u uzorku peska ili lesa tj. da bi ih pročistila.

Kad se pesak u koloni osušio proces je ponovljen, ali umesto dejonizovane vode dodato je 100 ml NaNO_3 (svojstva demi vode i osnovnog rastvora nitrata navedena su u tabeli 1). Nakon isticanja celokupne količine rastvora NaNO_3 izmerena je zapremina protekle tečnosti, zabeleženo je proteklo vreme, obeležen je uzorak i sačuvan za dalju analizu. Pesak i les su tretirani na isti način pri pripremi uzoraka za analizu.

U narednim tabelama dati su podaci koji su dobijeni prilikom istraživanja.

Tabela 1. *Svojstva demi vode i osnovnog rastvora nitrata*

		Demi voda	Osnovni rastvor nitrata
Koncentracija Anjona (mg/l)	Floridi	-	0,02
	Hloridi	0,025	0,63
	Nitriti	-	-
	Nitrati	-	39,64
	Fosfati	-	<0,001

Napomena uz Tabelu 1: više vrednosti hlorida mogu se objasniti njihovom prisutnošću u hemikalijama i posuđu.

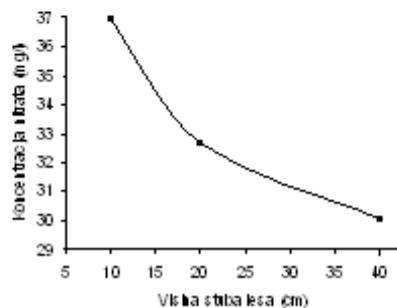
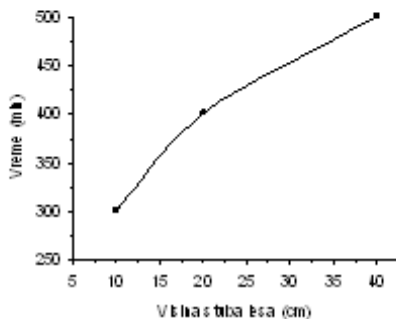
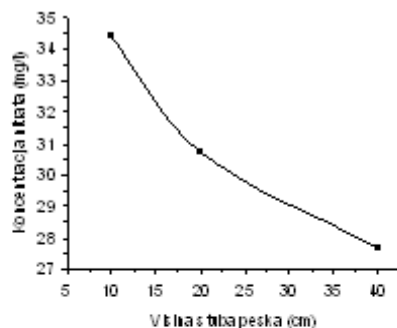
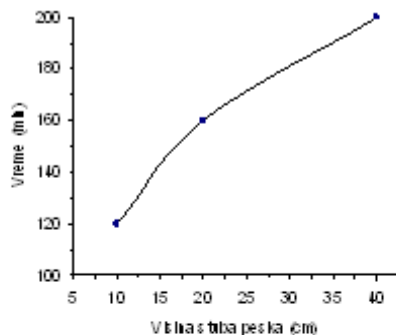
Tabela 2a. Rezultati i paramteri za pesak pri kontinualnom protoku

Pesak		Dubina 10 cm		Dubina 20 cm		Dubina 40 cm	
Odmerena masa (g)		15		30		65	
		Po propušt anju demi vode	Po propušt anju nitrata	Po propušt anju demi vode	Po propušt anju nitrata	Po propušt anju demi vode	Po propušt anju nitrata
Vreme (min)		120	120	160	160	200	200
Koncentracija Anjona (mg/L)	Hloridi	6,19	1,82	1,38	0,17	3,15	0,10
	Nitrati	2,26	34,40	0,27	30,71	0,51	27,66

Tabela 2b. Rezultati i paramteri za les pri kontinualnom protoku

Les		Dubina 10 cm		Dubina 20 cm		Dubina 40 cm	
Odmerena masa (g)		12		25		59	
		Po propušt anju Demi vode	Po propušt anju nitrata	Po propušt anju Demi vode	Po propušt anju nitrata	Po propušt anju Demi vode	Po propušt anju nitrata
Vreme min		300	300	400	400	500	500
Koncentracija Anjona (mg/L)	Hloridi	4,86	1,12	11,8	1,41	19,43	2,82
	Nitrati	0,05	36,9	0,10	32,71	0,24	30,06

Napomena uz Tabelu 2: Prikazane su srednje vrednosti koncentracije anjona u eluatu u odnosu na vreme.



Slika 1. *Konzentracije nitrata u odnosu na vreme potrebno da rastvor istekne pri kontinualnom protoku i u odnosu na visinu stuba peska i lesa*

Sa prikazane slike se vidi da je, zbog gustine zemljišta, manja propusna moć lesa nego kod peščanog zemljišta.

2. MINERALNI SASTAV PESKA I LESA

Sastav zemljišta, a na osnovu mineraloške analize, utiče na brzinu kretanja zagađivača. Analiza mineralnog sastava lesa sa Bežanije i peska sa obala Save urađena je rentgenskom analizom na pomenuta dva uzorka, a po standardnoj proceduri. Snimanje je izvršeno na Rø Aparatu Philips 1010, sa sledećim parametrima: Cu $K\alpha$ = 1,54 Å, U = 36 KV, I = 18 mA, Vg = 1° /min. Ove oznake su opšte prihvaćene pa je tako: Cu $K\alpha$ – bakarna katoda i vrsta Rentgenskog zračenja (α -zračenje), Vg – brzina snimanja 1°/minuti. Na uzorku peska vršeno je snimanje ukupnog usitnjenog uzorka, dok je kod uzorka lesa, posle snimljenog ukupnog uzorka, konstatovano prisustvo minerala gline, pa se pristupilo izdvajanju frakcije gline, priprema uzorka na staklenoj pločici i snimanje sa dodatnim tretiranjem, da bi se potvrdilo prisustvo određenih minerala gline. Uzorak gline je izlagan parama etilenglikola u trajanju od 24 časa, po snimanju, pa je zatim uzorak žaren na 550° C u trajanju od 30 min, a nakon toga je ponovo sniman.

PESAK – Na difraktogramima (slika 2) određeno je prisustvo sledećih mineral, a na osnovu karakterističnih d-vrednosti:

Q – Kvarc

Mus – Muskovit

F – Feldspat

LES – Pored primarnih minerala koji su konstatovani u frakciji praha, određeni su detaljnije i minerali glina (uobičajen način kod odredbe minerala glina, a u cilju tačnog određivanja prisustva/odstustva nekog od minerala iz grupe minerala glina). Prisutni su sledeći minerali:

Q – Kvarc

F – Feldspat

L – liskuni

Min. Glina

Od minerala Gline identifikovani su:

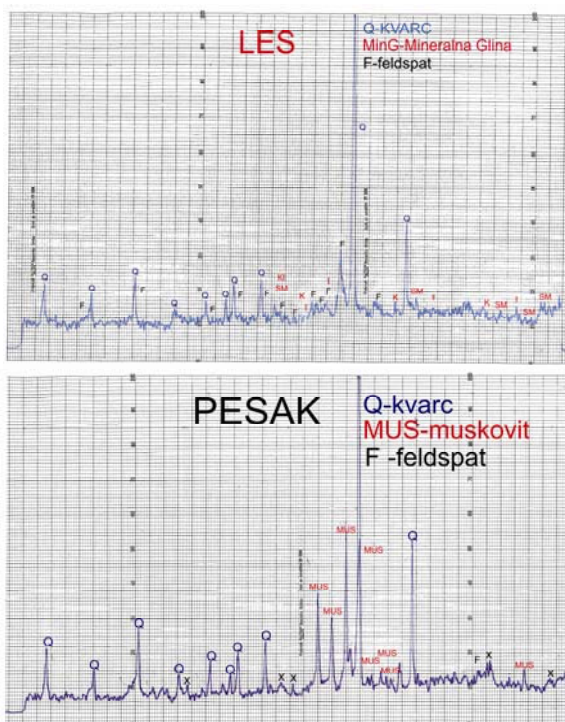
Il – Ilit

Hl – Sm (Hlorit i Smektiti)

K – Kaolinit

MSS – mešano slojeviti silikati.

Determinacija i konstatovanje prisustva pojedinih minerala data je na osnovu karakterističnih (d) vrednosti za svaki mineral, označeno u jedinicama (Angstrom Å, sa kruzicom iznad slova Å). To znači da se napred pomenuti tretmani (zasićen etilen-glikolom EG i žaren na 550 C°). Cilj je bio da se odrede minerali prisutni u pomenutim uzorcima, što je i urađeno, potvrđeno i dokumentovano.



Slika 2. Difraktogrami uzoraka peska i lesa

ZAKLJUČAK

Može se zaključiti da je koncentracija propuštenih nitrata u eluatu najveća kada je visina stuba uzorka 10 cm.

Takođe, iz slike 1. možemo da vidimo da je zavisnost između visine stuba peska (lesa) i određene količine nitrata gotovo eksponencijalno zavisna, što znači da u ovim visinama stuba peska možemo teoretski proračunati očekivane koncentracije.

Koncentracije nitrata veća je u uzorku lesa zbog toga što se kroz pesak rastvor lakše ispira nego u drugom slučaju kod lesa.

Za potrebe ovih istraživanja odabran je kao supstrat pesak i les, zbog velike razlike u svojstvima tj. propustljivosti i poroznosti koja je uslovljena granulometrijskim sastavom istih.

Još jedan od razloga je taj što se na lesu kao podlozi zasnivaju najplodnija zemljišta u Srbiji na kojima se odvija intenzivna poljoprivredna proizvodnja, što uslovljava stalnu melioraciju zemljišta unošenjem veštačkih đubriva.

Koncentracija sastava zemljišnog rastvora veoma je promenljiva i u zavisnosti je od mnogobrojnih faktora spoljašnje sredine (temperatura zemljišta, vlažnost zemljišta, aeracija zemljišta, pH vrednost zemljišta, mikrobiološka aktivnost zemljišta. U zemljišnom rastvoru istovremeno se odvijaju i procesi razlaganja i procesi sinteze organskih, mineralnih i organomineralnih jedinjenja.

Rastvorljivost NaNO_3 je velika, te đubrivo prelazi u rastvor kada u zemljištu ima dovoljno vlage. U slučaju da je količina vlage u zemljištu velika i da preovlađuju descendetni tokovi, postoji opasnost da se nitrat ispere u dublje slojeve. Iz ovog razloga treba izbegavati dodavanje velikih količina NaNO_3 , kao i drugih đubriva koja sadarže azot u obliku nitrata.

Do ispiranja nitrata iz zemljišta dolazi zbog njihove rastvorljivosti i zbog toga što zemljište nema sposobnost da ih veže bilo hemijski bilo fizičko-hemijski. Nitrati ne grade nerastvorljive soli ni sa jednim katjonom zemljišta, a na površinama koloidnih čestica ne mogu da se adsorbuju. Na osnovu ovog može se zaključiti NO_3^- ne vezuje se u zemljištu a kad je voda u pitanju on se ispira, a što je klima vlažnija (više padavina) ili se više navodnjava, dolazi i do većeg ispiranja. Kad je u pitanju zemljište, što je teži mehanički sastav (više gline) zemljište slabije propušta vodu i dolazi do manjeg ispiranja i većeg zadržavanja zagađivača, jer u zemljištu dominiraju

sitnije pore i voda se sporije kreće. Les sadrži više praha i gline, manja je poroznost zemljišta pa je sporije proceđivanje nego kod peska. Zbog toga, npr. količine nitratnih đubriva koje se daju na peskovitim zemljištima u jednom mahu manje su nego na zemljištima težeg mehaničkog sastava.

REFERENCE

- [1] Dr S. Vujasinović, B. Filipović, *Zaštita podzemnih voda*, Beograd, 1982
- [2] Dr S. Vujasinović, *Zagađivanje i zaštita podzemnih voda*, Beograd, 1988
- [3] Dr Rudolf Kastor, *Zaštita agroekosistema*, Novi Sad, 1995
- [4] Dr Božidar Milenović, *Ekološka ekonomija*, Niš, 1996
- [5] Dr Ružica Džamić i Dr Dragi Stevanović, *Agrohemija*, Beograd, 2000

TOKSIČNI ELEMENTI U POLJOPRIVREDNOM ZEMLJIŠTU I VODI ZA NAVODNJAVANJE

Margareta Žarkov Kovačević

Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: Tokom ovog ispitivanja izvršeno je određivanje plodnosti poljoprivrednog zemljišta i kvaliteta vode za navodnjavanje, sa posebnim osvrtom na sadržaj teških metala. Ispitivanjem je obuhvaćeno šire područje grada Beograda. Sva ispitivana zemljišta su vrlo bogato obezbeđena kalijumom i fosforom i srednje obezbeđena azotom posebno u uzorcima iz plastenika. Na osnovu izmerenih koncentracija ispitivanih teških metala, detektovane vrednosti, u većoj meri ne odstupaju od uobičajenih za poljoprivredno zemljište. Vode sa lokaliteta Grabovac, Ovča i Slanci, prema propisanoj klasifikaciji spadaju u IV-a klasu.

Ključne reči: *plodnost zemljišta/ voda za navodnjavanje/ teški metali*

TOXIC ELEMENTS IN AGRICULTURAL LAND AND WATER FOR IRRIGATION

Margareta Žarkov Kovačević

Faculty of Applied Ecology Futura, Singidunum University

Abstract: *During the tests carried out to determine the fertility of agricultural land and water quality for irrigation, with special reference to the content of heavy metals. The study involved a wider area of Belgrade. All the tested soil is very rich in potassium and provided phosphorus and nitrogen medium provided separately in the samples from greenhouses. Based on the measured concentration of heavy metals tested, detected values do not deviate from the usual for agricultural land. Water from the site Grabovac, Ovča and Slanci, according to the prescribed classification belong to a class IV.*

Key words: *soil fertility/ water for irrigation/ heavy metals*

UVOD

U cilju ispitivanja toksičnih elemenata i plodnosti poljoprivrednog zemljišta uzorkovanje je izvršeno sa parcela u okolini Beograda. Ispitivanje je realizovano tokom 2006 i 2007 godine. Pored određivanja plodnosti zemljišta, ispitivane su fizičko-hemijske osobine vode za navodnjavanje i izvršena njena klasifikacija. Dalja ispitivanja podrazumevaju određivanje parametara plodnosti zemljišta (azot, fosfor i kalijum), a izvršeno je i ispitivanje prisustva toksičnih elemenata (teških metala) u zemljištu i vodi za navodnjavanje.

1. UZORKOVANJE I ISPITIVANJE ZEMLJIŠTA I VODE ZA NAVODNJAVANJE

Uzorkovanje zemljišta je izvršeno sa dvanaest lokaliteta, a vode za navodnjavanje sa šest lokaliteta. Svako mesto uzorkovanja je identifikovano i tačno određeno (geografskom širinom i dužinom) u GPS-sistemu. Najveći deo poljoprivrednih površina je pod ratarskim usevima, slede površine pod voćnjacima i vinogradima a ispitivanjima su obuhvaćena i zemljišta pod povrtarskim kulturama u plastenicima. Priprema uzoraka zemljišta za fizičko-hemijske analize izvršena je prema propisanom međunarodnom standardu ISO 11464.



Slika 1. Ortofoto snimak šireg ispitivanog područja Beograda, čije granične konture na ortofoto snimku su tamnije osenčene

1.1 Laboratorijska ispitivanja

Laboratorijska ispitivanja obuhvataju određivanje fizičko-hemijskih osobina, parametara plodnosti zemljišta i sadržaja teških metala u zemljištu i vodi za navodnjavanje. U skladu sa standardnim metodama ISO 11047, određeni su teški metali u zemljištu.

Ekstrakcija potencijalno toksičnih elemenata olova, kadmijuma, bakra i cinka iz uzoraka zemljišta izvršena je u skladu sa standardnom metodom ISO 11466, sadržaj teških metala u ekstraktu zemljišta i vodi za navodnjavanje, određen je metodom plamene atomske apsorpcione spektrometrije po metodi ISO 11047.

2. FIZIČKO - HEMIJSKE OSOBINE I PLODNOST ZEMLJIŠTA

Fizičko-hemijske osobine i plodnost zemljišta prikazani su u tabeli 1. Sva ispitivana zemljišta su vrlo bogato obezbeđena kalijumom pri čemu se veoma visok sadržaj kalijuma čak dva do tri puta viši, javlja u uzorcima koji su uzeti iz plastenika zbog povećane primene mineralnih đubriva sa većim sadržajem kalijuma. Sva zemljišta kod kojih je prisutan izrazito visok sadržaj kalijuma po mehaničkom sastavu spadaju u lake gline, te se kalijum adsorbovan na glini zadržava u zemljištu. Fosfor u zemljištu, a koji je dostupan biljkama, nalazi se u obliku lakše rastvorljivih jedinjenja iz kojih biljke mogu da ga apsorbuju zajedno sa ostalim biogenim elementima, (R. Kastori, „ *Teški metali u životnoj sredini*“).

Tabela 1. *Fizičko-hemijske osobine zemljišta i plodnost zemljišta*

Uzorak		Humus	Organski C	CaCO ₃	pH vodi KCl	1M,	N %	P ₂ O ₅ /100 g zem (mg)	K ₂ O /100g zem. (mg)
	Lokalitet	(%)	(%)	(%)					
1	Begaljica	2.48	1.44	0	4.81	3.99	0,16	6,67	26,27
2	Begaljica	2.75	1.60	0	5.81	4.89	0,15	8,16	30,75
3	Begaljica	1.62	0.94	0	6.20	5.03	0,10	3,01	18,15
4	Ratari	8.56	4.97	0	7.37	6.70	0,44	31,52	25,17
4/1	Ratari				7.20	6.56	0,36	19,37	26,45
4/2	Ratari				7.35	6.40	0,48	16,85	25,31
5	Grabovac	4.03	2.34	0	7.47	6.75	0,22	35,50	58,63
6	Grabovac	2.91	1.69	0	6.22	5.32	0,21	18,66	18,66
7	Slanci	4.01	2.33	2.25	7.53	7.06	0,27	51,15	71,67
8	Slanci	2.86	1.66	4.72	7.68	7.47	0,18	31,17	23,79
9	V.Selo	3.17	1.84	5.78	8.01	7.71	0,26	40,04	55,30
10	Banjica	2.04	1.18	0		4.05	0,13	2,99	22,91
					4.99				
11	Vinča	2.95	1.71	0.26	7.29	6.39	0,19	3,12	14,43

Na lokalitetima: Ratari, Slanci i Veliko Selo, zapaža se porast koncentracije fosfora, posebno u plastenicima što je posledica povećane upotrebe mineralnih đubriva. Lokaliteti: Banjica i Vinča, uzorci 10 i 11 su slabohumusna zemljišta pod zasadam voća te nisu tretirana mineralnim đubrivima kao što je slučaj sa parcelama na kojima se gaji povrće. Đubranje kalijumom i fosforom treba da obezbedi optimalan nivo ova dva elementa u zemljištu a što u najvećoj meri treba da bude prilagođeno sastavu i svojstvima zemljišta kao i zahtevima gajenih biljaka. Prema Wohltmann-ovoj klasifikaciji, uzorci sa lokaliteta Begaljica, Slanci, Banjica i Vinča, predstavljaju zemljišta koja su srednje obezbeđena azotom. Lokalitet Ratari, uzorak 4, je vrlo bogato obezbeđen azotom.

Povećani sadržaj fosfora i kalijuma većeg od 50 mg u 100g zemljišta, može izazvati nedostatak mikroelemenata za biljke. Za uzorke koji sadrže više od 50 mg K_2O i P_2O_5 u 100g zemljišta, radi kontrole zemljišta preporučuje se izostavljanje đubrenja fosforom i kalijumom u naredne 3 do 4 godine uz stalnu kontrolu sadržaja mikroelemenata u zemljištu.

3. TOKSIČNI ELEMENTI U ZEMLJIŠTU SA ISPITIVANOG PODRUČJA

Obzirom da se u zaštiti povrtarskih biljaka primenjuju preparati-pesticidi na bazi bakra i cinka, prisustvo ovih elemenata je ispitivano samo u uzorcima zemljišta sa lokacija Obrenovac, Slanci i Ovča. Na ovim lokacijama je značajno ispitivati i prisustvo olova i kadmijuma, jer je poznato da su ovi elementi prisutni kao nečistoće u preparatima za zaštitu bilja neorganskog porekla. Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 2, očigledno je da su izmerene koncentracije ispitivanih toksičnih elemenata znatno ispod propisanih MDK vrednosti i u većoj meri ne odstupaju od uobičajenih vrednosti za poljoprivredno zemljište. *(Završni izveštaj o izradi i realizaciji prve faze projekta Toksični elementi i pesticidi u poljoprivrednom zemljištu i biljnom materijalu na teritoriji grada Beograda).*

Tabela2. Toksični elementi u uzorcima poljoprivrednog zemljišta

Uzorak	Lokalitet	Sadržaj (mg/kg)			
		Olovo	Kadmijum	Cink	Bakar
4	Obrenovac (Ratari)	27,38	0,273	95,18	34,44
5	Obrenovac (Grabovac)	22,60	0,134	116,10	23,99
6	Obrenovac (Grabovac)	21,68	0,107	75,29	20,54
7	Slanci	18,11	0,216	142,41	34,06
8	Slanci	13,54	0,12	79,45	23,43
12	Ovča	13,45	0,106	75,93	30,59

4. TOKSIČNI ELEMENTI U VODI ZA NAVODNJAVANJE SA ISPITIVANOG PODRUČJA

U odnosu na rezultate ispitivanja vode za navodnjavanje može se uočiti da svi uzorci predstavljaju prilično tvrde i tvrde vode, s tim da njihove osobine zavise kako od kvaliteta reka tako i od okolnog zemljišta sa koga se spiranjem u irigacione kanale mogu naći štetne materije kao što su teški metali koji ulaze u sastav nekih mineralnih đubriva i pesticida. U tabeli 3. prikazan je sadržaj mikroelemenata i teških metala u vodi za navodnjavanje. Voda sa lokaliteta Ovča, po svojim osobinama spada u I-a klasu sa besprekornim meliorativnim osobinama. Na lokalitetima Grabovac i Ratari detektovane su izvesne količine elemenata kao što su Pb, Mn Fe i Cu čije prisustvo može da bude uzrokovano bliznom termoelektrane Nikola Tesla u Obrenovcu. Lokalitet Ovča I, po poreklu je podzemna voda koja s koristi za navodnjavanje, pored Pb, Mn i Cu, sadrži i veliku količinu Fe 4,35 mg/l. Voda sa lokaliteta Slanci, je prilično tvrda sa količinom soli Na, K, Ca i Mg, takvom da spada u IIa klasu i može se koristiti za navodnjavanje jer u odnosu na njen sadržaj neće dovesti do zaslanjivanja ili acidifikacije zemljišta. Vode sa Lokaliteta Grabovac i Ovča I, spadaju u IV-a klasu i ne smeju se koristiti za navodnjavanje zbog opasnosti od zaslanjivanja zemljišta. Lokalitet Slanci I, prema poreklu predstavlja vodu iz potoka u koji se ulivaju sanitarne vode naselja.

Tabela 3. *Sadržaj mikroelemenata i teških metala u vodi za navodnjavanje*

Element mg/l	Slanci	Ovča	Grabova	Ratari	Ovča I	Slanci I	MDK mg/l
Cd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01
Pb	nd	nd	0,002	nd	0,001	nd	5
Ni	0,015	0,01	nd	nd	nd	nd	0,2
Mn	0,189	nd	0,170	0,024	0,052	0,134	0,2
Zn	nd	nd	0,004	nd	nd	nd	2,0
Fe	0,786	0,11	1,203	0,713	4,347	0,133	5
Cu	0,001	0,016	0,006	0,001	0,004	0,005	0,05
Co	0,003	nd	nd	nd	nd	nd	
K	65,812	2,366	2,601	4,492	3,787	55,176	
Na	64,756	19,2	357,924	341,237	294,268	287,987	
Ca	67,822	75,40 1	121,191	119,345	98,854	82,645	
Mg	48,898	24,81 1	70,555	91,474	57,723	54,973	

ZAKLJUČAK

Kontrolom plodnosti zemljišta, sastava vode za navodnjavanje i određivanjem sadržaja toksičnih elemenata dolazi se do podataka o stanju poljoprivrednog zemljišta i mogućnosti njegove bezbedne upotrebe pri gajenju poljoprivrednih kultura. U poljoprivredi, da bi se uspješno rešili problemi smanjenja kvaliteta zemljišta, u intervalu od tri do četiri godine neophodno je vršiti kontrolu plodnosti zemljišta, upotrebe đubriva i pesticida. Takvom kontrolom bi bila smanjena potrošnja biljnih kultura sa povećanim sadržajem toksičnih elemenata, čime bi bio dat značajan doprinos očuvanju zdravlja potrošača. Izbegavanjem zagađivanja i degradacije životne sredine obezbeđujemo uslove za primenu održivog razvoja u poljoprivredi. Uvođenjem i poštovanjem ekoloških normi u proizvodnju hrane vrši se prelaz sa intenzivne poljoprivrede na održivu poljoprivredu.

REFERENCE

- [1] ISO standardi; 11466, 11464, 11047
- [2] R. Kastori, D. Bogdanović, M. Ubavić, V. Hadić, Teški metali u zemljištu „ *Teški metali u životnoj sredini*“ Naučni Institut za ratarstvo i portarstvo, Novi Sad, 1997,
- [3] R. Kastori, M. Vapa, , Lj. Vapa, Teški metali i životinjski svet, Teški metali u životnoj sredini „*Teški metali u životnoj sredini*„ Naučni Institut za tarstvo i portarstvo, Novi Sad, 1997
- [4] M. Marković, P. Kljajić, *Završni izveštaj o izradi i realizaciji prve faze projekta Toksični elementi i pesticidi u poljoprivrednom zemljištu i biljnom materijalu na teritoriji grada Beograd*, Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd – Zemun, 2007

PRAĆENJE KVALITETA URBANOG VAZDUHA U MREŽAMA INSTITUCIJA JAVNOG ZDRAVLJA I HIDROMETEOROLOŠKOG ZAVODA SRBIJE

Marija Ignjatović, Branislava Matić, Mladen Milić,
Milica Gojković, Vojislava Dudić
Institut za javno zdravlje Srbije "Dr Milan Jovanović Batut"

Izvod: *Da bi se shvatilo urbano zagađenje vazduha potrebno je znati izvore zagađenja, njihov uticaj na životnu sredinu i strategiju kontrole i praćenja zagađenja. Merenje zagađenosti vazduha vrši se na mernim mestima sa prepoznatim izvorima zagađenja: saobraćaj, industrijska, rezidencijalna merna mesta, i stanice za praćenje tragova (back ground) zagađenja. Nepotpuno sagorevanje je jedan od najbitnijih izvora zagađenja. Kvalitet urbanog vazduha prati se u Srbiji merenjima u dve mreže mernih mesta: mreža institucija javnog zdravlja za merenje imisije i mreža Hidrometeorološkog zavoda Srbije (HMZS). Parametri zagađenja mereni u mreži javnog zdravlja, prikazani u ovom radu su sumpor-dioksid (SO_2), čađ i azotni oksidi (NO_x), dok su iz mreže HMZS prikazane vrednosti parametara u padavinama. Zagađujuće materije poreklom iz izduvnih gasova motornih vozila sistematski se prate na raskrsnicama u Beogradu. Rezultati merenja mreže zavoda za javno zdravlje prezentovani su u vidu trendova zagađenja. U Beogradu i Kostolcu beleži se rastući trend nivoa zagađenja SO_2 , dok je u Leskovcu i Kragujevcu u padu. Porast zagađenja vazduha čađu zapaža se u Užicu, Ivanjici, Beogradu i Kostolcu. U Beogradu, Kruševcu, Nišu i Pančevu raste trend zagađenja azotovim oksidima, dok u Šapcu opada. Iz analize parametara padavina u petogodišnjem nizu vidi se da nema značajnije razlike godišnjih i sezonskih koncentracija zagađujućih materija. Što se tiče zagađenja vazduha poreklom od mobilnih izvora, zapaža se porast koncentracija svih zagađujućih materija, osim koncentracija olova, koje su u opadanju.*
Ključne reči: *urbani vazduh/osnovne zagađujuće materije/ padavine/ saobraćaj*

URBAN AIR QUALITY MONITORING NETWORKS IN PUBLIC HEALTH INSTITUTIONS AND SERBIAN HYDROMETEOROLOGICAL SERVICE

Marija Ignjatović, Branislava Matić, Mladen Milić,
Milica Gojković, Vojislava Dudić
Institute of public health of Serbia "Dr Milan Jovanovic Batut"

Abstract: *Being familiar with sources of urban air pollution, its environmental impact, and the strategy of pollution control and monitoring, helps in understanding the pollution, itself. Air pollution measurements are undertaken at the sampling points with recognized pollution sources, such as: traffic and industry, as well as residential areas and sites established for pollution traces monitoring (background). Incomplete fuel combustion is one of the key sources of pollution. Air quality monitoring in Serbia is undertaken through measurements within two official sampling point networks: Public Health institutions' network, and Republic Hydro meteorological Service of Serbia's (RHMS). This paper deals with values of key indicators of urban air pollution. Public Health network measures sulfur dioxide (SO_2), black smoke and nitrogen oxides (NO_x). As for the RHMS network, only wet deposition parameter values will be presented. A systematic monitoring of air pollutants originating from vehicular exhaust is undertaken on key urban inter-sections in Belgrade. Trend line was used to present pollution measurement results from Public Health network. Rising trend line slope marks the SO_2 pollution in Belgrade and Kostolac, while in Leskovac and Kragujevac it is decreasing. Black smoke pollution trend line rises in Belgrade, Kostolac, Uzice and Ivanjica. The trend line of NO_x pollution is on the rise in Belgrade, Krusevac, Nis and Pancevo, while in Sabac it's dropping down. Analysis of wet deposition parameters during a continuous 5-year period shows no significant difference among annual and season concentrations of air pollutants. As for the vehicular air pollution, an increase of concentration values of all, but one pollutant (lead) is evident.*

Key words: *urban air/ basic air pollutants/wet deposition/ traffic*

UVOD

Upravljanje kvalitetom vazduha obuhvata nekoliko elemenata: ocenu kvaliteta vazduha uz odgovarajući monitoring i upotrebu dobijenih podataka, postojanje zakonske osnove koja reguliše i kontroliše emisiju i mogućnost reagovanja u slučaju nepoštovanja standarda kvaliteta vazduha. Hemijske komponente prisutne u atmosferi postaju zagađujuće materije kada se jave u visokim koncentracijama i prouzrokuju posledice po životnu sredinu i ljudsko zdravlje. Zagađujuće materije u vazduhu grupišu se prema hemijskom sastavu, nivou koncentracija ili uticaju na životnu sredinu. U cilju prevencije posledica po zdravlje urbane populacije, široko je zastupljeno praćenje nivoa zagađenja SO_2 , NO_x i čađ, dok se specifični parametri (CO , Pb , VOC , PM i prizemni ozon) prate na manjem broju mernih mesta.

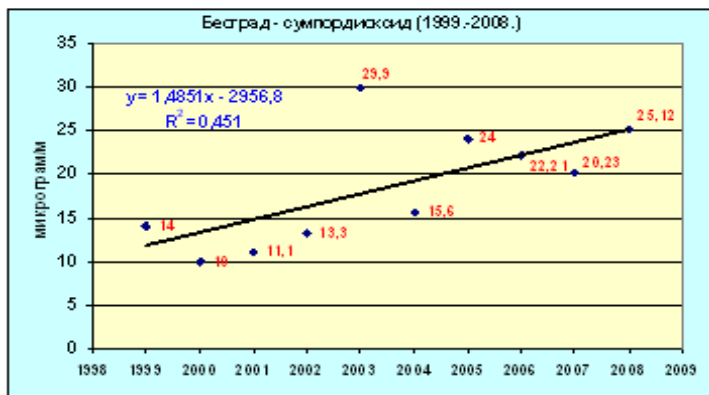
Cilj ovog rada je da prikaže trendove zagađenja osnovnim parametrima u reprezentativnim urbanim celinama, kao i da ukaže na neophodnost uspostavljanja osnovnih uslova za uspešno upravljanje kvalitetom vazduha. Pod ovim se podrazumeva koordinacija između tri celine: pružanje informacija bitnih za organe vlasti i javnost (praćenje kvaliteta vazduha, katastar emisija i modeliranje), stručno-tehnička osposobljenost za upravljanje (zakonski okvir i kaznena politika) i povećanje efikasnosti upravljanja kvalitetom vazduha.

1. METODOLOGIJA

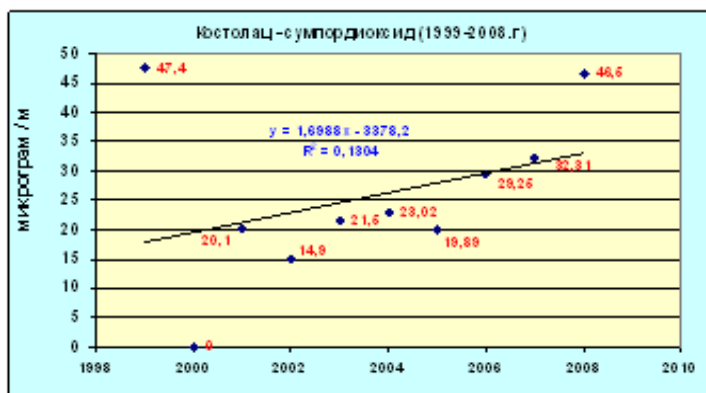
Praćenje osnovnih zagađujućih materija u mreži javnog zdravlja vrši se svakodnevno. U radu su prezentovani linearni trendovi srednjih godišnjih vrednosti za SO_2 , NO_x i čađi u reprezentativnim urbanim celinama (1). U regionalnoj mernoj mreži HMZS na 7 mernih mesta sakupljaju se dnevni uzorci padavina od 07 časova tekućeg do 07 časova narednog dana. Prati se 5-godišnji niz ponderisanih vrednosti (2). Zagađenje vazduha poreklom od saobraćaja prati se na 14 reprezentativnih mernih mesta (raskrsnica) u Beogradu. Prate se koncentracije CO , Pb , VOC , SO_2 , NO_2 (3).

2. REZULTATI

Rezultati merenja prezentovani su kao trendovi zagađenja.



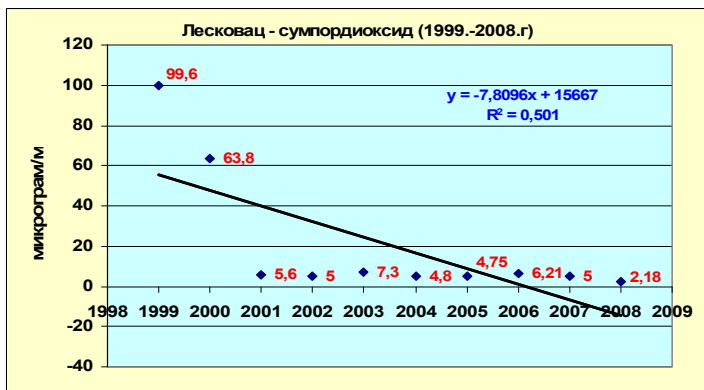
Grafikon 1



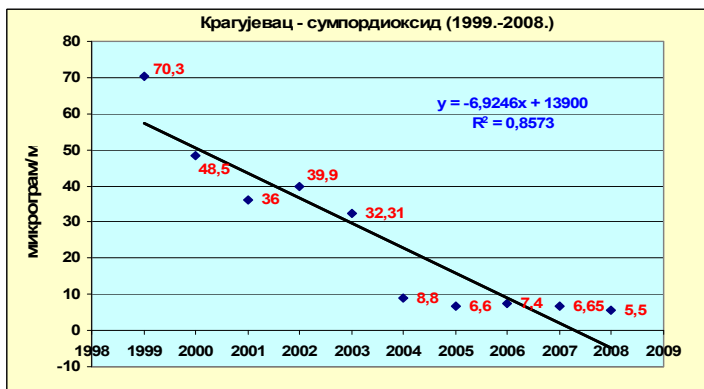
Grafikon 2

Rastući trend, zagađenja sumpor-dioksidom zapaža se u Beogradu i Kostolcu u desetogodišnjem periodu od 1999. - 2008.godine (slika 1, 2)

S druge strane, **opadajući trend srednje godišnje vrednosti za imisiju sumpor-dioksida** zapaža se u Leskovcu i Kragujevcu (grafikon br. 3-4).

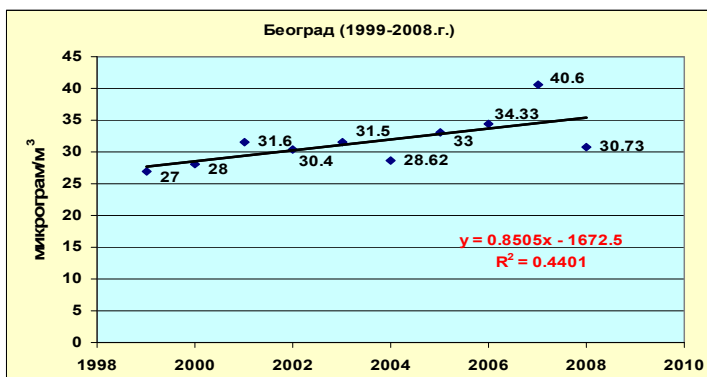


Grafikon 3

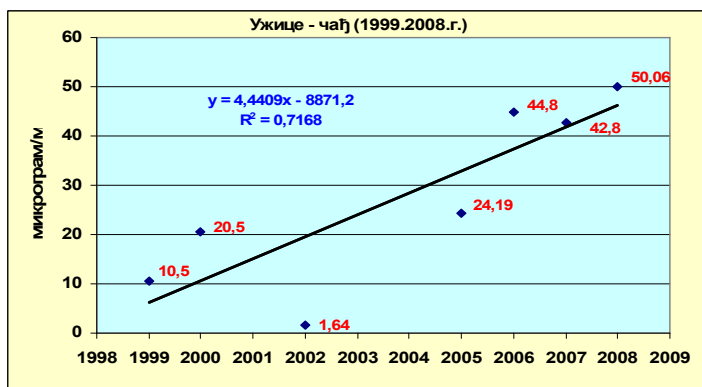


Grafikon 4

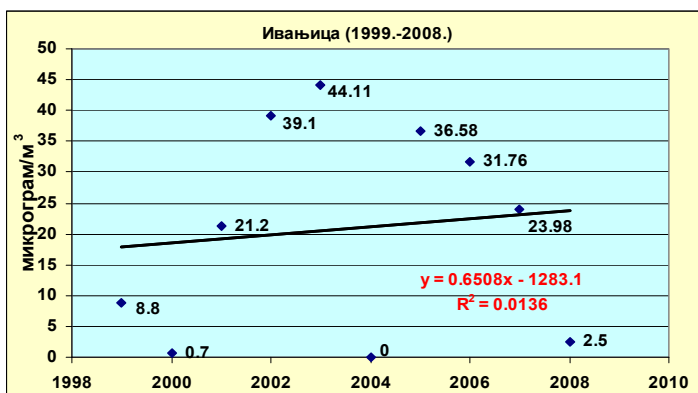
Rastući trend загађења čađi, iako srednje godišnje vrednosti nisu prelazile dozvoljene GVI ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), zabeležene su u Užicu, Beogradu, Ivanjici, Kostolcu (grafikon br. 5 - 8)



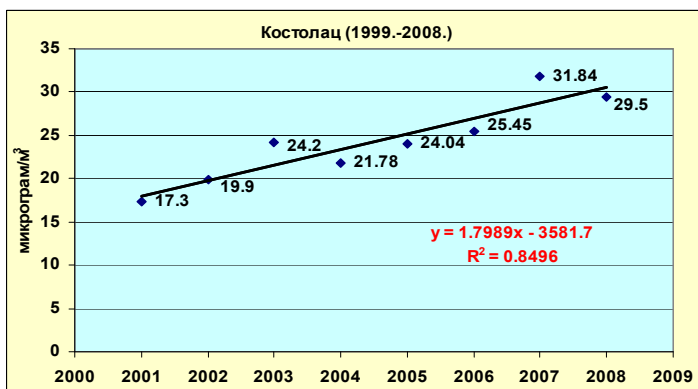
Графикон 5



Графикон 6



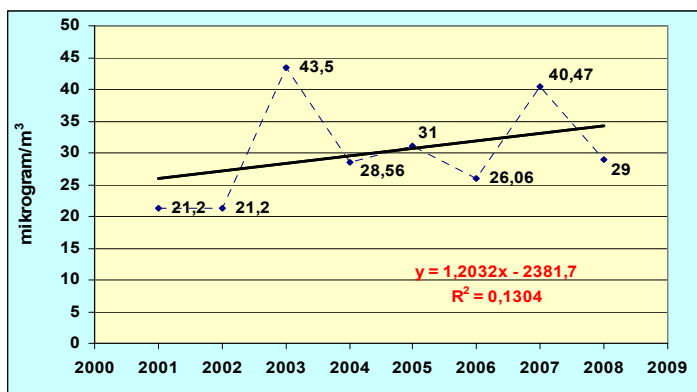
Графикон 7



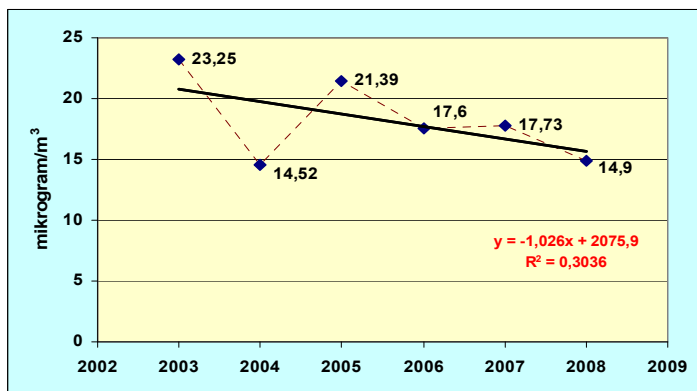
Графикон 8

Trendovi zagađenja urbanog vazduha azot-dioksidom u Beogradu, Kruševcu, Nišu, Pančevu i Šapcu za period 2001 – 2008.godina.

Analizom rezultata merenja azot-dioksida konstantovan je rastući trend zagađenja u Beogradu, Kruševcu, Nišu i Pančevu, dok je u Šapcu u opadanju.



Grafikon 5, Beograd



Grafikon 6, Šabac

S obzirom da je za emisije sva tri polutanta, pre svega, odgovorna antropogena delatnost, i u ovom slučaju bi se mogla napraviti analiza intenziteta i vrste tih aktivnost, sa ciljem što efikasnije prevencije zagađenja i remedijacije već načinjene štete po kvalitet vazduha. U tom smislu, moguće je zaključiti da se opadajući trend zagađenja registruje u onim urbanim celinama u kojima je došlo do drastičnog pada industrijske proizvodnje (Kragujevac, Leskovac). S obzirom na moguću vezu između industrijske proizvodnje (socio-ekonomskog statusa jedne urbane celine) i

stepena zagađenja urbanog vazduha, moguće je pravovremeno sačiniti valjanu strategiju upravljanja kvalitetom vazduha, sa aspekta očuvanja zdravlja populacije. Realni pomak u ovom smeru načinila je Vlada RSrbije usvajanjem Akcionog Plana za životnu sredinu i zdravlje dece za period 2009 – 2019.g u kojem su za oblast kvaliteta vazduha jasno definisani prioritetni indikatori koji će se pratiti od strane odgovornih institucija, a sa ciljem umanjenja uticaja degradiranog vazduha na zdravlje dece (4).

Regionalna merna mreža RHMZ Srbije

U ovoj mreži, u padavinama su u petogodišnjem nizu, praćeni sledeći parametri: **pH, SO₄, NO₃, NH₄, Na, Mg, Ca, Cl, K i provodljivost**. U pitanju su ponderisane vrednosti iz kojih se vidi da nema značajnije razlike godišnjih i sezonskih koncentracija zagađujućih materija u padavinama, ali se primećuje tendencija alkalizacije.

Saobraćaj kao izvor zagađenja

Efikanas i prilagodljiv saobraćajni sistem je osnova ekonomije i kvalitetnog života jedne zemlje. Međutim, saobraćaj znatno utiče na životnu sredinu i na zdravlje ljudi (“suviše saobraćaja ubija saobraćaj”). Saobraćaj postaje i sve veći potrošač energenata i “proizvođač” gasova staklene bašte ().

Beograd, glavni grad Srbije, u kome živi četvrtina stanovništva zemlje svojim položajem predstavlja pravi izazov za rešavanje problema zagađenja vazduha poreklom od saobraćaja. Staro jezgro grada karakterišu uske ulice kanjonskog tipa kroz koje prolazi i do 5700 vozila na sat (3). Uzimajući u obzir prosečnu starost vozila, malu propusnu moć glavnih saobraćajnica, jasno je da zagađenje vazduha od mobilnih izvora postaje jedan od najaktuelnijih problema grada.

U saradnji sa Katedrom za saobraćajno inženjerstvo uporedno sa brojanjem vozila na raskrsnicama merene su i satne koncentracije zagađujućih materija poreklom od saobraćaja.

Uočena su dva karakteristična tipa raskrsnice. Prvi tip su raskrsnice “London“, „Nušićeva“, „Skupština“ sa 92% putničkih automobila i prosečnim prolaskom od oko 4.000 po satu do 6.000 vozila u

špicevima. Drugi tip je raskrsnica ulica Bulevar despota Stefana i Cvijićeve sa 86% putničkih automobila i 14% teretnih vozila i autobusa. Kroz raskrsnice u špicevima prođe oko 4.000 vozila po satu.

Rezultati merenja na raskrsnici „London“

Na raskrsnici London brojanje vozila i merenje koncentracija zagađujućih materija bilo je u ranim popodnevni satima od 13-14 časova i 14-15 časova. Merene zagađujuće materije su: CO, VOC, NO₂, SO₂ i Pb.

Tabela br. 1a: *Praćenje parametara zagađenja urbanog vazduha na raskrsnici "LONDON"*

vreme h	Br. vozila / satu	CO mg/m³	VOC mg/m³	NO₂ µg/m³	SO₂ µg/m³	Pb µg/m³
13-14	4700	12.74	10.88	174	270	0.9
14-15	4700	15.12	12.18	158	340	1.4

Tabela br.1b: *Praćenje meteoroloških parametara na raskrsnici "LONDON"*

vreme h	Temperatur a	Vlažnost vazduha	Vazdušni pritisak	Brzina vetra	Pravac vetra
13-14	24.4 ⁰ C	39%	1007mbar	3.07m/s	NW
14-15	24.6 ⁰ C	39%	1007mbar	1.96m/s	NW

Na raskrsnici London meteorološki parametri, prvenstveno brzina vetra, utiču na koncentracije zagađujućih materija. Pri istom protoku vozila, a različitim brzinama vetra, koncentracije zagađujućih materija su podložne promenama.

ZAKLJUČAK

Može se primetiti da u oblasti praćenja kvaliteta urbanog vazduha u R.Srbiji postoji određena nekoherentnost, u smislu da:

- podaci o kvalitetu vazduha potiču iz različitih izvora (mreža institucija javnog zdravlja, mreža RHMZ Srbije, Agencija za životnu sredinu Srbije i lokalna samouprava);
- se koriste različite metode merenja i analiziranja rezultata;
- ne postoji katastar emisije u svim relevantnim urbanim sredinama.

Pored toga, postojeća merna mesta nisu reprezentativna u odnosu na realne izvore emisije. Stoga proizilazi neophodnost definisanja katastra zagađivača u skladu sa upravo donetom **Uredbom o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha** ("Sl.glasnik" RS br.11/10) (5).

REFERENCE

- [1]Godišnji izveštaj Instituta za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“: „*Zagađenost vazduha na teritoriji Republike Srbije u mreži urbanih stanica za merenje emisije u 2008.godini*“.
- [2]Godišnji izveštaji HMZS: *"Meteorološki godišnjak: Kvalitet vazduha" za period 2005.-2009.g.*
- [3]Godišnji izveštaj Instituta za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“: „*Ispitivanje kvaliteta vazduha praćenjem specifičnih zagađujućih materija poreklom od izduvnih gasova motornih vozila u Beogradu tokom 2009.godine*“
- [4]Plan akcije za životnu sredinu i zdravlje dece u Republici Srbiji za period od 2009. do 2019. godine ("Sl.glasnik" RS br.83/09).
- [5]Uredba o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha ("Sl.glasnik" RS br.11/10).

LEŽIŠTE MINERALNIH SIROVINA, ZAGAĐENJE I PROBLEMI, ORGANIZACIJA GIS BAZE PODATAKA

Boris Vakanjac, Tijana Čoporda Mastilović
Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: *U Srbiji se u poslednjih 100 godina vrši ekstenzivno istraživanje i eksploatacija mineralnih sirovina. Ove aktivnosti uključujući procese obogaćivanja i topljenja rude, kao i postojanje različitih jalovišta uzrokuju kontinualno zagađenje zemljišta, vode i vazduha.*

U ovom radu je dat mogući model interaktivne GIS baze podataka, a na osnovu sistematizacije postojećih podataka i formiranja različitih atributnih kategorija.

Rezultati koji se mogu dobiti pomenutim sistemom omogućiće lak i brz pristup objektima od interesa, formiranje različitih šema monitoringa i ukazaće na različite probleme (zagađene prostore, slivove moguće rizike itd.).

Ključne reči: *podatak/ zagađenje/ GIS/ karta/ vektor*

MINING MINERAL RESOURCES - POLLUTION AND ISSUES - ORGANISATION GIS DATA BASE

Boris Vakanjac, Tijana Čoporda Mastilović
Faculty for Applied Ecology Futura, Singidunum University

Abstract: *During last 100 years in Serbia, extensive exploration and mining of various mineral resources is carried out. These activities, including mineral processing and melting, as well as growing dumped mine material, causing continuity pollution of soil, water and air.*

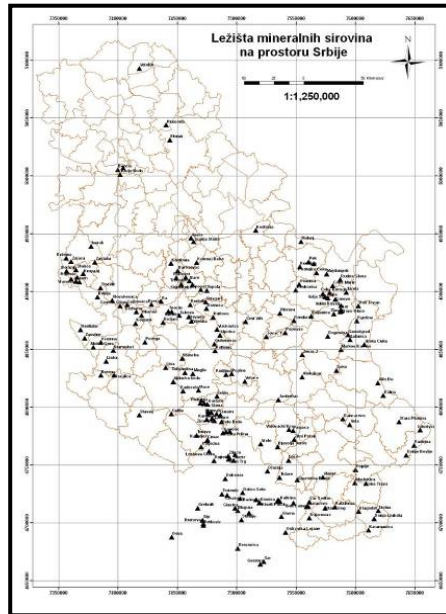
In this paper, organization of GIS data base system model related to polluters and polluted areas are given. On the basis of observing numbers of data it is possible to establish interactive data base in excel and GIS programs.

The results which can be provided from mentioned system can give easy and quick access to item on interest, provide monitoring schemes and highlighting various issues (polluted areas, confluent, possible risks etc.)

Key words: *data/ pollution/ GIS/ maps/ vector*

UVOD

U poslednjih 100 godina, na prostoru Republike Srbije prisutna je ekstenzivna eksploatacija različitih mineralnih sirovina u cilju dobijanja obojenih metala, građevinskog materijala i uglja. Pored dramatičnih istorijskih promena na prostoru današnje Republike Srbije (Balkanski ratovi, I svetski rat, II svetski rat, Socijalistička revolucija, Kriza vezana za raspad SFRJ i na kraju NATO bombardovanje), takođe se i eksploatacija mineralnih sirovina vršila uglavnom bez obraćanja pažnje na ekološke aspekte i zaštitu životne sredine. Posebno je značajan period od 1945. do 2000. godine.



Slika 1: *Prikaz ležišta mineralnih sirovina na prostoru Srbije*²

Ono što karakteriše eksploataciju ležišta mineralnih sirovina odnosi se na:

1. Prostor sa povećanom koncentracijom određenih elemenata i minerala; korisnih, pratećih-uslovno nekorisnih i uvek određenim procentom štetnih i otrovnih materija
2. Prostor koji je po definiciji fizički degradiran (površinski kopovi i podzemna eksploatacija)
3. Prostor koji dolazi u komunikaciju sa vodom, vazduhom i živim svetom

Elementi i minerali miruju u Zemljinoj kori i ne dolaze u kontakt sa “biosferom”. Eksploatacijom mineralnih sirovina, elementi i minerali dolaze u oksidacionu, vodom bogatu sredinu,

²podaci izgenerisani iz gisa (1)

dinamičnu procesima, potpuno drugačiju od one u kojoj su egzistirali tokom geološkog vremena. Naime, u površinskim uslovima dolazi do procesa reakcije minerala sa agensima aktivnim na površini planete Zemlje (kiseonik, voda, ugljen dioksid, promene temperature), u kojima se oslobađaju materije opasne po život različitih biocenoza.

U radu će se dati prikaz eksploatacije površinskih kopova Kolubare i Majdanpeka koja se u dugodišnjem periodu negativno ispoljila na životnu sredinu.

1. POVRŠINSKI KOP KOLUBARA

Površinski kop lignita-Kolubara, obuhvata površinu od 50 km² i nalazi se u jednom od poznatih poljoprivrednih “prostora”. Intezivna dugogodišnja eksploatacija uslovlila je pojavu sledećih pratećih pojava koje degradiraju životnu sredinu:

- Deposol koji u suštini predstavlja prašinu od gline, peska i lignita
- Oslobađanje kiselih rastvora, reakcijom sulfida uglavnom piritu (FeS_2)
- Oticanje materijala (u vidu suspenzija) sa prostora rudnika-površinskog kopa, uglavnom, fragmenata lignita, gline, peska i sulfida
- Velike geomorfološke modifikacije terena zbog načina eksploatacije
- Nestabilnost terena uzrokovano rudarsko-eksploatacionim aktivnostima [1]



Slika 2: *Satelitski snimak površinskog kopa Kolubare* [2]



Slika 3: *Deo površinskog kopa Kolubare* [3]

Nekontrolisana i neracionalna eksploatacija površinskog kopa Kolubare, u jednom trenutku iscrpit će zalihe lignita, ostave relativno veliki devostirani prostori koji su danas lako vidljivi satelitskim snimanjem.

2. POVRŠINSKI KOP MAJDANPEK

Majdanpek je površinski kop veličine 40 km², karakteristično po ležištima porfirskog i metasomatskog karaktera. Porfirska ležišta karakteriše prisustvo Cu i Au (Ag, Bi, Te), dok metasomatsko ležište sadrži Au, Cu, Pb, Zn, Ag, W, Mo, Sn, Fe. Vrednost ležišta (kopa) Majdanpek izraženo je sledećim rezervama: Au 240 t, Cu 3 750 000 t, Ag 1 750 t, Mo 30 000 t i PbZn 83 000 t; kao i sledećim mineralnim sastavom: Halkopirit, Bornit, Molibdenit, Teluridi, Pirit, Magnetit, Teluridi i Zlato [1].

Ekološki problemi koji se javljaju prilikom eksploatacije ležišta površinskog kopa Majdanpek bili bi:

- Ovakva “hidrotermalna” ležišta nose uvek određenu količinu otrovnih materija
- Stvaranje slabe sumporne kiseline pri reakciji sulfida sa kiseonikom i vodom
- Pojava deposola
- Kisele ocedne vode, koje nastaju zbog reakcije sulfidnih minerala sa atmosferijama (voda, kiseonik) kao i prisustvo metala, Cu, Bb, Zn, Te i drugih
- Velika količina materijala na jalovištu kao i otvoreni kop



Slika 4: Satelitski snimak
površinskog kopa Majdanpek
[2]



Slika 5: Deo površinskog
kopa Majdanpek
[4]

Intezivna eksploatacija površinskog kopa Majdanpek ne samo da narušava ovakvim posledicama životnu sredinu već i osirumašuje rezerve ovako vrednog ležišta.

ZAKLJUČAK

Nekontrolisana i neracionalna eksploatacija ležišta mineralnih sirovina degradira sva tri medija životne sredine (vodu, vazduh i zemljište), osirumašuje prirodne mineralne resurse i utiče negativno na biocenozu njihovog degradiranog staništa (biotopa). Iz tog razloga neophodno je uraditi Projekat generalne remedijacije prostora u cilju definisanja strategije zaštite životne sredine i kontrolisane eksploatacije mineralnog resursa.

Podloga (osnova) projekta bi predstavljala sintetizovan sistem, odnosno bazu podataka svih oblika i izvora degradacije, urađen u sklopu GIS-a (Geografskog Informacionog Sistema).

Metodologija izrade Geografskog Informacionog Sistema (GIS) sastojala bi se iz sledećih koraka:

- Lociranje satelitskog snimka i formiranje “work space-a”;
- Premier devostiranog prostora
- Korelacija sa topografskom kartom 1:25000
- Unos atributa degradiranog prostora u bazu podataka
- Vektorizacija parametara od interesa

U skladu sa dobijenim i sistemizovanim rezultatima istraživanja u GIS bazu podataka, daće se predlog remedijacionog plana sa prognozom pozitivnih ili negativnih efekata po realizaciji.

REFERENCE

- [1] Serbia ore deposits, Report BRGM/RC-51448-FR, p.301
- [2] Google Earth
- [3] www.wilo.de/.../Kolubara_rdx
- [4] <http://www.panoramio.com/>

UZROCI I POSLJEDICE DEGRADACIJE ZEMLJIŠTA U REPUBLICI SRPSKOJ

Zoran Lukač¹, Nebojša Knežević²

¹Nezavisni univerzitet Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i
Hercegovina

²Institut za građevinarstvo IG Banja Luka, Republika Srpska,
Bosna i Hercegovina

Izvod: *Zemljište je prirodni resurs, koji nastaje usljed djelovanja pedogenetskih faktora. Spada među najznačajnije prirodne resurse. Republika Srpska se karakteriše heterogenošću zemljišnog pokrivača. Dominantna su automorfna zemljišta, ali veliki dio teritorije pokrivaju i hidromorfna zemljišta, naročito u sjevernom, ravničarskom dijelu RS, kao i dolinama rijeka.*

Primarna uloga zemljišta, u poljoprivredi i šumarstvu je proizvodnja hrane i sirovina za čovječanstvo. Međutim, zemljište je multifunkcionalno, ono se koristi i u drugim sferama ljudskog života.

Pojava gubitka zemljišta su uzrokovane naglom urbanizacijom, industrijalizacijom, te primjenom novih tehničko-tehnoloških dostignuća u privrednom razvoju, gdje su uključeni i krupni skokovi u razvoju poljoprivrede i šumarstva. Najčešći i najveći izroci degradacije i fizičkog nestanka zemljišta su: površinski kopovi, deponije otpada, izgradnja naselja, vodne akumulacije, industrijski objekti, erozija, klizišta, što ima za posljedicu kvarenje svojstava zemljišta, te njegovo privremeno ili čak trajno isključenje iz upotrebe.

Zemljište, kao ograničeni i teško obnovljivi prirodni resurs, potrebno je ubuduće što više zaštititi i sačuvati ga za proizvodnju hrane i sirovina za stanovništvo.

Ključne riječi: *zemljište/ Republika Srpska/ degradacija/ uzroci/ posljedice*

CAUSES AND CONSEQUENCES OF SOIL DEGRADATION IN THE REPUBLIC SRPSKA

Zoran Lukač¹, Nebojsa Knežević²

¹Independent University of Banja Luka, Environmental Faculty,

²Institut for Construction IG Banja Luka

Abstract: *Soil is natural resource formed as result of pedogenetic processes. It is considered one of the most important natural resources. Republika Srpska has heterogeneous soil layers. Automorphic soils are dominant, although extensive part of the territory is covered with hydromorphic soils, especially in the north, flat area of RS and valleys of rivers.*

Primary role of the soil, in agriculture and forestry is the production of food and raw materials for people. However, soil is multifunctional and can be used in other areas of human lives.

Loss of soil is caused by fast urbanization, industrialization and application of new techniques and technologies in economic development, which includes giant steps in development of agriculture and forestry. Common and major causes of degradation and physical loss of soil include open-cats mining, landfills, construction of buildings, water reservoirs, industrial facilities, erosion slides which result in reducing soil quality and its temporary or even permanent inability to be used.

Soil as limited and hard-to-renew resource needs to be protected and its use limited to the production of food and raw materials for people.

Key words: *land degradation/ protection*

UVOD

Zemljište spada među najznačajnije prirodne resurse. Ono je ograničeni i teško obnovljivi prirodni resurs. Osnovna funkcija zemljišta je proizvodnja hrane i sirovina, u poljoprivredi i šumarstvu.

Isto tako, koristi se i za druge namjene, izvan sfera poljoprivrede i šumarstva, kao npr. za izgradnju stambenih, industrijskih i drugih objekata, saobraćajnica, za odlaganje otpada, za eksploataciju raznih vrsta sirovina (glina, šljunak, ugalj), itd. Ovakve tendencije će biti prisutne i u budućnosti, jer razvojem društva u cjelini javljaju se i veće potrebe za hranom, novim urbanim zonama, putevima, eksploatacijom različitih sirovina, itd. To dovodi do raznih vidova oštećenja zemljišta, tj. njegovog gubitka, izvan djelokruga poljoprivrede i šumarstva. Pošto svi pomenuti korisnici pretenduju na zemljište, postavlja se pitanje kako ovakve, suprotne tendencije dovesti u harmoniju, tj. kako u tom neprestanom sukobu interesa zaštititi zemljište od degradacije.

Bitno je naglasiti da ne postoje potpune mjere zaštite zemljišta, ali se mogu primijeniti određene mjere zaštite tamo, gdje je moguće umanjiti gubitke najkvalitetnijeg zemljišta, odnosno sačuvati ga za njegovu osnovnu namjenu – proizvodnju hrane i sirovina, za sve veći broj stanovnika.

1. ZEMLJIŠNI POKRIVAČ REPUBLIKE SRPSKE

Za Republiku Srpsku je karakteristična vrlo izražena heterogenost zemljišnog pokrivača, kako u pogledu zastupljenosti pojedinih sistematskoj jedinica zemljišta, tako i u pogledu njegovih svojstava. To je prvoshodno uslovljeno razlikama u geološkoj podlozi, reljefu, nadmorskoj visini, klimi i vegetacionom pokrivaču.

U Republici Srpskoj dominiraju tipovi zemljišta iz razdjela automorfnih zemljišta, iako veliki dio teritorije pokrivaju i hidromorfna zemljišta, posebno u sjevernom ravničarskom dijelu Republike Srpske (dolina rijeke Save i njenih pritoka).

2. UZROCI I POSLJEDICE DEGRADACIJE ZEMLJIŠTA

Usljed neadekvatnog i neracionalnog korišćenja zemljišta dolazi do raznih vidova njegove degradacije (oštećenja).

Isto tako, zemljište je neprekidno izloženo raznim "pritiscima" brojnih "potrošača", koji ga koriste izvan djelokruga poljoprivrede i

Svi vidovi degradacije (oštećenja) zemljišta, prisutni na području Republike Srpske se mogu svrstati u 4 osnovne grupe. To su:

- infekcija zemljišta,
- kontaminacija zemljišta,
- degradacija zemljišta u užem smislu i
- destrukcija zemljišta.

Infekcija zemljišta je vid degradacije (oštećenja) zemljišta, koji je neophodno izdvojiti kao poseban oblik zagađenja zemljišta. Glavni uzrok ovog vida degradacije zemljišta je držanje velikog broja kućnih ljubimaca u domaćinstvima i njihovo kretanje po dvorištima, parkovima i dječijim igralištima. Na taj način često dolazi do infekcije zemljišta, čijim negativnim uticajima su naročito izložena djeca. Na ovaj način mogu se prenijeti različite vrste bolesti, kao npr. bruceloza, itd.

Kontaminacija (zagađenje zemljišta) je vid degradacije zemljišta, uzrokovan unošenjem u zemljište različitih zagađivača i u različitim agregatnim stanjima. Glavni kontaminanti zemljišta u Republici Srpskoj su teški metali, jedinjenja sumpora, organski polutanti, kisele kiše, pesticidi, mineralna đubriva, itd.

Degradacija zemljišta u užem smislu predstavlja oštećenja zemljišta uzrokovana nepravilnim korištenjem zemljišta u poljoprivredi, najčešće nepravilnom obradom, pri čemu se javljaju posljedice kao: zemljišna kompakcija, pogoršanje strukture, smanjenje poroznosti i aeracije, stagnacija površinskih voda i pojava erozije. Vodna erozija je naročito izražena ako se obrađuju zemljišta na nagibu preko 20%. Degradacija zemljišta može biti posljedica prirodnih i antropogenih činilaca. Uzroci antropogene degradacije zemljišta ovog područja su : biloški, hemijski i mehanički uticaji.

Destrukcija zemljišta - predstavlja fizičko uništenje zemljišta, koje je najteži vid degradacije zemljišta, jer dovodi do njegovog potpunog i trajnog gubitka zemljišta, što ima karakter pedocida. Samo ovim vidom degradacije u Republici Srpskoj godišnji gubici su preko 1500 ha. Glavni uzroci ovog vida degradacije su: površinski kopovi (uglja, ruda gvožđa i boksita) i deponije jalovine i pepela (Gacko, Ugljevik, Stanari, Prijedor, Milići, itd.), naselja, vodne akumulacije, saobraćajnice (putevi, pruge), fabrike, benzinske pumpe, gola sječa uz pojavu erozije i klizišta, deponije industrijskog i komunalnog otpada, i dr.

Oblici degradacije i destrukcije zemljišta prouzrokovani prethodnim ratnim sukobom, još uvijek su prisutni na gotovo cijeloj teritoriji Republike Srpske: od kontaminacije, preko degradacije u užem smislu, do potpune destrukcije, a naročito važan problem predstavljaju minirane velike površine zemljišta. Procijenjeno je da se pod minskim poljima nalazi nekoliko stotina hiljada ha teritorije Republike Srpske, što predstavlja veliku opasnost za stanovništvo, izaziva i velike ekonomske štete, zato što se takva zemljišta ne mogu biti koristiti za poljoprivrednu proizvodnju.

Deminiranje je skup i dugotrajan proces. Procijenjeno je da je za deminiranje potrebno najmanje 20 godina.

3. MJERE ZAŠTITE ZEMLJIŠTA OD DEGRADACIJE

Mogu se izdvojiti dvije osnovne grupe mjera zaštite zemljišta od degradacije: preventivne mjere i mjere popravke degradiranih zemljišta.

Preventivne mjere zaštite zemljišta od degradacije obuhvataju:

- zakonsku regulativu,
- izradu Osnova zaštite, korišćenja i uređenja zemljišta na nivou opština,
- izradu bonitetnih karata zemljišta,
- procjenu aktuelne i potencijalne vodne erozije,
- izradu katastra zagađivača zemljišta,
- promjenu načina korišćenja zemljišta na nagnutim terenima,
- upotrebu čistih tehnologija,
- primjenu monitoringa zemljišta na sadržaj opasnih i štetnih materija,

- primjenu sistema kontrole plodnosti zemljišta i racionalne upotrebe đubriva, itd.

Mjere popravke degradiranih zemljišta obuhvataju mjere rekultivacije i remedijacije već degradiranih zemljišta.

ZAKLJUČCI

U radu su razmatrani glavni vidovi, uzroci i posljedice degradacije zemljišta u Republici Srpskoj. Osnovni vidovi degradacije zemljišta su analizirana kroz 4 vrste oštećenja: infekcija, kontaminacija, degradacija u užem smislu i destrukcija. Godišnji gubici, samo u procesu destrukcije zemljišta su preko 1500 ha.

U sadašnjem periodu naročito su aktuelni sljedeći uzroci degradacije zemljišta: površinska eksploatacija različitih sirovinskih materijala, izgradnja naselja na oraničnim površinama, izgradnja saobraćajnica, razvoj vodne erozije i klizišta, prisutnost minsko-eksplozivnih sredstava.

U cilju zaštite zemljišta od degradacije potrebno je primijeniti preventivne mjere i mjere popravke već degradiranih zemljišta, kroz rekultivaciju i remedijaciju, a sve u cilju očuvanja zemljišta vrednijih bonitetnih klasa, za njegovu primarnu funkciju, proizvodnju hrane i sirovina za stanovništvo.

REFERENCE

- [1] Marković, M., Komljenović, I., Predić, T., Lukić, R., Nožinić, M. (2000): Efekti rata na zemljište. Naučni radovi drugog naučno-stručnog savjetovanja Ekološke posljedice rata na životnu sredinu, Teslić, 3-5. novembar. *Ekologika, Beograd-Banja Luka*, Posebno izdanje, br. 6, str. 162-164.
- [2] Resulović, H. (1999): *Zemljišni resursi u BiH – korištenje u funkciji održivog razvoja*. Korištenje tla i vode u funkciji održivog razvoja i zaštite okoliša. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo. Posebna izdanja, knjiga CIX, str. 33-44.

IDENTIFIKACIJA DEGRADIRANIH POVRŠINA NA PODRUČJU OPŠTINE SOKOBANJA

Ana Dorđević, Tanja Cupać, Tijana Čoporda-Mastilović
Fakultet za primenjeno ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: Rezultati velikog broja dosadašnjih istraživanja ukazuju na činjenicu da su u Srbiji degradirani gotovo svi medijumi životne sredine, ali da tačne razmere i stepen degradacije još uvek nisu poznati. Prisustvo degradiranih prostora ne predstavlja samo ekološki, već na svojevrsan način i ekonomski gubitak, što u značajnoj meri opravdava razloge za njihovu identifikaciju. Cilj istraživanja vršenih tokom 2007. godine, na teritoriji opštine Sokobanja bila je identifikacija svih oblika fizičke, mehaničke i hemijske degradacije prostora, nastalih uglavnom dejstvom antropogenih aktivnosti (divlje deponije, šljunkare, peskare, gliništa, kopovi i deponije jalovine) i njihove udaljenosti od naselja (stambenih objekata) i vodotokova. Terenskim istraživanjima registrovano je 56. divljih deponija sa površinom oko 75.300 m² i 10 lokaliteta na kojima je došlo do degradacije primarnih ekosistema eksploatacijom šljunka, peska, gline i drugim vidovima otkopa površinskih slojeva zemljišta na delu površine koji iznosi oko 138.400 m² teritorije opštine. Sve identifikovane degradirane površine su georeferencirane a podaci implementirani u program Geografskog informacionog sistema (GIS) – MAPINFO PROFESSIONAL i prikazani kartografski. Veliki broj degradiranih površina nalazi se najviše na 1,5 km udaljenosti od prvih naselja i oblasti ljudskog delovanja. Stoga bi se kao preporuka za buduće aktivnosti u sanaciji narušenih ekosistema mogla da razmatra mogućnost sanacije po projektu uz kontrolisano odlaganje čvrstog otpada, evakuacija otpada, uređenje prostora i rekultivacija, kao i kontrolisana eksploatacija mineralnih resursa.

Ključne reči: identifikacija oblika degradacije/ Geografski informacioni sistem (GIS)/ sanacija narušenih ekosistema

IDENTIFICATION OF DEGRADED AREAS IN THE SOKOBANJA MUNICIPALITY

Ana Đorđević, Tanja Cupać, Tijana Čoporda Mastilović
Faculty of Applied Ecology Futura, Singidunum
University

Abstract: *Results of a large number of previous studies points to the fact that almost all mediums of the environment in Serbia are degraded, but the exact extent and the scale of degradation are still not known. The presence of degraded areas is not only environmental, but also in certain way economic loss, wich largely justifies the reason for their identification. The aim of the research conducted in 2007, on the territory of Sokobanja municipality was to identify all forms of physical, mechanical and chemical degradation of space, caused mainly by the influence of anthropogenic activities (illegal dump sites, exploitation of gravel, sand, clay, mines and tailings dump sites) and their distance to the settlements (residential buildings) and water flows. Field research registered 56 illegal dump sites with an area about 75.300 m² and 10 sites of primary degradation of ecosystems due to exploitation of gravel, sand, clay and other types of surface soil layers removal which is about 138.400 m² of the municipality's territory. All identified degraded areas are georeferenced and data implemented in the Geographic Information System (GIS) – program MAPINFO PROFESSIONAL and displayed cartographically. A large number of degraded lands are mostly located at 1.5 km from the first settlements and areas of human activity. Therefore, as a recommendation for future activities in the remediation of degraded ecosystems, the possibility of remediation by the project that includes controlled disposal of solid waste, waste evacuation, spatial planning and recultivation, as well as controlled exploitation of mineral resources should be considered.*

Key words: *identification of forms of degradation/ Geographic Information System (GIS)/ remediation of degraded ecosystem*

UVOD

Brojni su procesi koji dovode do uništavanja ili uklanjanja površinskog humusnog sloja, koji onemogućavaju opstanak vegetacije na ovom sloju, menjaju obim i kvalitet vodenih površina, ili drugim rečima menjaju lice Zemlje. Postupci i procesi sa krajnjim nepovoljnim ishodom su raznovrsni i uzročnici su pojava koje dovode do negativnih posledica po živi svet [1]. Proces degradacije je sam po sebi vrlo složen. On opisuje kako je prvobitno stanje od nekih oblika resursa (zemljište, voda, vegetacija, stene, vazduh, klima, reljef) pogoršano, bilo kao posledica prirodnih procesa ili antropogenih dejstava. Prema definiciji Ujedinjenih Nacija, degradacija zemljišta predstavlja „Privremeno ili konstantno opadanje produktivne sposobnosti zemljišta“. Drugi tipovi definicija³, pojavu degradacije tla opisuju kao svojevrsnu promenu vrednosti, posmatranih kao ekonomski resursi [2]. Smanjenje kvaliteta ili produktivnosti zemljišta kao posledica neadekvatnog korišćenja od strane čoveka uključuje fizičko, hemijsko i/ili biološko pogoršanje li degradaciju. To pretpostavlja gubitak organske materije i gubitak plodnosti zemljišta, promenu strukture zemljišta, eroziju, nepovoljne promene saliniteta, kiselosti i alkalnosti, promene u režimu podzemnih i površinskih voda, toksične efekte hemijskih materija i polutanata prisutnih u podlozi. Iako zemljište predstavlja obnovljiv resurs, prirodni procesi njegovog formiranja su veoma spori, tako da za pun oporavka propalog zemljišta treba više stotina, a nekad i hiljade godina [3].

Problem degradacije svih medijuma životne sredine u Srbiji, u prvom redu zemljišta kao izuzetno značajnog prirodnog resursa poprima ogromne razmere koje do sada nisu tačno utvrđene. Prisustvo različitih oblika degradacije tla ukazuje na brojne aktivnosti koje dovode do pojave degradiranih površina na teritoriji Srbije, što na svojevrsan način predstavlja ne samo ekološki, već i ekonomski gubitak.

³ Degradacija zemljišta se odnosi na proces(e) koji dovode do opadanja kvaliteta zemljišta i stoga su manje pogodna za određenu namenu, kao što je proizvodnja useva.

Eksplatacija mineralnih resursa (šljunkare, peskare, gliništa, kopovi) i prisustvo industrijskih (deponije jalovine) i divljih deponija najčešći su uzročnici oštećenja i degradacije tla na teritoriji opštine Sokobanja. Na području 25 mesnih zajednica opštine Sokobanja, tokom 2007. godine, vršena je identifikacija dominantnih oblika degradacije tla. Cilj identifikacije bio je da se lociraju sve površine na teritoriji opštine koje su zahvaćene nekim degradacionim procesom, da se proceni stepen degradacije i utvrde moguće posledice po životnu sredinu. Svrha primene zabeleženih rezultata terenskih istraživanja bila je izrada „Katastra zagađivača čvrstog otpada“ i „Katastra degradiranih prostora“ za područje opštine Sokobanja prema postojećem Pravilniku o metodologiji za izradu integralnog katastra zagađivača [4]. Katastar predstavlja sastavni deo informacionog sistema zaštite životne sredine Republike Srbije koji sadrži podatke o izvorima, vrstama, količinama, načinu i mestu ispuštanja zagađujućih materija u vazduh i vode, kao i o količinama, vrsti, sastavu i načinu tretmana i odlaganja otpada[4], pa je na taj način i opravdana svrha identifikacije degradiranih površina.

U cilju formiranja informacione osnove katastra (baze podataka) vršena je identifikacija lokalne situacije, identifikacija dostupnih podataka, kao i identifikacija neophodnih novih podataka [5] kako bi se uspostavila osnova za integralno ekološko vrednovanje. Formiranje jedne jedinstvene osnove za integralno ekološko vrednovanje uključuje kako ocenu opterećenosti prostora, tako i definisanje odgovarajućih mera sanacije i rekultivacije i donošenje odgovarajućeg akcionog plana upravljanja degradiranim površinama.

1. METOD RADA

Programske aktivnosti tokom identifikacije degradiranih površina na teritoriji opštine Sokobanja uključivale su: lociranje degradiranih površina u prostoru GPS tehnologijom (Global position sistem), vizuelizaciju degradiranih površina (digitalna vizuelizacija) i unos podataka u odgovarajuće identifikacione obrasce (slika 1).

DD "PETROVAC" – BELI POTOK

1. OSNOVNI PODACI O DEPONIJU:

- 1.1. Lokacija deponije Petrovac
- 1.2. Vlasništvo zemljišta na kome se nalazi divlja deponija državno

1.3. Geometrija deponije:

$$P = 1500 \text{ m}^2$$
$$V = 100 \text{ m}^3$$

1.4. Udaljenost deponije od:

- naselja – 500 m
- obale potoka = 40 m (Petrovački potok)



1.5. Pristup deponiji: lak pristup

2. VRSTA OTPADNOG MATERIJALA KOJI SE ODLAŽE NA DEPONIJU

- komunalni otpad (kućni otpad)
- ambalažni otpad (staklo, plastika, papir, karton, limenke)
- poljoprivredni otpad i otpad s poljoprivrednih gazdinstva
- građevinski otpad
- otpadne gume
- zeleni otpad iz bašti i okućnica i javnih površina

3. PREDLOG ZA SANACIJU DEPONIJU:

- Deponije tipa B – degradacione deponije
- Predlog mera: potpuno čišćenje i uređenje prostora

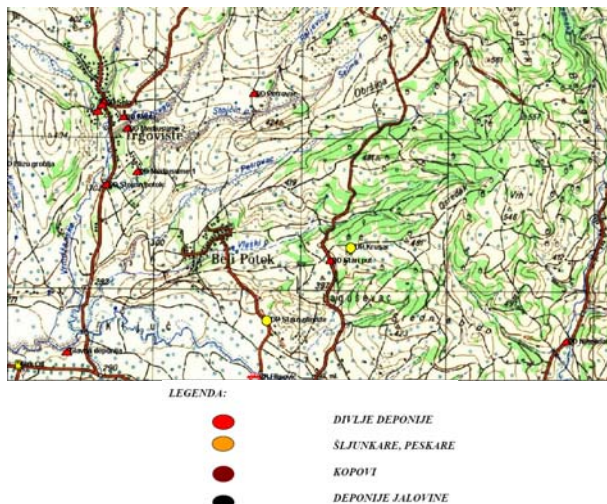


Slika 1. Primer identifikacionog obrasca za divlje deponije na teritoriji mesne zajednice „Beli potok“

Neophodna podloga bila je i izrada odgovarajućih situacionih planova i karata u detaljnoj i preglednoj razmeri. Svi podaci prikupljeni tokom terenskih aktivnosti su georeferencirani GPS (Global position sistem) tehnologijom i integrisani u bazu podataka u

okviru programa Geografskog Informacionog Sistema (GIS) – MAPINFO PROFESSIONAL (slika 2).

Površine i zapremine degradiranih prostora nisu dobijene merenjem, već se nakon definisanih faza u njihovoj identifikaciji pristupalo orijentacionoj proceni pri čemu su korišćeni već postojeći podaci iz zvaničnih dokumenata kao što je Lokalni Ekološki Akcioni Plan opštine Sokobanja.



Slika 2. Kartografski prikaz georeferenciranih tačaka na primeru mesne zajednice „Beli potok“

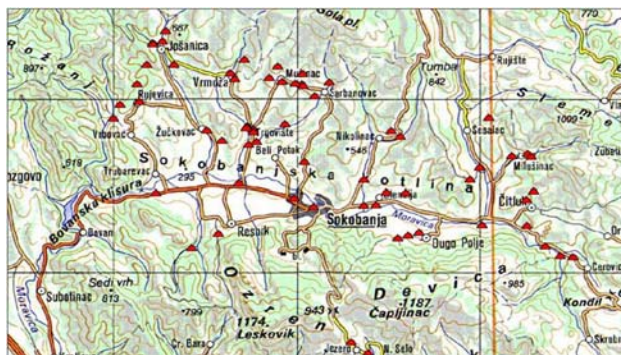
Kao poslednja faza realizacije programskih aktivnosti bilo utvrđivanje udaljenosti degradiranih prostora od prvih stambenih objekata, naselja i vodotokova (reke Moravice, hidroakumulacije Bovansko jezero). Podaci o udaljenosti vodotokova dobijeni su merenjem u okviru aplikacije za GIS – MAPINFO PROFESSIONAL.

2. REZULTATI I DISKUSIJA

Na teritoriji opštine Sokobanja registrovano je 56 divljih deponija (tabela 1) (Slika 3):

Tabela1. *Divlje deponije na teritoriji 25. mesnih zajednica opštine Sokobanja*

ČVRSTI OTPAD			
MESNA ZAJEDNICA	BROJ STANOVNIKA	UKUPAN BROJ DIVLJIH DEPONIJA	ODVOŽENJE SMEĆA
Beli Potok	297	3	Ne
Blendija	346	4	Da
Bogdinac	208	1	Ne
Cerovica	47	/	Ne
Čitluk	700	2	Ne
Dugo Polje	600	3	Ne
Jezero	307	2	Ne
Jošanica	1680	5	Ne
Levovik	197	3	Ne
Milušinae	360	3	Ne
Mužinae	550	5	Ne
Nikolinae	402	3	Ne
Novo Selo	35	/	Ne
Poružnica	339	1	Ne
Radenkovae	114	/	Ne
Resnik	925	1	Ne
Rujevica	254	2	Ne
Sesalac	316	1	Ne
Sarbanovac	530	4	Ne
Trgoviste	292	7	Ne
Trubarevac	650	1	Ne
Vrbovac	570	1	Ne
Vrelo	300	1	Ne
Vrmdža	890	1	Ne
Zuckovae	550	2	Da
Ukupno:	11. 459	56 divljih deponija	



Slika 3. Divlje deponije na teritoriji opštine Sokobanja (podaci implementirani u GIS program-MAPINFO PROFESIONAL i prikazane kartografski)

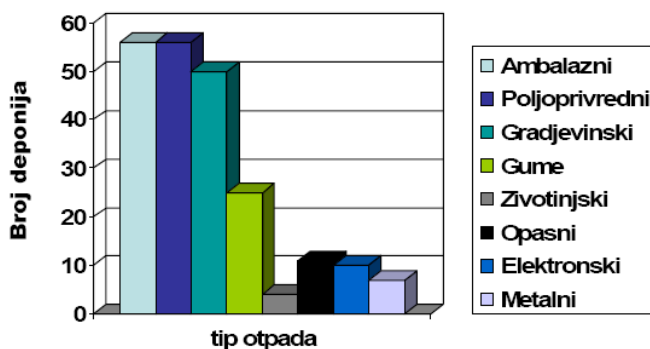
Od ukupnog broja deponija, 60% (34 deponije) se nalazi u blizini vodotokova ili je registrovan vodotok u telu deponije. Tokom 2007. godine, kada su vršena terenska istraživanja, na registrovanim lokalitetima nije zabeleženo da su sprovedene bilo kakve akcije čišćenja divljih deponija, osim na lokalitetu deponije „Arnica“ na teritoriji mesne zajednice Resnik [6]. Razlog leži u tome što je većina lokaliteta odedenih za ove svrhe od strane mesne zajednice uglavnom nepristupačna, pa se veliki broj divljih deponija javlja u neposrednoj blizini prvih stambenih objekata i naselja, i uglavnom su locirana blizu lokalnih seoskih puteva ili u blizini Regionalnog puta Zaječar – Knjaževac.

Ukupna površina divljih deponija registrovanih na teritoriji 25 mesne zajednice Sokobanja iznosi 75.238,9 m², a ukupna zapremina iznosi 9.784,5 m³.⁴ Na divlje deponije se uglavnom odlaže komunalni otpad, i nisu registrovane deponije nastale kao rezultat rada privrednih subjekata (otpad takvog porekla odlaže se na glavnu gradsku deponiju) [6]. U odnosu na ukupnu procenjenu količinu

⁴ Vrednosti za ukupnu površinu i zapreminu baziraju se na orijentacionoj proceni i u skladu su sa osnovnim podacima sadržanim u Lokalnom Ekološkom Akcionom Planu opštine Sokobanja[7].

otpadnog materijala koji se odlaže na seoskim deponijama, najveće učešće imaju sledeće vrste otpada: otpad sa poljoprivrednih površina, građevinski otpad i plastika, dok papira, stkla i metala ima u daleko manjoj količini (grafik 1) [6]. Dobijeni podaci potkrepljeni su činjenicom da se radi o seoskoj sredini koja se u najvećoj meri oslanja na poljoprivrednu proizvodnju i domaću radinost, pri čemu se veći procenat otpadnog materijala najčešće koristi u vidu sekundarnih sirovina

Grafik 1. Učestalost pojavljivanja pojedinih vrsta otpada na divljim gradskim deponijama

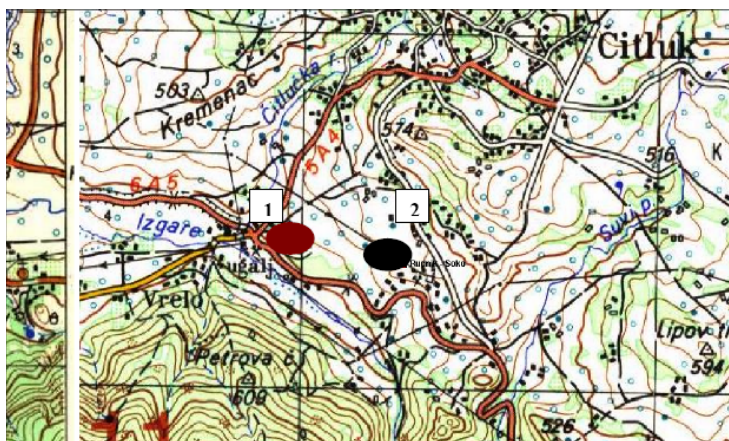


Tokom rada na terenu, utvrđeno je da na prostoru opštine Sokobanja dominiraju i oblici, fizičke, mehaničke i hemijske degradacije prostora, nastalih uglavnom dejstvom antropogenih aktivnosti, koji rezultuju pojavom degradiranih ekosistema. To su prostori gde su zastupljene građevinske i industrijske aktivnosti (lokacije gde su smeštene šljunkare, peskare, kamenolomi i rudnik „Soko“). Na teritoriji 25 mesnih zajednica, registrovano je 10 lokaliteta degradiranih ekosistema. Ukupna površina ovih prostora iznosi 138.400 m², a ukupna procenjena zapremina 821.100 m³ [5].

Svi georeferencirani degradirani ekosistemi nalaze se na najviše 1,5 km udaljenosti od prvih stambenih naselja sa uglavnom lakim pristupom. Tokom 2007. godine, 50 % registrovanih lokaliteta bilo je u fazi eksploatacije, pri čemu je eksploatisani materijal korišćen isključivo za potrebe izgradnje seoskih puteva. 50% registrovanih lokaliteta nije bilo u funkciji eksploatacije [5] . Što se tiče

sprovođenja postupka sanacije rekultivacije, do tada praktično ništa nije preduzeto. Degradirani ekosistemi u kojima je postupak eksploatacije obustavljen, prepušteni su spontanom obnavljanju vegetacije.

Industrijska deponija jalovine, rudnika „Soko“ nalazi se na Regionalnom putu Zaječar-Knjaževac, na teritoriji mesne zajednice „Čitluk“, severno od rudničkog kompleksa [8]. Zapremina registrovane deponije iznosi 300.000 m³ jalovine. Njena udaljenost od rudnika „Soko“ iznosi 800 m, a od prvih stambenih naselja udaljena je 50 m (slika 4). Postoji rudarski projekat rekultivacije u kome su date smernice za rekultivaciju degradiranog terena i vraćanja zemljišta u prvobitnu namenu, ali postupak rekultivacije nije sproveden.



Red. broj	Oblik degradacije	Naziv
1.	rudnik	Rudnik mrkog uglja „Soko“
2.	deponija jalovine	deponioja jalovine rudnika „Soko“

Slika 4. Kartografski prikaz georeferenciranih tačaka za rudnik „Soko“ i deponiju jalovine rudnika „Soko“

3. PREDLOG MERA I BUDUĆIH AKTIVNOSTI

Identifikacija degradiranih površina veoma je značajna osnova za izradu Katastra degradiranih prostora i Katastra čvrstog otpada, što predstavlja bitnu podlogu za sva dalja istraživanja koja se mogu ticati unapređenja i zaštite životne sredine.

Svi zabeleženi podaci tokom postupka identifikacije, mogu biti od izuzetne važnosti za donošenje odluka na polju upravljanja, određivanja i planiranja buduće namene prostora (zemljišta). U tom smislu, neophodno je donošenje odgovarajućeg akcionog plana (ekoremedijacionog plana) koji bi uključivao: sanaciju po projektu uz kontrolisano odlaganje otpada na divljim deponijama, evakuaciju otpada i uređenje prostora, rekultivaciju na način kioji će biti definisan i posebnim planovima ekoremedijacije i kontrolisanu eksploataciju mineralnih sirovina.

Treba istaći da je posebno potrebno organizovati monitoring svih medijuma životne sredine u područjima koja su okarakterisana kao degradirana, što bi u značajnoj meri omogućilo koncipiranje daljih strategija primene odgovarajućih korektivnih i preventivnih mera zaštite.

Prema novijim saznanjima, u periodu od 2007.-2010. godine, u akciji Ministarstva životne sredine i prostornog planiranja „Očistimo Srbiju“, očišćeno je 2/3 identifikovanih divljih deponija na području opštine Sokobanja, dok je obim eksploatacije mineralnih resursa počev od 2009. godine znatno smanjen⁵.

REFERENCE

- [1] Đarmati, D. Veselinović, I. Gržetić, D. Marković, „*Životna sredina i njena zaštita*“, Knjiga II Zaštita životne sredine, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2008.
- [2] Environmental indicators of Agriculture –Vol.3: Methods and Results, OECD, 2001, glossary, pp.389-391.

⁵ Prema podacima Odseka za urbanizam (Zaštita životne sredine i bezbednost zdravlja na radu) Opštinske uprave opštine Sokobanja

- [3] S. Nešković, „Zemljište i vode kao resursi od značaja za strategiju nacionalnih interesa Republike Srbije, *II Međunarodna naučna konferencija Remedijacija, stanje i perspektive u zaštiti životne sredine*, Pivredna komora Srbije, maj.2008, pp.2-10.
- [4] „Službeni glasnik RS“, broj 135/04, *Pravilnik o metodologiji za izradu integralnog katastra zagađivača*.
- [5] „Katastar degradiranih prostora opštine Sokobanja“, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2008.
- [6] „Katastar čvrstog otpada opštine Sokobanja“, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2008.
- [7] Lokalni Ekološki Akcioni Plan opštine Sokobanja, opština Sokobanja, 2006.
- [8] Studija o proceni uticaja eksploatacije uglja u jami rudnika „Soko“ na ugrožavanje životne sredine, JP PEU –ResavicaRMO „Soko“ Sokobanja, 2005.

OTPADNE VODE IZ INDUSTRIJSKIH POSTROJENJA NA PODRUČJU PADINSKE SKELE I PREDLOZI SANACIJE

Miljana Vujović, Nataša Đorđević, Iva Havran
Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: *Industrijski objekti u Srbiji koji se nalaze u urbanim zonama izlivaju svoje otpadne vode u gradske kanalizacione sisteme, najčešće bez predtretmana. Veliki industrijski objekti locirani izvan naselja na obalama reka ili u njihovoj neposrednoj blizini, takođe svoje otpadne vode direktno ispuštaju u vodotoke bez prethodnog prečišćavanja.*

PKB-Korporacija predstavlja primer proizvodnog objekta koji na sličan način tretira nus-produkte svoje proizvodnje. I pored brojnih pokušaja da reši problem otpadnih industrijskih voda izradom idejnih studija i projekata za izvođenje, oni nisu sprovedeni u delo zbog nedostatka sredstava.

U ovom radu je opisan način tretmana otpadnih voda iz industrijskih procesa Imleka, Imesa, Frikoma, Ishre, PKB-Korporacije, njihov kvalitet i uticaj na životnu sredinu. Takođe, dati su i predlozi mera sanacije i fitoremedijacije degradiranog prostora.

Ključne reči: *industrija/ PKB-Korporacija/ otpadne vode/ ekoremedijacija*

PADINSKA SKELA AREA – WASTEWATERS OF INDUSTRIAL CORPORATIONS AND REMEDIATION SUGESTIONS

Miljana Vujović, Nataša Đorđević, Iva Havran
Faculty of Applied Ecology Futura, Singidunum University

Abstract: *Industrial facilities in Serbia situated in urban zones discharge their wastewater into city sewage systems, for the most part without prior treatment. Large industrial facilities located outside of settlements on river banks or in their vicinity also dispose of their waste water directly into streams, without prior refinement.*

The PKB-Corporation is an example of a production facility which deals with its by-products in a similar way. In spite of numerous efforts to solve the problem of industrial wastewater through elaborating execution studies and projects, they were never implemented as a result of lack of funds.

This work describes the way in which wastewaters originating from the industrial processes of Imlek, Frikom, Ishra, and the PKB-Corporation are treated, their quality and effect on the environment. Moreover, suggestions are given regarding sanitation measures and phytoremediation of the degraded area.

Key words: *industry/ PKB-Corporation/ wastewater/ ecoremediation*

UVOD

Savremeni razvoj teritorije Pančevačkog rita uslovio je sve veće potrebe za kvalitetnom vodom, što je inteziviralo napore PKB-a i grada Beograda u rešavanju problema vodosnabdevanja, bilo da se radi o snabdevanju vodom za piće stanovništva, zadovoljavanju komunalnih, odnosno, potreba industrije, navodnjavanja i dr.

Pančevački rit se nalazi između reka Dunav i Tamiš i kanala Karaš sto ga čini polderom tj ostrvom. Ukupna površina zemljišne teritorije je 32. 000 ha, od čega PKB Korporaciji pripada oko 24. 000 ha. Kote terena područja se kreću od 69. 50 do 76. 00 mm.

Korporacija raspolaže sa jakom poljoprivredom, stočarstvom i industrijskom preradom životnih namirnica. Sam teren na kome se ona nalazi je nepropustiv i sa visokim nivoom podzemnih voda. Pored osnovne poljoprivredne i stočarske proizvodnje, PKB ima izgrađen sistem za crpljenje i preradu vode koja služi za piće, u proizvodnji životnih namirnica, pojenje stoke, zalivanje bašta i td.

Razvojem poljoprivredne proizvodnje, uporedo se razvijala i prerađivačka industrija sa savremenom tehnologijom, što je uslovalo

i ispuštanje velikih količina otpadnih voda u prirodne recipijente, kanale i vodotokove u blizini stanbenih naselja.

Ovako ispuštene i neprečišćene otpadne vode u velikoj meri zagađuju životnu sredinu, vodotokove i kanale u Ritu, a time se infiltriraju u podzemlje i zagađuju podzemne vode, koje se naknadno ponovo crpe preko dubinskih bunara za vodosnabdevanje cele PKB Korporacije i okolnih stanbenih naselja.

Početkom devedesetih, počela je prodaja i zatvaranje pojedinih proizvodnih pogona i fabrika. Tako je ugašena PKB šećerana, Glutin, PKB banka, i lanac prodavnica Pekabeta. Prodala se fabrika smrznute hrane Frikom, zatim mlekara-sadašnji Imlek i na kraju Vizelj, koji sada nosi ime Imes. Kako su se odvajali, već razvijeni postupci proizvodnje, mašine i sami objekti su pripadali drugima a problem sa kanalizacijom i otpadnim vodama je ostao PKB-u.

1. INDUSTRIJSKE OTPADNE VODE

Industrijske vode nastale u procesu industrijske prerade i proizvodnje poljoprivrednih proizvoda i sirovina, predstavljaju veliki ekološki problem. Najveće količine otpadnih voda nastaju u pogonima mlekare "Imlek", klanice "Imes", industrije smrznute hrane "Frikom", fabrici stočne hrane "Inshra". U mlekari, klanici i fabrici stočne hrane nema nikakvog predtretmana otpadnih voda već se one direktno upuštaju u kanalizacionu mrežu. Fabrika smrznute hrane "Frikom" ima tehnologiju za predtretman otpadnih voda ali nije u funkciji.

Kanalizaciona mreža u industrijskoj zoni je dotrajala i vecina cevi je napukla. Ima dosta uskih grla pa često dolazi do zagušenja u cevima. Obzirom da se otpadne vode bez prethodnog tretmana ispuštaju direktno u recipijent in situ se može uočiti animalni otpad, ambalaže, pesak i sl. Sva otpadna voda sa industrijske zone se prebacuje glavnim kolektorom do forlanda koji je nadomak Dunava. Glavni kolektorski vod je, takođe, u dotrajalom stanju.

Proračun industrijskih voda je izvršen na osnovu analize privrednog razvoja PKB-a do 2000-te godine.

Tabela 1. *Količine otpadnih voda od industrije i stočarskih farmi koji se nalaze na teritoriji koja je pripadala PKB-u do 2000-te godine*

Industrija	Srednje dnevne količine otpadnih voda (l/ s) 1982.god.	Srednje dnevne količine otpadnih voda (l/ s) 2000. god.	Max. dnevna količina otpadnih voda (l/ s) 2000.god.
IMES-klanica	37, 0	74, 0	92, 5
Stočna hrana, dorada semena	2, 0	4, 0	5, 0
FRIKOM- smrznuta grana	26, 46	48, 32	72, 48
IMLEK- mlekara	37, 8	75, 5	113, 28
Farma "Pad. Skela"	10, 2	10, 2	12, 24
Farma "Aerodrom"	3, 1	3, 1	3, 72
Farma "Kovilovo I i II"	6, 1	6, 1	7, 32
Farma "Lepušnica I i II"	12, 7	12, 7	15, 24
Gazdinstvo "Dunavac"	4, 8	4, 8	5, 76
Gazdinstvo "Dunav"	2, 0	2, 0	2, 4
Gazdinstvo "Part. Prelaz"	17, 8	17, 8	21, 36
Gazdinstvo "Mladost"	12, 4	12, 4	14, 88
Nova farma "Kovilovo"		38, 4	46, 1

2. REZULTATI UZORKOVANJA VODA

Uzorkovanje otpadnih voda vrši (po potrebi) akreditovana laboratorija za ispitivanje kvaliteta voda "EKO- LAB". U narednim tabelama su prikazani rezultate fizičko- hemijskih ispitivanja.

Tabela 2. *Otpadna voda- kolektor zona II (uzorkovano
posle 9.00 h); Datum: 25.06.2009*

Parametar (jedinica)	Vrednost	Parametar (jedinica)	Vrednost
Temperatura (°C)	20	Hloridi (mg/ l)	149, 1
pH vrednost	7, 23	Sulfati (mg/ l)	237, 7
Taloženje po Imhoff-u (ml/ l) nakon 30 min.	/	Fosfati kao P (mg/ l)	10, 25
Taloženje po Imhoff-u (ml/ l) nakon 60 min.	/	Ukupna ulja i masti (mg/ l)	2552
Taloženje po Imhoff-u (ml/ l) nakon 120 min.	4, 0	Sadržaj deterdenata (mg/ l)	65, 8
Suspendovane materije (mg/ l)	222	Amonijak kao N (mg/ l)	20, 7
Biohemijska potrošnja koseonika, PK5 (mg/ l)	1595	Nitrati kao N (mg/ l)	30, 2
Hemijska potrošnja kiseonika, HPK (mg/ l)	3168, 6	Nitriti kao N (mg/ l)	0, 90
Sadržaj ukupnog azota (mg/ l)	97, 9	Gvožđe (mg/ l)	/

Tabela 3. *Otpadna voda- kolektor zona II (uzorkovano
posle 15.00 h); Datum: 25.06.2009.*

Parametar (jedinica)	Vrednost	Parametar (jedinica)	Vrednost
Temperatura (°C)	20	Hloridi (mg/ l)	312, 4
pH vrednost	6, 83	Sulfati (mg/ l)	172, 2
Taloženje po Imhoff-u (ml/ l) nakon 30 min.	/	Fosfati kao P (mg/ l)	8, 90

Taloženje po Imhoff-u (ml/ l) nakon 60 min.	/	Ukupna ulja i masti (mg/ l)	1204
Taloženje po Imhoff-u (ml/ l) nakon 120 min.	7, 5	Sadržaj deterđentata (mg/ l)	135, 8
Suspendovane materije (mg/ l)	579	Amonijak kao N (mg/ l)	25, 79
Biohemijska potrošnja koseonika, PK5 (mg/ l)	633, 7	Nitrati kao N (mg/ l)	7, 19
Hemijska potrošnja kiseonika, HPK (mg/ l)	321, 6	Nitriti kao N (mg/ l)	0, 15
Sadržaj ukupnog azota (mg/ l)	52, 72	Gvožđe (mg/ l)	/

Tabela 4. *Otpadna voda- kolektor zona II (uzorkovano posle 8.00 h); Datum: 26.06.2009.*

Parametar (jedinica)	Vrednost	Parametar (jedinica)	Vrednost
Temperatura (°C)	19	pH vrednost	6, 58
Taloženje po Imhoff-u (ml/ l) nakon 30 min.	/	Suspendovane materije (mg/ l)	1055
Taloženje po Imhoff-u (ml/ l) nakon 60 min.	/	Biohemijska potrošnja koseonika, PK5 (mg/ l)	962, 9
Taloženje po Imhoff-u (ml/ l) nakon 120 min.	23	Hemijska potrošnja kiseonika, HPK (mg/ l)	1521

Tabela 5. *Otpadna voda- kolektor zona II (uzorkovano
posle 13.00 h); Datum: 26.06.2009.*

Parametar (jedinica)	Vrednost	Parametar (jedinica)	Vrednost
Temperatura (°C)	19	pH vrednost	6, 62
Taloženje po Imhoff-u (ml/ l) nakon 30 min.	/	Suspendovane materije (mg/ l)	242
Taloženje po Imhoff-u (ml/ l) nakon 60 min.	/	Biohemijska potrošnja kiseonika, PK5 (mg/ l)	1404
Taloženje po Imhoff-u (ml/ l) nakon 120 min.	12	Hemijska potrošnja kiseonika, HPK (mg/ l)	2978

Iz tabela se vidi da uzorci otpadnih voda PKB Korporacije, prema propisima uredbe o klasifikaciji voda ("*Sl. glasnik SRS*" broj 5/68), član 4, spadaju u IV klasu (vode koje se mogu upotrebljavati za druge namene samo posle odgovarajuće obrade).

Pored fizičko- hemijskih ispitivanja su rađena i mikrobiološka ispitivanja, što je pokazano u sledećoj tabeli.

Rezultati fizičko-hemijskih ispitivanja

Tabela 6. *Otpadna voda- " nasipska petica"- kraj kolektora ;
Datum: 24.03.2010.*

Parametar (jedinica)	Vrednost	Parametar (jedinica)	Vrednost
Temperatura (°C)	11	Hloridi (mg/ l)	42, 6
pH vrednost	7, 37	Sulfati (mg/ l)	83, 77
Taloženje po Imhoff-u (ml/ l) nakon 30 min.	/	Fosfati kao P (mg/ l)	0, 50
Taloženje po Imhoff-u (ml/ l) nakon 60 min.	/	Ukupna ulja i masti (mg/ l)	36, 35

Taloženje po Imhoff-u (ml/ l) nakon 120 min.	< 0, 1	Sadržaj deterđentata (mg/ l)	0, 90
Suspendovane materije (mg/ l)	14	Amonijačni azot kao N (mg/ l)	3, 67
Biohemijska potrošnja koseonika, PK5 (mg/ l)	179, 6	Nitrati kao N (mg/ l)	2, 19
Hemijska potrošnja kiseonika, HPK (mg/ l)	216, 5	Nitriti kao N (mg/ l)	0, 36
Sadržaj ukupnog azota (mg/ l)	16, 59	Gvožđe (mg/ l)	0, 25

Rezultati mikrobioloških ispitivanja

Parametar (jedinica)	Vrednost
Najverovatniji broj koliformnih bakterija u 1000 ml vode	> 2 400 000

Rezultati fizičko-hemijskih ispitivanja

Tabela 7. *Otpadna voda- „ nasipska petica “- na mestu izliva; Datum: 24.03.2010*

Parametar (jedinica)	Vrednost	Parametar (jedinica)	Vrednost
Temperatura (°C)	12	Hloridi (mg/ l)	97, 98
pH vrednost	7, 24	Sulfati (mg/ l)	237, 7
Taloženje po Imhoff-u (ml/ l) nakon 30 min.	/	Fosfati kao P (mg/ l)	4, 17
Taloženje po Imhoff-u (ml/ l) nakon 60 min.	/	Ukupna ulja i masti (mg/ l)	97, 0
Taloženje po Imhoff-u		Sadržaj	

(ml/ l) nakon 120 min.	6, 0	deterđenata (mg/ l)	1, 91
Suspendovane materije (mg/ l)	22	Amonijačni azot kao N (mg/ l)	13, 48
Biohemijska potrošnja koseonika, PK5 (mg/ l)	588, 7	Nitrati kao N (mg/ l)	13, 80
Hemijska potrošnja kiseonika, HPK (mg/ l)	704, 5	Nitriti kao N (mg/ l)	6, 39
Sadržaj ukupnog azota (mg/ l)	71, 41	Gvođde (mg/ l)	0, 68

Rezultati mikrobioloških ispitivanja

Parametar (jedinica)	Vrednost
Najverovatniji broj koliformnih bakterija u 1000 ml vode	> 2 400 000

Nalaz: Na osnovu ispitanih parametara uzorak, prema propisima Uredbe o klasifikaciji voda ("Sl. glasnik SRS" broj 5/68), član 4, spadaju u IV klasu.

3. PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA

Zaštita voda od zagađivanja može se ostvariti na dva načina. Jedan je da se u prirodne vode ne ispuštaju otpadne vode sa zagađujućim supstancijama, a drugi je prečišćavanje otpadnih voda, kao i pravilno odlaganje otpadnog materijala, čime se sprečava zagađivanje vode koja je u kontaktu sa atmosferom i zemljištem. Prečišćavanje voda može biti prirodno i antropogeno.

Proces prirodnog prečišćavanja otpadnih voda ili samoprečišćavanja se odvija u samoj prirodnoj vodi pod uticajem različitih činilaca(fizičkih, hemijskih i biloloških), usled čega dolazi do transformacije zagađujućih supstancija u druge oblike koji ne deluju štetno na žive organizme.

Kada je reč o prečišćavanju veštačkim putem, postoji znatan broj metoda i postupaka za regulisanje otpadnih voda. Koja će od ovih metoda biti primenjena zavisi od vrste zagađujućih supstanci i stepena zagađenja. Dozvoljene koncentracije zagađujućih supstanci u prečišćenoj vodi zavisne su od kapaciteta prirodne vode, tj od mase zagađujućih agenasa koju voda u prirodi može da primi a da ne dođe do posledica koje bi uticale na organizme koji žive u njoj, na tlo sa kojim je voda u kontaktu i na čoveka.

Prečišćavajne industrijskih otpadnih voda sprovodi se sa ciljem izdvajanja zagađujućih supstancija, izvlačenja korisnih supstancija i dezinfekcije voda pre njihovog ispuštanja u prirodne vode.

Na osnovu fizičko-hemijske analize otpadnih voda PKB-Korporacije, možemo zaključiti da su sledeće metode najefikasnije za uklanjanje zagađujućih supstanci:

1- Nerastvorne supstance koje se mogu ukloniti mehaničkim postupcima, sa ili bez prethodne flokulacije tj. Flotacije: a) supstancije koje plivaju na vodi, kao što su masti, ulja, alifatični ugljovodoni, smole itd; b) čvrste supstancije, suspenzije kao što su pesak, oksidi, hidroksidi, pigmenti, koloidni sumpor, vlakna i sl.

2- Organske supstancije koje se odvajaju adsorpcijom: boje, deterdženti, razna makromolekularna jedinjenja, derivati fenola.

3- Supstancije koje se odvajaju hemijskom precipitacijom: a) toksični i netoksični metali kao što su: Fe, Cu, Zn, Ni, Be, Al, Ti, Pb, Hg, Cr, a koji se talože kao hidroksidi u određenoj oblasti pH; b) sulfiti, fosfati, sulfati i fluoridi koji se talože sa Ca.

4- Supstancije koje mogu da se udalje aeracijom ili degaziranjem: H_2S , NH_4^+ , alkoholi, fenoli, sulfati.

5- Supstancije koje se uklanjaju oksido-redukcionim procesima: cijanidi, hromati, hloridi, nitrati, sulfidi, sulfiti.

6- Supstancije koje se degradiraju biološkom oksidacijom, kao na primer: ugljeni-hidrati, proteini, fenoli. Ovaj tretman je moguć nakon prilagođavanja mikroorganizama na jedinjenja kao što su formaldehid, anilin i neki deterdženti.

3.1. Metode, postupci i uređaji za prečišćavanje otpadnih voda

Zbog raznovrsnosti zagađujućih supstanci, industrijske otpadne vode zahtevaju kombinaciju različitih metoda za prečišćavanje.

3.1.1. Mehaničke metode prečišćavanja otpadnih voda

-*Mešanje otpadne vode.* Obzirom da u sistem za prečišćavanje, otpadna voda dolazi iz više izvora, neophodno je ujednačavanje njihovog sastava mešanjem. Ovaj proces se vrši na taj način, što se otpadne vode ulivaju u kadu u koju su postavljene cevi za prođuvavanje vazduha. Mehuri vazduha mešaju tečnost i homogenizuju je.

-*Grubo ceđenje.* Nakon ovoga predlažemo postupak grubog ceđenja kojim se iz otpadnih voda uklanjaju prvenstveno otpadni materijali, komadi drveta, komadi kože, ostaci konzervi i druge ambalaže i sl.

-*Odstranjivanje tečnosti koje se ne mešaju sa vodom.* Za razdvajanje i uklanjanje masti, ulja, nafte, smole i drugih supstanci koje se ne mešaju sa vodom koristi se taložnik u kojem tečnosti koje su lakše od vode isplivaju na površinu i pomoću pogodno konstruisanog skupljača odvođe iz taložnika.

3.1.2. Fizičko-hemijske metode prečišćavanja otpadnih voda

Koagulacija. Prečišćavanje vode od koloidno dispergovanih čestica danas se vrši prvenstveno metodom koagulacije. Ovaj proces je vrlo jednostavan i efikasan. Sastoji se u tome da se u reakcioni sud pogodnog oblika, u kome se vrši brzo mešanje vode, dodaje određena količina reagensa. Nakon koagulacije dobijeni talog se odstranjuje nekom od prethodno pomenutih metoda mehaničkog prečišćavanja.

3.1.3. Biološka metoda za prečišćavanje otpadnih voda

Konstruisanje akvatičnog ekosistemskog procesa za prečišćavanje zagađenih voda se zasniva na zajedničkim osnovnim karakteristikama prirodnih slatkovodnih ekosistema. To su

zadržavanje vode, samoprečišćavanje i staništa organizama. Da bi ekosistemski procesor bio što efikasniji prilikom njegovog konstruisanja treba maksimalno koristiti sve potencijale ekosistema. Ovaj vid tretmana otpadnih voda je praktičan zato što je jeftin i zahteva minimum energije za rad i ima jednostavno održavanje.

Svaki ekosistemski procesor za prečišćavanje vode se sastoji od bazena odgovarajućeg dizajna koji sadrži vodu, supstrat i biljke. Ovim komponentama se manipuliše prilikom konstruisanja ekosistema dok se drugi (mikrobialne zajednice i vodeni beskičmenjaci) uglavnom nastanjuju prirodnim putem.

Pogodna lokacija za formiranje ekosistemskog procesora bi bila na mestu izlivanja otpadnih voda u recepijent (obala Dunava). Tu bismo kao supstrat koristili zemlju, šljunak i organsku materiju (kompost). Funkcija vegetacije u ekosistemskom procesoru je da svojim rastom proizvodi biomasu koja usporava protok i obezbeđuje mesto za razvoj mikroorganizama. Biljke stabilizuju supstrat i menjaju njegovu propustljivost i značajno povećavaju estetske vrednosti predela.

Biljke koje bi trebalo odabrati da svojim rastom proizvode biomasu i obezbeđuju mesto za razvoj mikroorganizama su:

- Scripus Pungens* (Familia Cyperaceae)-brzi kolonizator; uklanjanje metale i važan je za ptice

- Scripus Validus* (Familia Ciperaceae)-uklanja polutante

- Iris Versicolor* (Familia Iridaceae)-atraktivno cveta (lepo za ambijent); tolerantan na visoke koncentracije nutrijenata

- Careks Spp* (Familia Cyperaceae)-jako otporne na temperaturne oscilacije; visoka vrednost za biodiverzitet

Maksimalno bi trebalo koristiti nativne lokalne vrste koje su već adaptirane na klimatske i pedološke uslove kao i na prisutne biocenoze. Za efikasnost ekosistemskog procesora je manje značajan izbor biljne vrste od uspostavljanja bujne vegetacije. Svaka vrsta koja može da napreduje u specifičnim uslovima je dobar izbor.

Kako bi ekosistemski procesor zadovoljavao traženu efikasnost, bitno je sprovoditi i kontinuirani monitoring. On omogućava identifikaciju problema dovoljno rano da je intervencija najefikasnija i najjeftinija. Periodična kontrola opšteg stanja ekosistemskog procesora je neophodna da bi se na vreme uočila erozija ili razvoj neželjene vegetacije.

ZAKLJUČAK

Otpadne vode na teritoriji Pančevačkog rita su se pokazale kao veliki ekološki problem koji hitno treba rešiti. Do sada je izgradnja sistema za njihovo kanalisanje odlagana pod izgovorom da je to složen, obiman i pre svega skup proces. Međutim, obzirom da je Srbija početkom 2010. godine usvojila Izveštaj o sprovođenju Nacionalnog programa za integraciju u Evropsku uniju, ostaje nada da će zaštita životne sredine morati da dobije neko bitnije mesto na listi prioriteta države. Vlast bi morala uvideti urgentnost rešavanja ovog i njemu sličnih problema i početi sprovoditi zakone, a odgovorne kažnjavati, jer ovde nije samo reč o neispunjavanju uslova za ulazak u Evropsku uniju, već se govori o direktnom ugrožavanju zdravlja građana Srbije i njihove budućnosti.

REFERENCE:

- [1] Š. Đarmati, D. Veselinović, I. Gržetić, D. Marković, “*Životna sredina i njena zaštita*“, Knjiga II, Zaštita životne sredine, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Beograd, 2008.
- [2] G. Drazic, „*Ekoremedijacija*“, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Beograd
- [3] Vodoprivredna osnova Pančevačkog rita, Institut za vodoprivredu Jaroslav Černi, Beograd, 1984.
- [4] Centralno postrojenje prečišćavanja otpadnih voda, Sour Union Invests, Sarajevo, 1988.
- [5] Ekolab

UTICAJ ANTROPOGENOG FAKTORA NA KVALITET PODZEMNIH VODA: SLUČAJ NITRATNIH ZAGAĐENJA

Vesna Ristić Vakanjac¹, Petar Papić¹, Vesna
Damnjanović¹, Radoslav Golubović²

¹Rudarsko-geološki fakultet, Institut za hidrogeologiju,
Univerziteta u Beogradu, Srbija

² Istraživačka stanica Petnica, Valjevo, Srbija

Izvod: *Tokom kompleksnih hidrogeoloških i hidrohemijskih istraživanja karstnih voda u okolini Valjeva (Zapadna Srbija), utvrđene su povećane koncentracije nitrata u karstnim izdanskim vodama. Tokom 1991. godine otpočela su dnevna kvantitativna i kvalitativna režimska osmatranja kako podzemnih voda, tako i atmosferskih padavina. Za potrebe analize primenjeni su standardni metodi za hidrohemijske determinacije in situ. Na osnovu uzetih oko 1000 uzoraka atmosferskih padavina i oko 3500 uzoraka podzemnih voda, primećen je pozitivan trend porasta nitrata u karstnim izdanskim vodama. Rezultati statističkih analiza ukazali su na uticaj antropogenih faktora kako u negativnom tako i u pozitivnom smislu (smanjenje industrijskih aktivnosti tokom ratnih aktivnosti i sa početkom međunarodnih sankcija).*

Ključne reči: *karstne izdanske vode/ geohemija/ statističke analize/ zagađene/ nitrati*

ANTHROPOGENIC INFLUENCE ON GROUND WATER QUALITY: A CASE OF NITRATE POLLUTION

Vesna Ristić Vakanjac¹, Petar Papić¹, Vesna
Damnjanović¹, Radoslav Golubović²

¹ School of Mining and Geology, Institute of Hydrogeology,
University of Belgrade, Serbia

² Petnica Research Station, Valjevo, Serbia

Abstract: *During complex hydrogeological and hydrochemical investigations of karst groundwaters in Valjevo town (Western Serbia), increased concentrations of nitrates were established in karst groundwaters. In 1991 have started daily regime observations of groundwater quality and quantity as well as atmospheric precipitations. The hydrochemical determinations were done with standard methods in situ. On the basis of 600 atmospheric precipitation and around 2200 groundwater samples, the positive trend of nitrates in karst groundwaters was noticed. The results of statistical analyses have shown on influence of anthropogenic factors in negative as well as positive sense (reduction of industrial activities due to war actions and beginning of international sanctions).*

Key words: *karst groundwater/ geochemistry/ statistic analyses/ pollution/ nitrates*

UVOD

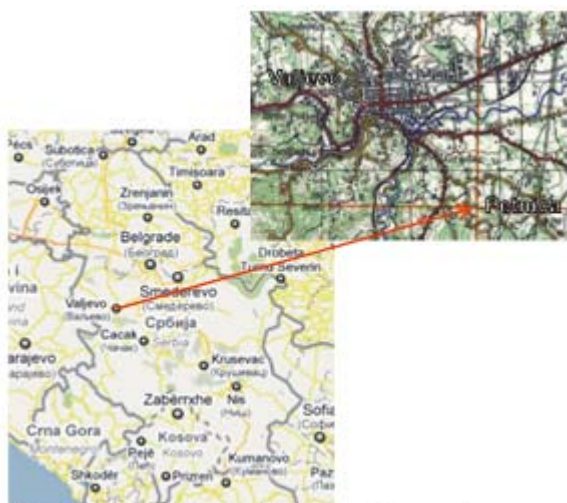
Prvi stadijum formiranja hemijskog sastava površinskih i podzemnih voda se odvija u atmosferi, pa je zbog toga potrebno izučavanje hemijskog sastava atmosferskih taloga, koji se menja u prostoru i vremenu. U poslednje vreme raste interesovanje za ispitivanjem zagađenja i porekla nitrata u vodama. Sa druge strane, ova komponenta se nalazi su među glavnim zagađivačima atmosfere urbanih sredina (oksidi azota i sumpora).

Brz porast populacije i industrijalizacije okoline Valjeva, a i šire, rezultirano je postepenim povećanjem zagađenja atmosfere a preko atmosferskih padavina i površinskih i podzemnih voda. Prisustvo nitrata i sulfata u vodama Petničkog vrela i njihovo povećanje sa vremenom ukazuje na ovu direktnu zavisnost atmosferske vode – podzemne vode. Takođe, sredinom 1992. godine nakon uspostavljenih sankcija osetan je nagli pad sadržaja nitrata i sulfata i u atmosferskim i u podzemnim vodama.

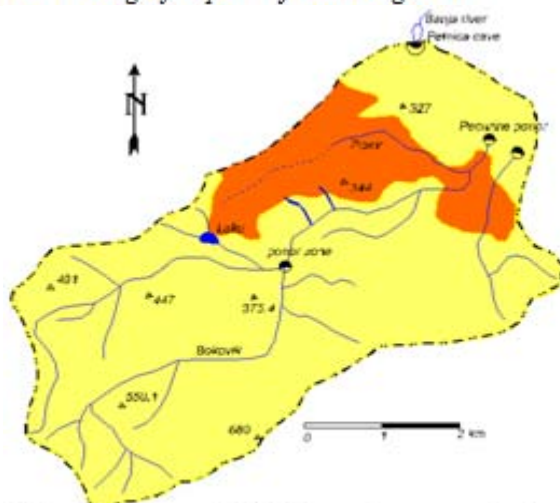
Hemijski sastav voda je neophodno znati, između ostalog i zbog činjenice da sistemsko zagađenje atmosferskih padavina može dovesti do regionalne izmene hemijskog sastava površinskih i podzemnih voda. Ove uslovno rečeno “kisele kiše” mogu pouzrokovati štetne promene u geohemijskim procesima. Iz tog razloga su u ovom radu dati rezultati ispitivanja kvaliteta atmosferskih padavina šire okoline Valjeva, kao i njihov uticaj na kvalitet kraških voda Petničkog vrela.

1. GEOGRAFSKI POLOŽAJ I GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE ISTRAŽENE OBLASTI

Osmatranja parametra hidrohemijskog režima su vršena u Istraživačkoj stanici u Petnici (udaljena oko 7 km od Valjeva) i poslužila su kao polazna tačka za utvrđivanje korelacije kvaliteta atmosferskih padavina i podzemnih voda. Geografski položaj vrela Petnica kao i položaj oblasti istraživanja dat je na slici 1. Petničko vrelo drenira trijasko krečnjake koji su u donjem delu pokriveni miocensko-pliocenskim sedimentima (slika 2). Površina sliva koju drenira ovo vrelo je oko 20 km².



Slika 1: Geografski položaj Petničkog vrela



Slika 2: Hidrogeološka karta slivnog područja Petničkog vrela

Slivno područje vrela je najvećim delom izgrađeno od sedimenata srednje trijaskе starosti (ladinski kat T_2^2). Krečnjaci su uglavnom mikritskog sastava sa učešćem kalcijum-karbonata preko 90%, i intenzivno su karstifikovani. Po površini terena javljaju se brojne vrtače i ponori, a po dubini brojne pukotine, kaverne i pećine. Prisutni morfološki oblici su uglavnom u najvišim delovima ispunjeni glinovitim materijalom - crvenicom. Na slivnom području Petničkog vrela nalaze se dva ponora - ponor Pećurine i ponorska zona u centralnom delu slivne površine (slika 2). Veza između ovih ponora i vrela je konstatovana i potvrđena više puta [lit. 8].

2. OSMATRANJA I ISTRAŽIVANJA

Režimska osmatranja na stanici IS Petnica su obuhvatila određivanje količine padavina i merenja vodostaja/izdašnosti vrela, kao i određivanje glavnih parametara kvaliteta. Osmatrano je više od 15 parametara kvaliteta karstnih podzemnih voda Petničkog vrela i više od 10 parametara kvaliteta padavina.

U ovom radu su korišćeni i analizirani sledeći parametri: dnevne sume padavina, količina istekle vode na Petničkom vrelu i koncentracije nitratnih jona u vrelu i u padavinama. Za potrebe analize nitrata karstnog vrela koristili su se podaci od 1991. godine iz razloga što u prethodnom periodu postoje prekidi u osmatranjima. Baza podataka za sagledavanje i analizu nitratnih jona sadrži preko 1200 osmatranja atmosferskih padavina i više od 3650 ispitivanja karstnih podzemnih voda.

3. ANALIZA KVALITETA PODZEMNIH VODA PETNIČKOG VRELA

Merenja koncentracije nitratnih jona vršena su od 1976. godine do 1990. godine povremeno a od 1991. godine svakodnevno. Maksimalna izmerena koncentracija NO_3^- u 1976. godini iznosila je 6 mg/dm^3 . Tokom 1988. godine maksimalna registrovana koncentracija NO_3^- iznosila je 27 mg/dm^3 . Od 1991. do pa do 2000. godine srednje mesečne kao i maksimalne koncentracije NO_3^- u karstnom vrelu Petnica prikazane grafički na slici 3.



Slika 3. Koncentracije nitratnih jona registrovanih u padavinama i u karstnim vodama Petničkog vrela

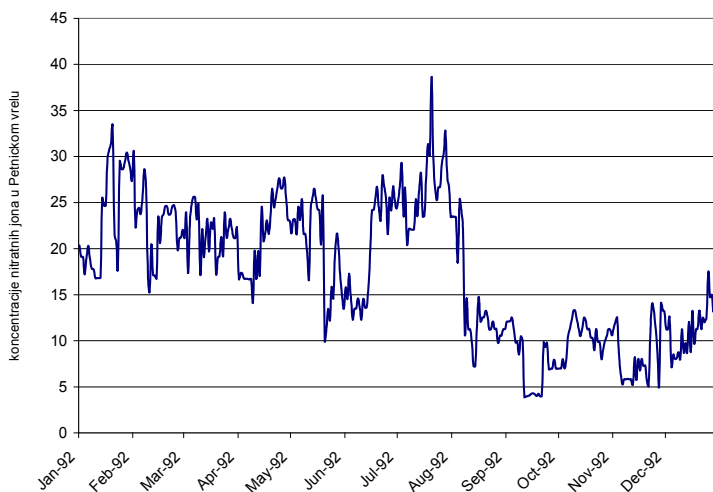
Analizom dnevnih vrednosti, kao i srednje mesečnih i na kraju srednje godišnjih vrednosti došlo se do zaključka da sredinom 1992. godine dolazi do naglog pada koncentracije nitrata u vrelu. Na slici 4 se može zapaziti da pad koncentracije nitrata se dešava početkom avgusta, i to u toj meri izražen da maksimalne vrednosti u drugoj polovini ove godine imaju niže vrednostih od mnogih minimalnih vrednosti u prvoj polovini iste godine. Tačnije u prvoj polovini 1992. godine minimalne vrednosti nitratnih jona u Petničkom vrelu su se kretale uglavnom iznad 15 mg/dm^3 , dok u drugoj polovini maksimalne vrednosti istih jona su bile skoro uvek ispod pomenute vrednosti (15 mg/dm^3)

Jasno izražen pad najverovatnije je posledica sprovedenih međunarodnih sankcija tokom juna 1992. godine koje su izazvale redukciju rada mnogih industrija ili njihov potpuni prestanak sa radom. Sankcije su uslovile i nestašicu tečnog goriva koja je uticala na drastično smanjeno korišćenja prevoznih sredstava.

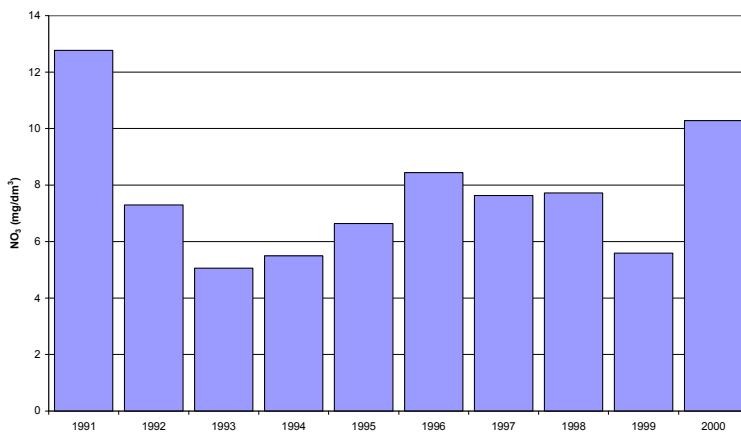
Na dijagramu 3 takođe se može zapaziti da tokom 1997. godine dolazi do postepenog porasta koncentracije nitrata u ispitivanom vrelu.

4. ANALIZA KONCENTRACIJE NITRATNIH JONA U PADAVINAMA

Iz razloga što se prvi korak pri formiranju hemizma površinskih i podzemnih voda nalazi u atmosferi, na sličan način je urađena analiza padavina. Srednje godišnje koncentracije nitratnih jona kao i maksimalne zabeležene vrednosti prikazane su grafički na slici 3. Vrednosti srednjih i maksimalnih koncentracija nitrata u padavinama nam ukazuju na isti zaključak, odnosno da je tokom 1992. godine došlo do naglog smanjenja NO_3^- jona u vazduhu. Sa grafika 5 se može videti da su minimalne srednje godišnje koncentracije nitratnih jona vezane su za 1993. 1994 i 1995. godinu. Nakon toga, odnosno tokom 1996. i 1997. godine dolazi do porasta koncentracija u vazduhu.



Slika 4: Dnevne vrednosti koncentracija nitratnih jona u karstnom vrelu Petnica



Slika 5: Srednje godišnje koncentracije nitratnih jona - period 1991-2000

Detaljno sagledavajući priložene dijagrame i dobijene analize zaključili smo da za dalju analizu koncentraciju nitratnih jona treba koristiti dva perioda i to:

- period 1: od 1. januara 1991. do 7. avgusta 1992. i od 1. novembra 1997. do 31. decembra 2000.
- period 2: od 8. avgusta 1992. to 31. oktobra 1997. godine

Imajući u vidu pomenute izdvojene, u konkretnom slučaju vezano za isticanje iz karstnog vrela Petnica vršena je analiza homogenosti serije isticanja kao i koncentracije nitratnih jona u karstnim podzemnim vodama. Analiza homogenosti korišćenjem standardne devijacije ukazuje na to da se radi o istoj populaciji dok analiza homogenosti preko srednjih vrednosti ukazuje da se ne radi o istoj populaciji.

Statistička analiza koncentracija nitratnih jona u karstnom vrelu Petnica urađena je na isti način kao kod isticanja podzemnih voda i to preko srednjih vrednosti kao i korišćenjem standardnih devijacija. Testovi su nam pokazali da je do značajnijih promena u koncentracijama nitratnih jona došlo nakon 8 avgusta 1992. godine i da je ova promena zaista trajala trajala do 1997. godine. Treba napomenuti da test srednjih vrednosti nitratnih jona u padavinama

ukazuje na veliku nejednorodnost varijansi. Testovi vezani za sume padavina pokazuju da uzorci pripadaju istoj populaciji.

ZAKLJUČAK

Hemijski sastav voda počinje da se formira još u atmosferi, tako da je velika verovatnoća da podzemne vode mogu biti kontaminirane od strane atmosferilija. Ovo je naročito izraženo u okolini gradova i većih industrijskih centara gde antropogeni faktor ima velikog uticaja na hemijski sastav kako vaduha a posredno i padavina, tako i podzemnih voda. Kišne kapi apsorbuju azotne okside koje je doneo vetar sa obližnjih industrijskih ili poljoprivrednih centara. Infiltracijom atmosferilija u podzemlje one naknadno rastvaraju nitratne jone iz zemlje.

Osnovna baza podataka sa kojom se raspolagalo za sagledavanje i analizu koncentracija nitratnih jona je obuhvatala preko 1219 osmatranja atmosferskih padavina i više od 3650 ispitivanja karstnih podzemnih voda. Statistička analiza srednje dnevnih, mesečnih i godišnjih vrednosti pojavljivanja nitratnih jona u padavinama i karstnim vodama Petničkog vrela je ukazala na moguće statistički značajne promene u njihovim koncentracijama koje su se desile tokom 1992. godine (nakon stupanja međunarodnih sankcija) i trajale su skoro do kraja 1997. godine.

Analize srednje dnevnih, mesečnih i godišnjih vrednosti koncentracija nitratnih jona Petničkog vrela i padavina ukazale su da je tokom 1992. godine došlo do naglog pada vrednosti nitratnih jona. Takođe, iste analize su ukazale da tokom 1997. dolazi do njihovog značajnijeg porasta. Na osnovu ovoga izdvojeno je dva perioda

- period 1: od 1. januara 1991. do 7. avgusta 1992. i od 1. novembra 1997. do 31. decembra 2000.
- period 2: od 8. avgusta 1992. to 31. oktobra 1997. godine

Radi potvrde ad je došlo do promene koncentracije nitratnih jona kako u atmosferijilama tako i u podzemnim vodama, primenjeni su testovi homogenosti i jednorodnosti radi utvrđivanja pripadnosti/ne pripadnosti ova dva izdvojena perioda (uzorka) istoj populaciji, i to Normalizovan Z-test i Fišerov F-test.

Analize su ukazale da koncentracije nitratnih jona u podzemnim vodama Petničkog vrela zavise u velikoj meri od koncentracije

nitratnih jona u padavinama. Izvršene statističke analize su potvrdile ovaj uticaj. Analize homogenosti i jednorodnosti primenjenih na isticanje karstnih voda kao i sumarne padavine ukazuju da nizovi pripadaju istoj populaciji, odnosno da nije došlo do statistički značajnijih promena u režimima isticanja i padavina. Isti testovi primenjeni na koncentracije nitratnih jona kako u padavinama tako i u podzemnim vodama ukazuju da je došlo do značajne promene, odnosno da uzorci ne pripadaju istoj populaciji.

REFERENCE

- [1] Davis J, (1986): *Statistics and Data Analysis in Geology*, John Wiley and Sons, New York, 660 pp.
- [2] Krešić, N., Papić, P., Golubović, R. (1989): *The influence of precipitation on the quality of karst groundwater in the industrial zones*, Int. Symp. on Groundwater Management, Benidorm, Spain
- [3] Papić, P., Krešić, N., Golubović, R. (1991): *Acid rains and their influence on the quality of groundwater of Petnica Karstic spring near Valjevo town*, Editions spec. de l'Academie Serbe, vol. DCXIV, vol. 67.
- [4] Papić P., Golubović R., (1992): *Project of hydrochemical investigations of precipitation and groundwater of karst spring in Petnica, Valjevo*, - Unpublished report, Funds of RS Petnica, Valjevo, 25 pp.
- [5] Papić P., Ristić V., Golubović R., Damnjanović V.: *The influence of physico-chemical properties of precipitation on karst groundwater quality*, The XVIth International Symposium on Theoretical and Applied Karstology, in press, Baile Herculane, Romania.
- [6] Papić P., Ristić V., Golubović R.: *Karst groundwater pollution by nitrate*, Transactions of the Faculty of Mining and Geology, Belgrade, Yugoslavia.
- [7] Prohaska S., Ristić V., (1995), *Hydrology through theory and practice*, pp 525, Faculty of Mining and Geology, Belgrade, Yugoslavia.
- [8] Simić M., 1990, *Multipurpose utilisation of karst groundwater in Valjevo-Mionica area*, PhD, Faculty of Mining and Geology, Belgrade, Yugoslavia.

PROSTORNE DEGRADACIJE PROUZROKOVANE INDUSTRIJSKOM PROIZVODNJOM U REPUBLICI SRBIJI

Dragan Škobalj, Zoran Jakovljević
Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: *Industrijska proizvodnja u Republici Srbiji obuhvata proizvodnju cementa i drugih građevinskih materijala, zatim proizvodnju đubriva, preradu drveta, elektro-opremu, proizvode od papira, kože i krzna, gumu, tekstil, prehrambene proizvode itd. Teška industrija u Republici Srbiji uglavnom je vezana za rudarstvo, a uključuje prerađivačku, metaluršku, hemijsku industriju i dr. Velike degradacije prostora prouzrokuju naftna industrija u Pančevu, Rudarsko topioničarski basen Bor, proizvodnja čelika u Smederevu i dr. Procenjuje se da se u Srbiji stvara oko 100.000 t/god industrijskog opasnog otpada. Veliki ekološki izazov čine istorijske količine nasleđene zbog nedostatka brige o otpadu u prethodnom periodu, koje su uglavnom nepropisno privremeno skladištene u fabričkim krugovima. Na preliminarnoj IPPC listi nalazi se 168 industrijskih postrojenja za koja se izdaje integrisana dozvola. To su istovremeno i postrojenja koja stvaraju najveće količine industrijskog opasnog i neopasnog otpada. Veliki broj generatora otpada ne vodi evidenciju o vrstama i količinama otpada koje stvaraju u procesima proizvodnje. U Republici Srbiji ne postoji ni jedna lokacija za ekološki prihvatljivo odlaganje opasnog otpada, a određene količine se izvoze. U poslednje vreme se primenjuju postupci solidifikacije i bioremedijacije opasnog otpada. Kao najznačajniji problemi izdvajaju se visok stepen nastajanja industrijskog otpada po jedinici proizvoda, ispuštanje industrijskih otpadnih voda bez tretmana, neracionalno korišćenje sirovina i niska energetska efikasnost industrije.*

Ključne reči: *Industrija/ opasan otpad/ istorijsko zagađenje/ remedijacija*

SPATIAL DEGRADATION CAUSED BY INDUSTRY IN REPUBLIC OF SERBIA

Dragan Škobalj, Zoran Jakovljević

Faculty of Applied Ecology Futura, Singidunum University

Abstracts: Industrial production in Serbia includes the production of cement and other building materials, fertilizers, electrical equipment, wood processing, paper products, leather and fur, rubber, textiles, food products and so on. Heavy industry in the Republic of Serbia is mainly related to mining, including manufacturing, metallurgical, chemical industry and others. Large spatial degradations caused by oil refinery in Pancevo, Mining and Smelting Complex Bor, steel production in Smederevo etc. They are mainly improperly temporarily stored in the factory circles. Preliminary IPPC includes 168 facilities issued integrated permits. They are the facilities that produce the largest quantity of hazardous and non-hazardous industrial waste. Evidence about type and amount of waste produced in technological processes is not run by waste generators. This data is not relevant because of amounts of waste generated without evidence by some facilities. There is no environmentally storage location for hazardous waste in Serbia and some of amounts are exports. There is a plan to build a stationary plant for the physical-chemical treatment of hazardous waste. Bioremediation procedures and solidification of hazardous waste were applied in recent time. High degree of industrial waste per unit of product, irrational use of raw materials and low energy efficiency industry are the most important problem.

Key words: industry/ hazardous waste/ historic pollution/ remediation

UVOD

U dužem vremenskom periodu glavni nosilac privrednog razvoja Republike Srbije bila je industrijska proizvodnja, pretežno bazirana na glomaznim proizvodnim sistemima, finansirana skupim inostranim kreditima, zaštićena visokim carinskim i drugim barijerama, orijentisana na domaće, a mnogo manje na inostrano tržište, sa velikim viškovima zaposlenih. Industrija je nesporno dočekala tehnološke i strukturne promene u svetskoj privredi, da bi tokom 90-tih godina, zajedno sa ostalim delovima privrede, zapala u tešku krizu praćenu velikim padom proizvodnje i zaposlenosti. [6] Industrija Srbije je pretrpela žestoke posledice NATO bombardovanja Srbije 1999. godine, prilikom čega je došlo do značajnih emisija u vazduh toksičnih i kancerogenih materija.

Ekonomska situacija početkom 21. veka u pogledu industrije u Srbiji je bila teška, većinom kao rezultat međunarodnih sankcija koje su uvedene Jugoslaviji u prošloj deceniji. Zbog izolacije zemlje, i drastičnog gubitka tradicionalnih tržišta i poslovnih partnera, prema podacima Ministarstva privrede i Republičkog zavoda za statistiku, industrijska proizvodnja je naglo opala (za oko 60%) između 1990 i 2000. godine. [1] Industrijska postrojenja su generalno u lošem tehničkom stanju. Zastarele tehnologije, niska energetska i sirovinna efikasnost, slaba tehnološka disciplina i visok nivo stvaranja otpada, faktori su koji doprinose zagađenju životne sredine od industrije. Nedostatak postrojenja i opreme za smanjenje zagađenja je opšti problem (posebno postrojenja za tretman otpadnih voda, skrubera i postrojenja za odsumporavanje dimnih gasova). Neka industrijska postrojenja (železare, metalurška industrija, hemijska industrija i dr.) su prethodno imala osnovne instalacije za smanjenje zagađenja, ali većina nije u upotrebi tokom dugog niza godina. S tim u vezi, skoro 90% industrijskih otpadnih voda se ispušta bez prethodnog tretmana. [2] Procenjuje se da se u Srbiji stvara oko 100.000 t/god industrijskog opasnog otpada. Projekcije su da će se generisati 450.000 tona industrijskog opasnog otpada u periodu od 2010. do 2019. godine, a veliki ekološki izazov čine istorijske količine nasleđene zbog nedostatka brige o otpadu u prethodnom periodu, koje su uglavnom nepropisno privremeno skladištene u fabričkim krugovima. Kao najznačajniji problemi izdvajaju se visok stepen nastajanja industrijskog otpada po jedinici proizvoda, ispuštanje

industrijskih otpadnih voda bez tretmana, neracionalno korišćenje sirovina i niska energetska efikasnost industrije. Sve ovo dovodi do degradacije prostora, kako na pojedinim lokalitetima tako i na širem području Srbije.

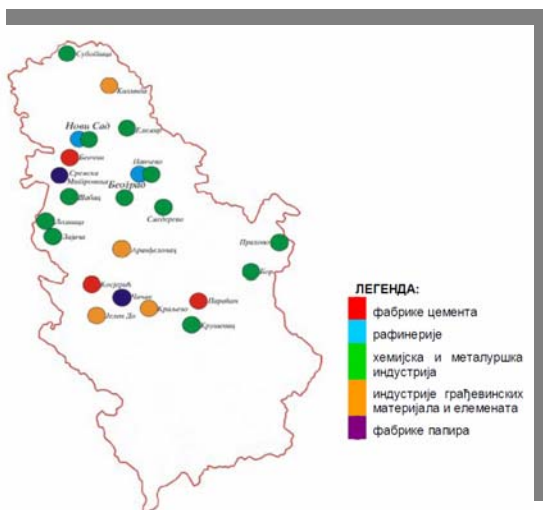
1. STANJE INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE U REPUBLICI SRBIJI

Primenom klasifikacije delatnosti u Srbiji od 2001. godine, industrija obuhvata tri sektora: Vađenje rude i kamena, Prerađivačka industrija i Proizvodnja i snabdevanje električnom energijom, gasom i vodom. Industrijska proizvodnja Srbije, u 2003. godini, manja je za 3,0% u odnosu na realizovanu u 2002. godini. Ako se industrijska proizvodnja posmatra po sektorima, porast je ostvaren u sektoru Vađenje ruda i kamena za 0,8%, kao i u sektoru Proizvodnja i distribucija električne energije, gasa i vode za 2,3%, ali je pad zabeležen u sektoru prerađivačke industrije za 4,5%, koji je u ukupnoj proizvodnji učestvovao sa 76,23%. Porast industrijske proizvodnje u 2003., u odnosu na 2002. godinu, ostvaren je kod 4 industrijske oblasti, koje u strukturi industrijske proizvodnje učestvuju sa 38%, a to su: Proizvodnja hemikalija i hemijskih proizvoda, Vađenje i briketiranje uglja, i Proizvodnja i distribucija električne energije, gasa i vode. Industrijska proizvodnja Srbiji u 2004. godini veća je za 7,1%, u odnosu na 2003. Na godišnjem nivou, rast proizvodnje ostvaren je samo u sektoru prerađivačke industrije (9,6%), koja i čini 80,7% ukupne industrijske proizvodnje, pa je i opredelila ukupan nivo industrijske proizvodnje, dok je u ostala dva sektora nivo proizvodnje ispod fizičkog obima iz 2003. godine [1]. U strukturi industrijske proizvodnje 2005. godine, prerađivačka industrija učestvovala je sa 75,4 %,., proizvodnja i snabdevanje električnom energijom sa 18,3% i vađenje rude i kamena sa 6,3%. [2] U 2005. godini u odnosu na 2004. godinu industrijska proizvodnja povećana je za 0,8%. Najveći doprinos rastu proizvodnje dala je proizvodnja i distribucija električne energije, gasa i vode svojim rastom od 6,6% i vađenje ruda i kamena od 2,1%. Rast proizvodnje ostvaren je i u oblasti: proizvodnje osnovnih metala, prehrambenoj industriji, proizvodnji hemikalija i hemijskih proizvoda i proizvoda od gume i plastike, proizvodnji motornih

vozila i prikolica, proizvodnji električnih mašina i aparata i proizvodnji kože, predmeta od kože i obuće. Pad proizvodnje u 2005. godini u odnosu na 2004., ostvaren je u prerađivačkoj industriji od 0,7%. Pad proizvodnje zabeležilo je trinaest industrijskih sektora i to: proizvodnja tekstilnih prediva i tkanina, proizvodnja odevnih predmeta i krzna, proizvodnja asortimana od drveta i plute, sem nameštaja, proizvodnja celuloze, papira i prerada papira, proizvodnja koksa i derivata nafte, proizvodnja nemetalnih minerala, proizvodnja mašina i uređaja, osim električnih, proizvodnja kancelarijskih i računskih mašina, proizvodnja radio, TV i komunikacione opreme, proizvodnja preciznih i optičkih instrumenata, proizvodnja ostalih saobraćajnih sredstava, proizvodnja nameštaja i raznovrsnih proizvoda i reciklaža. Ovakva kretanja u prerađivačkoj industriji rezultat su: nedostatka finansijskih sredstava, neefikasnosti poslovanja; zastarelosti opreme i tehnologije; povećane uvozne konkurencije; nezadovoljavajućeg kvaliteta proizvoda i usluga po svetskim standardima; niskog nivoa marketing menadžmenta i upravljanja proizvodnjom, i viškom zaposlenih. [2]

Kao najznačajniji industrijski kompleksi koji imaju uticaja na degradaciju životne sredine u 2005. godini [2] navedeni su

- fabrike cementa: BFC (Lafarge, Beočin), Novi Popovac-Holcim (Paraćin) i Titan (Kosjerić);
- rafinerije u Pančevu i Novom Sadu;
- hemijska i metalurška industrija: Petrohemija i Azotara (obe u Pančevu), US Steel železara (Smederevo), FOM (Beograd), Agrohema (Novi Sad), Zorka i Azotara (obe u Subotici), FSK (Elemir), RTB (Bor), IHP (Prahovo), HK Zorka Šabac, Viskoza Loznica, Župa Kruševac, Topionica olova Zajača;
- industrije građevinskih materijala i elemenata: Industrija vatrostalnih materijala i elektrotermičkih proizvoda Magnohrom (Kraljevo), Šamot (Arandjelovac), Fabrika kreča (Jelen Do) i Toza Marković (Kikinda);
- fabrike papira: Matroz (Sremska Mitrovica) i Božo Tomić (Čačak).



Slika 1. *Industrijska postrojenja koja u najvećoj meri degradiraju životnu sredinu u Srbiji*
(izvor: Agencija za zaštitu životne sredine, 2006)

Industrijski razvoj ima niz neželjenih posledica, od kojih se mogu navesti:

- povećana industrijska emisija SO_2 , NO_x , lako osparljivih organskih jedinjenja, policikličnih aromatičnih ugljovodonika i drugih zagađujućih materija na lokacijama Bora, Šapca, Pančeva, Novog Sada, Smedereva itd.;
- kontaminacija zemljišta, površinskih i podzemnih voda opasnim materijama u Boru, Pančevu, Novom Sadu, Smederevu, Beogradu, Kragujevcu itd.;
- povećano ispuštanje industrijskih otpadnih voda bez prethodnog tretmana i dr

Industrija je veliki potrošač energije, s obzirom da iskoristi oko 45 - 30% od ukupne potrošnje finalne energije. Ipak se poslednjih godina uočava blagi trend povećanja energetske efikasnosti, što pored ekonomske koristi, ima i pozitivne efekte po životnu sredinu. Prema podacima iz Izveštaja o stanju životne sredine za 2008. Godinu [3] u ukupnoj industrijskoj proizvodnji prljava industrija učestvuje sa 52,4 %, reciklažna industrija sa svega 0,3 % i ostala industrija sa 47,3 %.

2. INDUSTRIJSKE DEGRADACIJE

U radu su prikazane degradacije prostora prouzrokovane generisanjem industrijskog otpada, emitovanjem industrijskih otpadnih voda i ispuštanjem zagađujućih materija u atmosferu iz industrijskih postrojenja.

2.1. Industrijski otpad

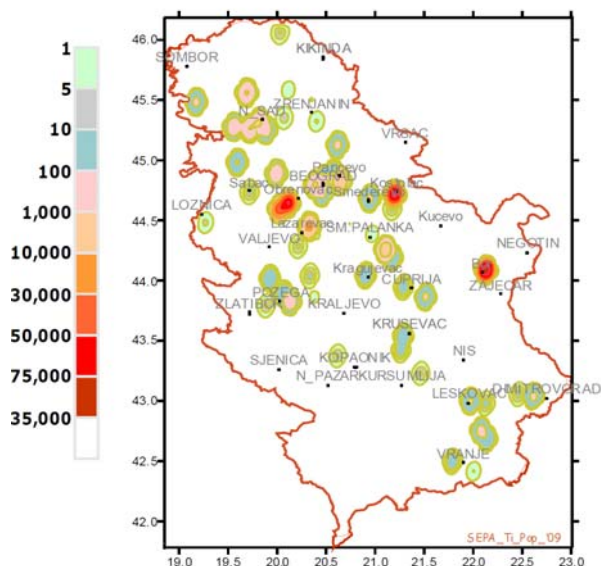
Stanje upravljanja industrijskim, pa i komunalnim otpadom u Srbiji je generalno loše, prema svim dostupnim podacima. Velike količine industrijskog opasnog otpada su nepropisno privremeno skladištene u fabričkim krugovima već dugi niz godina, te predstavljaju veliki rizik po životnu sredinu i zdravlje ljudi. Prema podacima iz Nacionalne strategije upravljanja otpadom (2010), projekcije su da će se generisati 450 hiljada tona industrijskog opasnog otpada u Republici Srbiji u periodu od 2010. do 2019. godine. [4] Ne postoje pouzdani podaci o količini opasnog otpada koji stvara industrija. Po grupama delatnosti, najveće količine otpada su iz prerađivačke industrije, znatne su količine otpada iz eksploatacije mineralnih sirovina i iz građevinarstva. Podatke za Integralni katastar zagađivača (Registar izvora zagađivanja), koji vodi Agencija za zaštitu životne sredine, dostavilo je preko 600 preduzeća. Agencija za zaštitu životne sredine je uspostavila informacioni sistem koji će omogućiti efikasno prikupljanje i analizu prikupljenih podataka prema različitim parametrima i dostupnosti podataka javnosti. Iako postoji zakonska obaveza dostavljanja podataka o otpadu, još uvek ne postoji odziv svih zagađivača. Zbog smanjene aktivnosti industrije, pretpostavlja se da nastajanje industrijskog opasnog otpada stagnira. Prema Zakonu o integrisanoj kontroli i zagađivanju životne sredine (IPPC), [8] vrste aktivnosti i postrojenja za koja se izdaje integrisana dozvola se klasifikuju prema nivou zagađivanja i riziku koje te aktivnosti mogu imati po zdravlje ljudi i životnu sredinu. Prema podacima Nacionalne strategije upravljanja otpadom IPPC postrojenja stvaraju najveće količine industrijskog opasnog i neopasnog otpada. Na preeliminarnom spisku IPPC postrojenja za koje se izdaje integrisana dozvola nalazi se 168 industrijskih postrojenja. Zbog svoje brojnosti i širokog spektra delatnosti, ovi operateri stvaraju značajan deo opasnog

otpada. Iz zvaničnih podataka Agencije za reciklažu Republike Srbije proizilazi da je 2007. godine proizvedeno 31.244 t opasnog otpada, a 2008. godine 54.022 t. Na osnovu ovih podataka i podataka

Agencije za reciklažu, realno se procenjuje da je količina opasnog otpada koji se stvara u Republici Srbiji, a potiče iz svih postrojenja, uključujući postrojenja koja su u obavezi da pribave integrisanu dozvolu oko 100.000 t/god, dok istorijsko zagađenje iznosi takođe oko 100.000 t. Ne postoje postrojenja za termički i fizičko-hemijski tretman opasnog otpada, kao ni odgovarajuća deponija za odlaganje ostataka nakon tretmana. [11] U poslednje vreme se primenjuju postupci solidifikacije i bioremedijacije opasnog otpada. Ne postoji trajno skladište opasnog otpada na teritoriji Republike Srbije. U takvim okolnostima, proizvođači opasnog otpada vrše privremeno skladištenje opasnog otpada na sopstvenim lokacijama u privremenim skladištima, iako u nekima od njih otpad stoji i više od 20 godina. Promet otpada podleže sistemu dozvola, u skladu sa zakonskom regulativom. Kako se navodi u Nacionalnoj strategiji upravljanja otpadom, radi ponovne upotrebe i reciklaže, neopasni otpad se uvozi, a u zavisnosti od tražnje na tržištu i izvozi. U najvećoj meri se izvozi opasan otpad, čije je adekvatno zbrinjavanje u Evropskoj Uniji veoma skupo, što se veoma loše odražava na nacionalnu ekonomiju u Srbiji. Najčešće se izvoze PCB, farmaceutske otpad, otpad od boja i lakova, ulja i uljne emulzije, otpad iz hemijske industrije, šljaka, kao i specifične vrste opasnog otpada, karakteristične za pojedine tehnološke procese. Za izvoz, uvoz i tranzit neopasnog otpada potrebna je dozvola koju izdaje Ministarstvo za životnu sredinu i prostorno planiranje. Prema pozitivnom nacionalnom zakonodavstvu, uvoz opasnog otpada je zabranjen. Vlada određuje izuzetno pojedine vrste opasnog otpada koje su potrebne kao sekundarne sirovine prerađivačkoj industriji u Republici Srbiji, u skladu sa nacionalnim ciljevima prerade tih otpada. Republika Srbija je članica Bazelske konvencije i prekogranično kretanje otpada se odvija u skladu sa usvojenim principima.

2.2. Industrijske degradacije vazduha

U Izveštaju o stanju životne sredine u Republici Srbiji za 2008. godinu prikazana je prostorna analiza emisija sumpordioksida, azotnih oksida i čvrstih čestica, izvršenih na osnovu podataka koji su dostavljeni Agenciji za zaštitu životne sredine za 2008. godinu, a prikazane su samo emisije iz tačkastih izvora. U industriji najveće emisije SO₂ potiču od sagorevanja fosilnih goriva a posebno iz termoelektrana. Zatim slede prerade sulfidnih ruda, ruda olova cinka i bakra, proizvodnja sumporne kiseline i papira, rafinerije nafte itd.



Slika 1. *Emisije sumpordioksida u vazduh tokom 2008. godine, izražene u Gg*
(izvor: Agencija za zaštitu životne sredine, 2009)

Posebno se izdvajaju 3 izvora: termoelektrane Nikola Tesla A i B u Obrenovcu, termoelektrane Kostolac A i B u Kostolcu i rudarsko topioničarski basen Bor. Kao najznačajniji izvor antropogenog zagađenja atmosfere azotnim oksidima u našoj zemlji je sagorevanje fosilnih goriva u proizvodnji toplotne energije za zagrevanje naselja,

proizvodnji električne energije i motorima sa unutrašnjim sagorevanjem. Glavni izvori emisija ovih materija u vazduh navode se: termoelektrane Nikola Tesla A i B u Obrenovcu i termoelektrane Kolstolac A i B u Kostolcu. Kao glavni izvori emisija čvrstih čestica u vazduh u našoj zemlji navode se: termoelektrane Nikola Tesla A i B u Obrenovcu, termoelektrana Kolubara u Lazarevcu, termoelektrane Kolstolac A i B u Kostolcu, industrijski kompleks u Pančevu i fabrika US Steel u Smederevu. Aerozagađenje u poslednje vreme poprima velike razmere te zahteva preduzimanje određenih mera zaštite. Potreba zaštite vazduha od zagađenja, obezbeđivanje kvaliteta vazduha u naseljima i industrijskim centrima i očuvanje ekološkog potencijala životne sredine predstavljaju imperativne razvoja. Najveći zagađenje potiče iz industrijske proizvodnje, degradirajući vazduh ali indirektno i sve ostale medijume, narušavajući integritet životne sredine i zdravlje ljudi.

2.3. Emisije industrijskih otpadnih voda

Industrijske otpadne vode predstavljaju jedne od najvećih izvora degradacije životne sredine. U najvažnije karakteristike industrijskih otpadnih voda ubrajaju se kvalitet i količine otpadnih voda kao i njivo štetan uticaj na životnu sredinu i zdravlje ljudi. Prema podacima iz Republičke vodoprivredne osnove (2001) ukupna količina industrijskih otpadnih voda koja se emituje u recipijente iznosi 2,090.000 m³/dan, od čega 460.000 m³/dan na teritoriji AP Vojvodine i 1,630.000 m³/dan na području centralne Srbije. Prema istim podacima, dnevno se na teritoriji Republike Srbije ispusti 62.700 kg ukupnog azota 22.100 kg ukupnog fosfora. [10]

3. ČISTIJA PROIZVODNJA

Koncept čistije proizvodnje koji predstavlja proaktivan pristup za uštedu sirovina, vode i energije, zamenu toksičnih materijala i smanjenje nastajanja otpada i emisija u vodu i vazduh, i nije široko primenjen u industriji Srbije. Mnogi privredni subjekti nisu uveli sistem upravljanja zaštitom životne sredine, a nije primenjen ni koncept najboljih dostupnih tehnika kao osnove za dobijanje integrisane dozvole.

Primenom odredbi seta zakona iz oblasti životne sredine, koji su usvojeni krajem 2004. i maju 2009. godine, nekoliko preduzeća je započelo sa primenom koncepta čistije proizvodnje i koncepta najboljih dostupnih tehnika. U 2009. godini usvojena je Nacionalna strategija za uvođenje čistije proizvodnje u Republici Srbiji [5], čijom adekvatnom implementacijom bi se stvorili uslovi za povećanje energetske efikasnosti, uštedu prirodnih resursa, smanjenje generisanja otpada, povećanje profita, kao i smanjenje ukupnog negativnog uticaja industrijske proizvodnje na životnu sredinu. Velike napore u ovoj oblasti ulaže Centar za čistiju proizvodnju Srbije u saradnji sa Organizacijom za razvoj industrije Ujedinjenih Nacija (UNIDO).

ZAKLJUČAK

Detaljnom analizom industrijskog otpada konstatovano je da je situacija u Srbiji veoma alarmanantna. Problemu otpada se poklanja neodgovarajuća pažnja, bolje rečeno, veoma mala, što u bliskom periodu može imati značajne reperkusije po životnu sredinu. Iz tog razloga je neophodno intenzivnom pažnjom posvetiti najopasnijim kontaminantima (POPs, teški metali i dr.) kako bi stanje životne sredine u Srbiji doveli na odgovarajući nivo, čime bi se obazbedili uslovi za adekvatan život građanja Republike Srbije. Kao imperativ se postavlja inicijativa, da se po odgovarajućem planu pristupi rešenju ovih ozbiljnih problema. Učinjena je značajna degradacija prostora na određenim područjima Republike Srbije, kao npr. u Pančevu (rafinerija nafte, petrohemijska industrija, proizvodnja mineralnih đubriva) ili Boru (Rudarsko-topioničarski basen Bor) čime je kvalitet vazduha, vode i zemljišta ozbiljno doveden u pitanje, a samim tim i zdravstveno stanje lokalnih ljudskih populacija. Naročito se nameće problem degradacije podzemnih voda, koji predstavljaju glavni izvor snabdevanja građana Srbije pijaćom vodom. Osnovni princip upravljanja životnom sredinom mora biti princip prevencije zagađenja a ne korektivno delovanje. Na ovaj način se može obezbediti održivi razvoj. Nameće se velika potreba za sanacijom i remedijacijom istorijskog zagađenja, a u isto vreme potreba za integralnom kontrolom daljeg zagađenja, kao i za prevencijom industrijskih udesa. Prioritetne aktivnosti na

unapređenju postojećeg stanja ogledaju se kroz povećanje energetske aktivnosti proizvodnje, smanjenje generisanja industrijskog otpada, veći procenat iskorišćenja i tretmana industrijskog otpada i otpadnih voda, uspostavljanje sistema monitoring emisija iz svih industrijskih izvora i dr. Ovo se može postići uz adekvatnu implementaciju pozitivnog zakonodavstva u oblasti životne sredine, za šta je neophodno jačanje institucionalnih kapaciteta i bolja saradnja između svih relevantnih zainteresovanih strana.

REFERENCE

- [1] Izveštaj o stanju životne sredine u Republici Srbiji 2003. i 2004. Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine; Beograd, (2005)
- [2] Izveštaj o stanju životne sredine u Republici Srbiji 2005. Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine; Beograd, (2006)
- [3] Izveštaj o stanju životne sredine u Republici Srbiji 2008. Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja, Agencija za zaštitu životne sredine; Beograd, (2009)
- [4] Nacionalna strategija upravljanja otpadom. Vlada Republike Srbije, Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja, Beograd, (2010)
- [5] Nacionalna strategija uvođenja čistije proizvodnje u Republici Srbiji. Vlada Republike Srbije, Beograd, (2009)
- [6] Nacionalna strategija održivog razvoja. Vlada Republike Srbije, Beograd, (2008)
- [7] Zakon o zaštiti životne sredine ("Sl. Glasnik Republike Srbije" br. 105/2004, Izmene i dopune br. 35/2009) , (2009)
- [8] Zakon o integrisanoj kontroli i prevenciji zagađenja životne sredine ("Sl. Glasnik Republike Srbije" br. 105/2004), (2004)
- [9] Zakon o upravljanju otpadom ("Sl. Glasnik Republike Srbije" br. 35/2009)
- [10] Veljković N. (2007) Katastar otpadnih voda Srbije. ppt. www.sepa.sr.gov.rs. Pristup: 07.05.2010.
- [11] Opasan otpad u Republici Srbiji u postrojenjima koja podlažu Zakonu o integralnoj kontroli i prevenciji zagađivanja životne sredine (IPPC). Ministarstvo zaštite životne sredine. Beograd, (2007)

MONITORING HEMIZMA VODA IZVORIŠTA "ŠUMICE" – KIKINDA

Tijana Čoporda Mastilović¹

Vesna Ristić Vakanjac², Ivan Matić², Slobodan
Vujasinović², Stanko Sorajić²

¹Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

²Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu

Izvod: *Opština Kikinda prostorno pripada severnom delu Banata i obuhvata površinu od 782 km² pretežno obradive i plodne zemlje. Prema popisu iz 2002. godine opština Kikinda ima 67002 stanovnika, a sam grad, prema istom popisu, imao je 41935 stanovnika.*

Centralni sistem vodosnabdevanja grada snabdeva se vodom za piće putem 14 bunara, 10 bunara sa izvorišta "Šumice", 2 bunara u krugu fabrike "Toza Marković" i 2 bunara koja se nalaze u samom gradu ("Jezero" i "Masarikova"). Ukupna projektovana izdašnost svih 14 bunara iznosi 260l/s. Vodosnabdevanje okolnih mesnih zajednica vrši se putem 20 bunara sa ukupnom projektovanom izdašnošću od 313 l/s.

U odnosu na sadržaj svih komponenata hemijskog sastava vode za piće, voda iz svih posmatranih bunara na celoj lokaciji je higijenski neispravna, odnosno ne odgovara Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće. Treba istaći da značajno povećanje ovde prisutne organske materije otežava procese hlorisanja stvarajući trihalometane. Takođe, zabeležen je izražen povećani sadržaj amonijaka, dok stanje mikrobiloškog kvaliteta povremeno značajno odstupa od pomenutog Pravilnika.

Imajući u vidu celokupnu problematiku date opštine, u radu će biti dat prikaz analize hemizma podzemnih voda u prostoru i vremenu centralnog izvorišta "Šumice".

Ključne reči: *podzemne vode/ kvalitet/ promene/ zagađenje*

MONITORING WATER CHEMISTRY OF SOURCE "SUMICE"-KIKINDA

Tijana Čoporda Mastilović¹

Vesna Ristić Vakanjac², Ivan Matic², Slobodan

Vujasinović² Stanko Sorajić²

¹Faculty for Applied Ecology Futura, Singidunum University

²Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade

Abstract: *Municipality of Kikinda spatially belongs to the northern part of Banat and covers an area of 782 km² of mostly arable and fertile land. According to the 2002 registrar the municipality of Kikinda has 67,002 residents, and the city alone has 41,935 inhabitants.*

Central city's water supply system is supplied with drinking water through 14 wells, 10 wells from the spring "Sumice", 2 wells in the factory "Toza Markovic" and 2 wells located in the city (the area of Lakes and Masaryk). The total projected yield, of all 14 wells is 260 l/s. Water supply to surrounding local communities is carried out through 20 wells with a total projected yield of 313 l/s.

In regard to the contents of chemical composition of drinking water, the water from all observed wells in the whole area is hygienically unfit or does not correspond to the Regulation on hygienic quality of drinking water. It should be noted here that a significant increase of organic matter makes the process of water chlorination more difficult, creating trihalometanes. Also, it is noted that the contents of ammonia has increased, while the state of microbiological quality occasionally deviates significantly in relation to the stated Regulation.

Having in mind the whole issue of the given municipality, this paper will present the groundwater chemistry analysis regarding the area and time of the central source "Sumice".

Key words: *ground water/ quality/ changes/ pollution*

UVOD

Opština Kikinda obuhvata prostor od 782 km² i najveći je administrativni, ekonomski i kulturni centar severnog Banata [1] (vidi sliku 1). Današnjoj opštini Kikinda teritorijalno pripadaju i sledeća sela okolnih mesnih zajednica: Mokrin, Idoš, Bašaid, Banatska Topola, Rusko Selo, Novi Kozarci, Banatsko Veliko Selo, Nakovo, Sajan i Vincaid [1] (slika 1). Prema poslednjem popisu iz 2002 godine opština ima 67002 stanovnika, a sam grad Kikinda prema ovom popisu imao je 41935 stanovnika [2].

Opština Kikinda spada među najrazvijenijim opštinama Vojvodine po industrijskoj proizvodnji, rudarstvu i poljoprivredi [1,2]. Međutim dugogodišnja privredna aktivnost nije imala pravilnu strategiju razvoja što se negativno odrazilo na životnu sredinu [3]. Naročito je narušen vodni resurs površinskih i podzemnih voda [3]. Potencijalni izvori zagađenja vodnog resursa (površinske i podzemne vode) u sklopu navedenih privrednih aktivnosti bili bi: neracionalna eksploatacija podzemnih voda, neadekvatno izvođenje istražno-eksploatacionih objekata kao i njihovo neregularno zatvaranje (tačkasti izvori zagađenja), koegzistencija nafte i gasa u eksploataciji sa nedovoljno ispitanim posledicama po podzemne vode, podzemni i nadzemni transpot gasa i nafte, tretman isplake, nekontrolisana eksploatacija gline, peska i šljunka, nerešen problem otpadnih voda industrije i poljoprivrede, problem odlaganja komunalnog otpada, poljoprivredne aktivnosti-velika obradivost poljoprivredne površine i aktivni razvoj stočarstva [1,2,3].

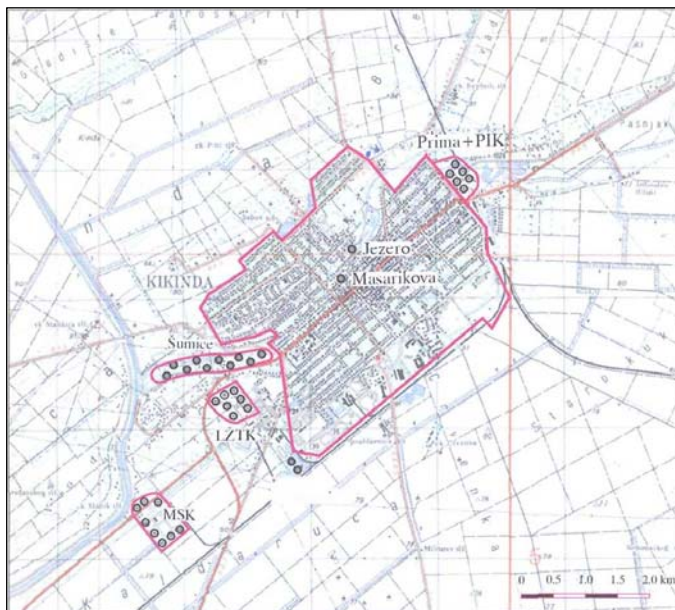


Slika 1: Geografski položaj opštine Kikinda

1. OPŠTE KARAKTERISTIKE VODOSNABDEVANJA OPŠTINE KIKINDA

Vodosnabdevanje grada Kikinde vezano je za centralno izvorište vodosnabdevanja koje broji ukupno 14 bunara sa maksimalno instalisanim kapacitetom od 260 l/s obuhvata: Izvorište "Šumice", "Toza Marković 1 i 2", Izvorište "Jezero" i "Ulica Masarikova [1,2,3]". Mikrolokacija bunara u zoni izvorišta "Šumice", bunari B-1, B-2, B-3, B-4, B-11, B-12, B-13, B-14, B-15 i B-16 data je na slici 2 [4,2]. Pomenuto centralno izvorište grada, kao i izvorišta okolnih mesnih zajednica koje broje 20 bunara ukupno instalisanog kapaciteta od 313 l/s [1,3], u nadležnosti su gradskog vodovoda (JKP "6. OKTOBAR" Kikinda) [5]. Paralelno sa ovim, industrija je izgradila individualne vodozahvate u sklopu kojeg se eksploatiše voda kako za piće tako i za razne industrijske potrebe [2,5]. Samo industrijski kompleksi, "LŽTK", "MSK" i "PIK i Prima" poseduju ukupno 20 bunara [2]. Ukupno maksimalno zabeleženi kapaciteti, u radnom veku ovih bunara bili su 190 l/s [2,3].

Problem vodosnabdevanja grada se prvenstveno odnosi na loš kvalitet vode za piće, neadekvatan koncept realizacije eksploatacije i distribucije vode neizgrađenog sistema, kao i na prekomernu eksploataciju ograničenih resursa podzemnih voda [2] (zbog ograničenog prostora zadnja navedena problematika se neće detaljnije razmatrati dalje u radu).



Slika 2: Mikrolokacija bunara centralnog sistema vodosnabdevanja

Problem kvaliteta vode i njene distribucije do potrošača se ogleda u tome što se sirova voda direktno dezinfikuje na mestu vodozahvata, bez postrojenja za pripremu vode, što ukazuje na neadekvatnu tehnologiju obrade vode [2]. Velika količina organskih materija u sirovoj vodi predstavlja problem u procesu hlorisanja stvarajući štetne produkte: trihalometane [2].

Eksploatacija podzemnih voda za sve gore navedene potrebe, vrši se kaptiranjem podzemne vode duboke izdani na dubini od 180 do 220 m [2]. Izdan je izgrađena u peskovito-šljunkovitom

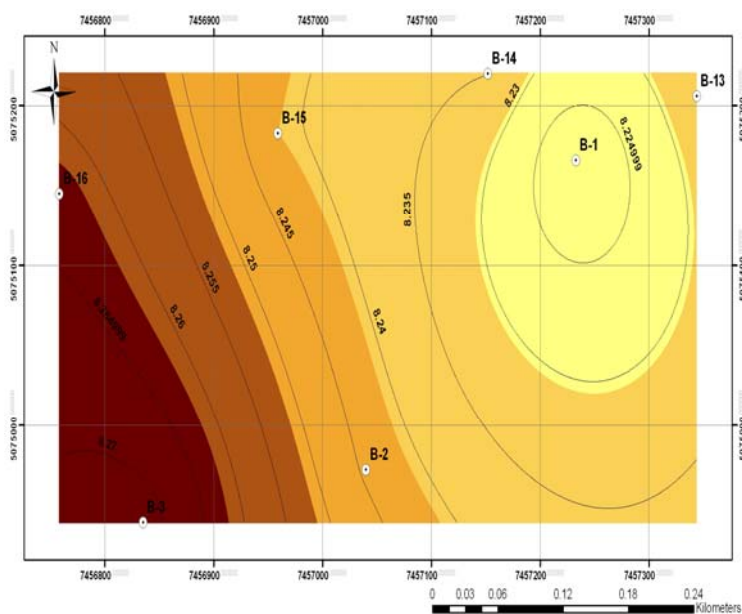
hidrogeološkom kompleksu, između podinskih i povlatnih glina-izolatora, tako da je većina ove izdani pod pritiskom (arterska i subarterska) [2,4]. Iznad njenog povlatnog dela nalazi se prva izdan zbijenog tipa sa slobodnim nivoom ili pod pritiskom [2,4]. Pretpostavlja se da se ova izdan prihranjuje u sledećim zonama: zona Delibatske peščare, sa obronaka Vršackih planina, i sa obronaka Karpata [2]. Prirodno dreniranje ove izdani odvija se preko izdani formiranih u aluvijonu reka Tise i Begeja, kao i u prvu izdan preko slabije vodopropusnih slojeva, dok se veštačko dreniranje odvija putem pomenutih bunara [2].

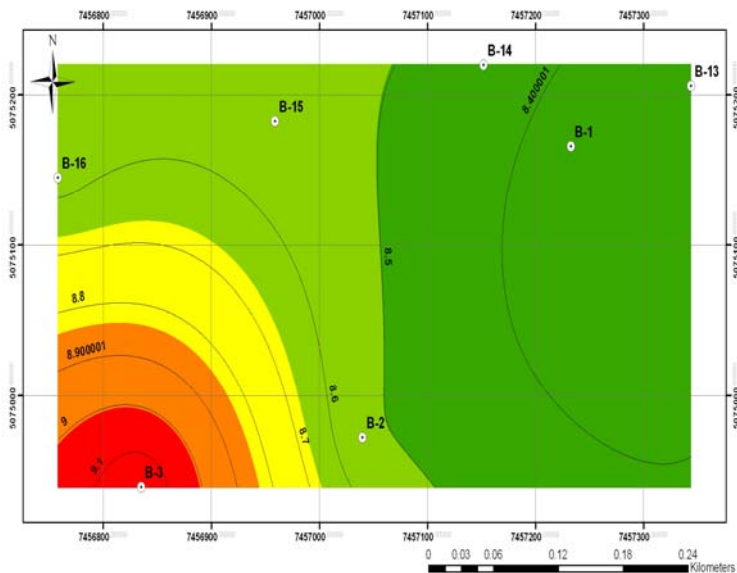
2. FIZIČKO-HEMIJSKE KARAKTERISTIKE VODA IZVORIŠTA "ŠUMICE"

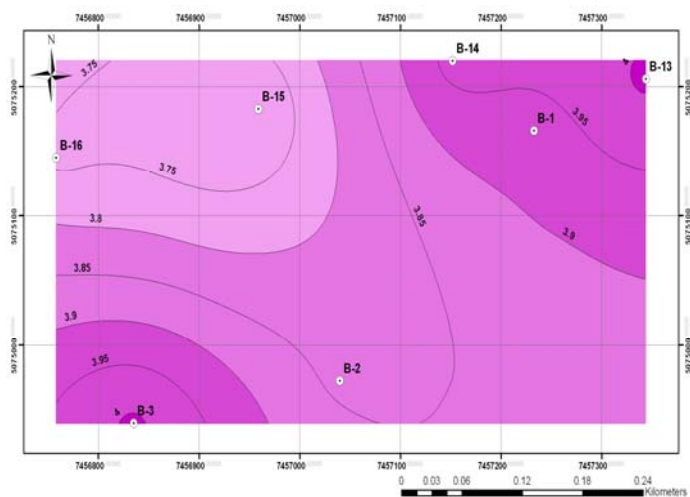
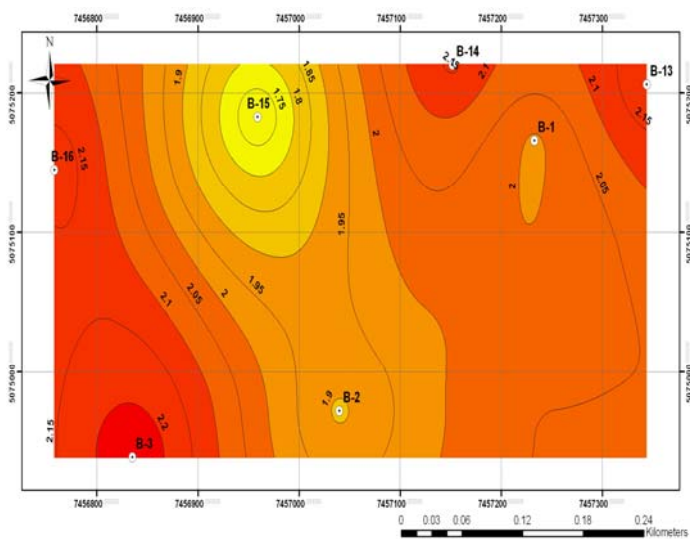
Analiza fizičkih, fizičko-hemijskih, hemijskih kao i bakterioloških karakteristika podzemnih voda duboke izdani u široj regiji opštine Kikinda ukazuju već dugi niz godina na neispravnost podzemnih sirovih voda [1,2,5]. Uzorci za analize uzimani su u više navrata u dugogodišnjem periodu, na velikom broju bunara cele opštine, a u daljem tekstu će se dati analiza urađena na osnovu 11 uzetih analiza vezanih za B-1, 13 uzoraka uzetih iz B-2, 14 uzoraka iz B-3, iz B-11 svega 2, 13 uzoraka iz B-13, 14 iz B-14, 11 iz B-15 i 13 iz B-16, centralnog izvorišta "Šumice", za period od 1989 do 1990. god. [2]. Zbog ograničenog prostora i vremena u ovom radu, u sklopu ovih bunara, će biti prikazana samo analiza pH vrednosti i koncentracija amonijaka. Inače, na celom području opštine, u toku dugogodišnjih analiza, prema higijenskoj ispravnosti vode za piće u većim, nedozvoljenim koncentracijama pojavljuju se konstantno organske materije (znatno povećan utrošak kalijumpermanganata) i amonijak, a ponegde i gvožđe, mangan, arsen, olovo i metan [2]. Bakteriološke analize su povremeno odstupale od pravilnika [2]. Temperatura vode od 22 °C čini vodu neukusnom za piće i ne gasi žeđ i podstiče razvoj autotrofnih bakterija, dok obojenost voda izvorišta "Šumice" u velikoj meri prevazilazi vrednost od propisane Pravilnikom (srednja godišnja vrednost iznosi oko 26.25 iskazana u stepenima kobalt platinske skale) [2].

Što se tiče pH vrednosti, posmatrajući srednje vrednosti dobijene korišćenjem metode aritmetičke sredine, nalaze se na samoj

gornjoj dozvoljenoj granici (MDK - 6.8 - 8.5)-vidi sliku 3. Gledajući pojedinačne vrednosti od bunara do bunara, na slici 4 date su maksimalne zabeležene pH vrednosti. Sa slike 4 se može zaključiti da istočni deo izvorišta "Šumice" tokom višegodišnjeg perioda pH vrednost ne prelazi dozvoljenu pomenutu gornju granicu. Sasvim suprotan slučaj je sa zapadnim delom gde maksimalna zabeležena pH vrednost iznosi čak 9.27.







ZAKLJUČAK

Kako bi se utvrdila definitivna strategija zaštite i unapređenja podzemnih voda duboke izdani, neophodno je identifikovati izvore narušavanja kvaliteta duboke izdani, emisije amonijaka i ostalih zagađujućih organskih i neorganskih materija. S obzirom da se ova izdan prihranjuje u zonama Delibatske peščare, sa obronaka Vršaćkih planina, i sa obronaka Karpata, treba tražiti uzrok na lokalnom nivou. Kako se izdan nalazi na velikim dubinama i od antropogenih uticaja sa površine terena je zaštićena debelim glinovitim kompleksom, trebalo bi preispitati efikasnost i regularnost izvođenja isražno-eksploatacionih objekata (bušotine, bunari za vodosnabdevanje vodom za piće i druge potrebe u industriji), kao i likvidaciju (zatvaranje) napuštenih bunara (tačkasti izvori zagađenja). Takođe se treba posebno osvrnuti na koegzistenciju nafte i gasa u njihovoj eksploataciji na istraživanom terenu zbog nedovoljno ispitanih posledica po podzemne vode. Naftno gasne bušotine se nalaze na dubini od 1500 do 2000 m, odnosno probijaju vodonosne slojeve ove izdani, na lokaciji izvorišta "Šumice" [2].

REFERENCE

- [1] Opština Kikinda, Regionalni centar za zaštitu životne sredine za Centralnu i Istočnu Evropu, , 2005: LEAP Opštine Kikinda, Beograd
- [2] "Balby International"- preduzeće za inženjering, projektovanje i izvođenje, 2006: Studija "*Analiza lokalnog vodnog resursa duboke izdani izvorišta "Šumice" u Kikindi, aspekt kvaliteta i kvantiteta i definisanje uslova eksploatacije narednih 20 do 30 godina*", Beograd
- [3] Fakultet za primenjenu ekologiju "Futura", 2009: Studija "*Ekološki profil opštine Kikinde - ekološko ekonomski indikatori, mere i preporuke zaštite, očuvanja životne sredine*", Beograd
- [4] Rudarsko-Geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Departman za hidrogeologiju i zaštitu podzemnih voda, 2007: "*Projekat detaljnih hidrogeoloških istraživanja na teritoriji opštine Kikinda*", Beograd
- [5] JKP "6. Oktobar ", Kikinda
- [6] Krešić N., Vujasinović S., Matić I., 2006: *Remedijacija podzemnih voda i geosredine*, Rudarsko- Geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd

MEANDRI TAMIŠA

Dimitrijević Vojkan,
Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: *Leva i desna obala reke Tamiš od rumunske granice ka ušću, uključujući tu 15 naselja (Jaša Tomić, Boka, Sečanj, Neuzina, Botoš, Tomaševac, Orlovat, Idvor, Farkaždin, Sakule, Opovo, Seferkin, Glogonj, Jabuka i Pančevo) i četiri opštine (Pančevo, Zrenjanin, Opovo i Sečanj) dele slične probleme vezane za status životne sredine (reke i celokupnog sliva). Na slivu reke Tamiš postoje brojni generatori zagađenja životne sredine. Neki od najznačajnijih su industrijska postrojenja, poljoprivredna gazdinstva, manje ili veće farme, brojni ribnjaci, urbana naselja i dr.*

Oni zagađuju kako samu vodenu masu reke Tamiš, tako i okolno zemljište. Zbog ovoga je definisanje ekološkog statusa reke Tamiš i predlog racionalnog i optimalnog korišćenja prirodnih resursa rečnog sliva od izuzetnog značaja i postavlja se kao imperativ.

Kako su mrtvaje Tamiša (42) redak prirodni potencijal u tom delu Vojvodine, a prema savremenim ekološkim shvatanjima, vodeni resurs i priobalja imaju vrlo veliki značaj za životnu sredinu, meandri Tamiša se trebaju posmatrati kao važni ekološki resursi na teritoriji Vojvodine. Ove zone predstavljaju staništa mnogobrojnih biljnih i životinjskih vrsta. Imajući u vidu univerzalni značaj očuvanja biodiverziteta, razumljivo je da se mora težiti što manjim poremećajima prirodnih uslova na rečnim obalama i u priobalnim zonama.

Ključne reči: *Tamiš/ meandri/ zagađenje životne sredine*

MEANDERS TAMIS

Dimitrijević Vojkan,

Faculty for Applied Ecology Futura, Singidunum University

Abstract: *The left and right banks of the river Tamis from the Romanian border to the mouth, including the 15 settlements (Jasa Tomic, Boka, Tomasevac, Neuzina, Botos, Tomasevac, Orlovat, Idvor, Farkazdin, Sakule, Opovo, Sefkerin, Glogonj, Jabuka and Pancevo) and four municipalities (Pancevo, Zrenjanin, Opovo and memory) share similar problems related to the status of the environment (river and the entire basin). On the river Tamis there are many generators of environmental pollution. Some of the major industrial plants, farms, farm more or less, numerous ponds, urban settlements and others.*

They pollute the water mass itself as the river Tamis, and surrounding land. Because this is the definition of ecological status of the river Tamis and proposed a rational and optimal use of natural resources of river basins of great importance and set it as an imperative.

As the still water Tamis (42) rare natural potential in this part of Vojvodina, and the modern understanding of environmental, water resource and coastal regions have a very great importance for the environment, Tamis meanders should be seen as an important ecological resources in the territory of Vojvodina. These areas are the habitat of many plant and animal species. Bearing in mind the universal importance of preserving biodiversity, it is understandable that we must strive as a small disturbance of natural conditions on the river banks and coastal areas.

Key words: *Tamis/ meanders/ environmental pollution*

UVOD

Reka Tamiš je najveća banatska reka koja ima sliv površine 10 352 km² i tok dužine 339.7km, od toga 118km u Srbiji (od Jaše Tomića do ušća u Dunav). [1] Tamiš ima 42 mrtvaje, u Srbiji. Mrtvaje su osetljivi ekosistemi, zbog ljudske delatnosti su znatno

degradirani i u fazi nestajanja, kako u Americi, Evropi tako i kod nas. One su važne jer obezbeđuju prirodnu ravnotežu. Usluge koje mrtvaje pružaju je oponašanje prirodnog filtera čime usporavaju protok površinskih voda i smanjenje uticaja od poplava. Imaju značajnu ulogu jer su od socio-ekonomske koristi. Pružaju mogućnosti poboljšanje kvaliteta vode, hrane, staništa za ribe i divljač, kontrolu poplave i erozije obale, rekreaciju – podrška lovu i ribolovu i druge aktivnosti.

Rečno korito se sastoji iz niza njegovih naizmenično dubljih i plićih delova. Udubljenja leže uglavnom duž konkavnih obala i nazivaju se hodovi. Postaju radom bočne erozije, a u rečnim okukama deluje na kretanje i centrifugalna sila, zbog koje nastaje poprečno strujanje vode-na površini prema konkavnim obalama, a iznad dna korita ka konveksnim, Krećući se duž konkavne obale vodeće čestice erodiraju tu stranu korita, potkopavaju je, ruše i sve je više udubljuju te pomeraju u horizontalnom smeru, dok se erodirani materijal taloži, zajedno sa donetim nanosima, na konveksnoj strani korita u vidu šljunkovitih ili peščanih sprudova. Takvim erozivnim i akumulativnim radom rečne vode nastaje pomeranje hodova i sprudova u jednu stranu i obrazovanje sve izrazitijih rečnih okuka-meandara.[2]

Mrtvaje igraju važnu ulogu u prečišćavanju vode time što vezuju i imobilizuju polutante u svom zemljištu, vegetaciji i sedimentu. Visoki nivoi nutrienata poput fosfora i azota, koji su često povezani sa vodama sa poljoprivrednih površina i kanalizacionim efluentom, se mogu drastično smanjiti uz pomoć močvarnih ekosistema. Ovako se može sprečiti da nivoi tih nutrienata dostignu toksične nivoe u podzemnim vodama koje se koriste kao izvori vode za piće. Smanjenje nivo azota i fosfora takođe smanjuje rizik od eutrofikacije u nizvodnim površinskim vodama, do koje može doći ukoliko visoki nivoi ovih elemenata uzrokuju nagli rast algi, koje koriste i smanjuju količinu dostupnog kiseonika i blokiraju probijanje svetlosti, do dubljih delova jezera ili reka, koja je potrebna životinjama i biljkama da prežive.

Mnoge močvarne biljke imaju sposobnost da uklanjaju toksične materije koje potiču iz pesticida, industrijskih otpadnih voda i rudničkih aktivnosti. Na primer, tkiva pojedinih flotantnih biljaka, pogotovo *Eichhornia crassipes*, *Lemna minor* i *Azolla* mogu

apsorbovati i skladištiti teške metale poput gvožđa i bakra, koji se mogu naći u otpadnim vodama.

Količina teških metala koju neka biljka može apsorbovati zavisi od niza faktora kao što su brzina toka, veličina tretiranog područja vode, klimatskih uslova i vrste biljaka koje se koriste u tretmanu, ali je očiglednoda su nivoi tih teških metala mnogi viši u biljkama nego u vodi koja se tretira, što dokazuje efikasnost ovih biljaka kao biofiltera. [3]

1. CILJ ISTRAŽIVANJA

Istraživanje ovog rada imao je za cilj identifikovanje stanja ugroženosti svih starih tokova-mrtvaja duž reke Tamiš. Istraživanje ovog rada je sadržalo obilazak celog toka reke Tamiš, lociranje i popisivanje svih starih tokova – mrtvaja, ekološko identifikovanje, vršenje kategorizacije, ocenjivanje sadašnjeg stanja i korišćenja i procena buduće upotrebe.

Posebni ciljevi istraživanja su:

- utvrđivanju potrebnih planskih i remedijacionih mera kako bi se očuvao kvitalitet ovih mikroekosistema i davanje predloga za dalju upotrebu,
- mogućnosti za unapređenje njihovog korišćenja,
- definisanje mera za njihovo korišćenje,
- podizanje svesti lokalnog stanovništva o značaju Tamiških mrtvaja,
- aktivno uključivanje ribolovačkih društva duž celog toka reke Tamiš, čime će se dobiti i uspostavljanje uslova za zaštitu i održivo korišćenje vodnih resursa Potamišja,
- predstavljanje prirodnih vrednosti mrtvaja Tamiša i utvrđivanje negativnog antropogenog uticaja koji direktno ili indirektno utiču na živi svet ovog područja,
- aktivno uključivanje lokalne zajednice u zaštitu i unapređenju životnog okruženja, odnosno jačanje kapaciteta kroz aktivnu edukaciju i saradnju na projektu sa zainteresovanim grupama.

Istraživanje je imalo za cilj integralan pristup u:

- identifikaciji osnovnih parametara meandara Tamiša (preciznih lokacija sa detaljnim opisima i parametrima kvaliteta vode), duž njegovog toka od Granice sa Rumunijom do ušća u Srbiju
- utvrđivanju ekološkog statusa mendara
- utvrđivanju potrebnih planskih i remedijacionih mera kako bi se očuvao kvitalitet ovih mikroekosistema
- aktivnom uključivanju lokalne zajednice u zaštiti i unapređenju životnog okruženja, odnosno jačanje kapaciteta kroz aktivnu edukaciju i saradnju na projektu sa zainteresovanim grupama.

2. METODE ISTRAŽIVANJA

Terenskim radom je vršen obilazak mrtvaja duž toka reke Tamiša. Za svaku mrtvaju je utrošen jedan radni dan stručnog tima. Do mrtvaje se dolazilo terenskim vozilom, a same mrtvaje su se obilazile pešice i/ili pogodnim plovilom.



Slika 1, *Botoški meander*



Slika 2, *Farkaždinski meander*

Terenski rad je vršen u periodu od 20.09.2009 do 15.11.2009. Mrtvaje su locirane i tačkane GPS uređajem (model ETREX Legend), foto-dokumentacije je zabeležena fotoapartom (model Canon A460).

Pravljen je detaljan ekološko-ekonomski opis putem personalnih obrazaca.

Vršen je intervju sa rukovodiocima mesnih zajednica, lokalnim stanovništvom, ribolovačkim udruženjima i ostalim ljubiteljima prirode u svih 15 naseljenih mesta. Pružili su nam punu podršku tokom istraživanja i pokazali veliko zainteresovanje kako za mrtvaje Tamiša tako i za samu reku.



TAMIŠ - MRTVAJA

Naziv: Stari Tamiš br.31	Br.fotografije	br.google maps 6
Datum obilaska: 06.10.2009	GPS tačka: 373	
	Koordinate	
Opština: Sečanj	X: 7485941 Y: 5025052	
Najbliže mesto: Boka	Udaljenost od mesta: Nasip- centar 1.5km	
Trenutno korišćenje: Uzimaju vodu za ribnjak, ima ispust iz sela-kanalizacija		
Plan korišćenja: /		
Zagađivači mrtvaje: Kanalizacija		
Povezanost sa glavnim tokom reke: Ispresecano bedemom, nema ustave.		
Napomene* Povezano sa br 30. samo je razdvojena nasutim putem. Nema šume. Prisutna poljoprivreda, trska i bagremac. Ima ustava. Postoji mala mrtvaja unutar ove!!! GPS: 374 x: 7485604 y: 5024866 Trska u vodi, pšenica, nema vode na jednom kraju-nizvodno.		

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Terensko istraživanje je trajalo 42 dana, kao rezultate smo dobili dužinu Tamiških mrtvaja koja iznosi 81.632km i projektovali stukturu katastra generatora zagađenja.

U tom cilju, identifikovani su antropogeni objekti i aktivnosti koji predstavljaju potencijalne generatore zagađenja. Struktura katastra je u potpunosti usklađena sa međunarodnim i nacionalnim zakonodavstvom odnosno PRTR protokolom Arhuske konvencije i

Pravilnikom o metodologiji za izradu integralnog katastra zagađivača („Sl. glasnik Republike Srbije“ br. 94/07). Takođe, identifikovane su zagađujuće materije koje predstavljaju prirodne i veštačke supstance čije ispuštanje u vodu i zemljište kao medijume životne sredine, remeti njihov prirodni sastav i osobine ili integritet životne sredine u celini. U tabeli 1. su prikazane identifikovane vrste antropogenih objekata i aktivnosti na srpskom delu reke Tamiš.

Tabela 1. *Identifikovani antropogeni objekti na području reke Tamiš na teritoriji Republike Srbije*

Redni br.	Vrsta objekta	Delatnost – tip aktivnosti
1.	Fabrike	Hemijska industrija – proizvodnja sapuna i deterdženata
2.	Mlekare	Prehrambena industrija – obrada mleka i proizvodnja mlečnih proizvoda
3.	Ribnjaci	Intenzivno ribarstvo
4.	Hidro-objekti hidrosistema DTD (nasipi, ustave, crpne stanice, prevodnice i dr.)	Vodoprivreda
5.	Melioracioni objekti (kanali za navodnjavanje i odvodnjavanje)	Poljoprivreda
6.	Farme i klanice	Stočarstvo
7.	Agrarne površine	Ratarstvo
8.	Plantaže hibridnih topola	Šumarstvo
9.	Urbana naselja - septičke jame i kanalizacije	Urbanizacija - komunalna delatnost
10.	Zvanične deponije	Komunalna delatnost
11.	Divlje deponije	Komunalna delatnost
12.	Ugostiteljski objekti	Turizam i ugostiteljstvo
13.	Mehaničarske radnje i servisi	Mala privreda

Na prvi pogled, može se izvesti zaključak da pojedini objekti i aktivnosti ne mogu da se svrstaju u zagađivače, međutim, smatramo da svi navedeni objekti moraju da se uzmu u obzir kada govorimo o potencijalnim generatorima zagađenja životne sredine, odnosno pojedini objekti i aktivnosti imaju indirektan uticaj na zagađivanje ekosistema reke Tamiš. Na primer, korišćenjem pesticida i mineralnih đubriva na agrarnim površinama, biljke usvajaju samo deo hemijskih materija koje se koriste, a određeni deo materija koje ne bivaju usvojene, pod uticajem atmosferskih padavina i fizičko-hemijskim silama rastvaraju se u vodi i procesima ispiranja prolaze kroz zemljište, dospevaju ili do podzemnih voda ili do melioracionih kanala kojima dolaze do samog rečnog toka ili mrtvaja kao recipijenta čime zagađuju vodu u rečnom koritu.

Aktivnostima ovog istraživanja razrešili su se problemi tipa nedovoljnog poznavanja lokalnog stanovništva o problemima Potamišja, nedovoljno iskorišćeni potencijali za ribarstvo, unapređenjem eko-turizama, komunalnih usluga i sl.. Pružila bi se mogućnost podizanja svesti lokalnog stanovništva o ekonomskoj koristi mrtvaja i ujedno bi to bio izvor obrazovanja za zajednicu, poslovno zainteresovane i lokalno stanovštvo.

Glavni problemi su neadekvatno upravljanje i korišćenje starih tokova Tamiša – mrtvaja i vodnih resursa Potamišja. Rezultatima ovog istraživanja stanovnici Potamišja dobili su smernice za inovativnu, bolju upotrebu starih tokova reke Tamiš – mrtvaja, za njihovu renaturalizaciju, revitalizaciju. Lokalnom stanovništvu se podigla svest o vodnim resursima potamišja, što je doprinelo svesnijem očuvanju prirodnih eko-sistema i racionalno korišćenje prirodnog bogatstva Tamiša.

Građani iz mesnih zajednica su usvojili rezultate istraživanja kao svoje jer su jako zainteresovani. Istraživanjem se identifikovala aktuelna situacija u kontekstu detaljnih opisa ekološkog statusa mrtvaja, kao i identifikacija budućih nosioca serije pojedinačnih projekata /kako projekata edukacije, mera zaštite i održivo korišćenja vodenih resursa potamišja, tako i investicioni projekti remedijacije/ koji su rezultat predmetnog istraživanja.

Preporuke za dalja istraživanja:

- zaštita pojedinih područja meandara na toku Tamiša sa sveukupnim biodiverzitetom

- obnavljanje, odnosno remediranje degradiranih meandara i neposredne okoline
- uspostavljanje sistema upravljanja
- visoka svest lokalne zajednice o očuvanju ovog prirodnog kapitala
- razvoj ekološko-edukativnog turizma.

Ribolovačka društva potamišja imaju plan o održivom korišćenju mrtvaja Tamiša, o unapređenju i očuvanju (revitalizaciji, renaturalizaciji) putem prihoda od članarina ribolovačkih društva.

Lokalne uprave i zajednice potamišja podržavaju ideju o očuvanju i unapređenju Tamiških mrtvaja, finansijski podržavaju kroz budžet lokalnih samouprava.

ZAKLJUČAK

Valorizacijom i programom renaturalizacije tamiških meandara, mrtvaja, starih tokova Tamiša, kao i valorizacijom vlažnih livada i plavnih šuma dobiće se na značaju staništa sa aspekta očuvanja biodiverziteta.

Strateška i planska dokumentacija predstavljaju osnov za uspešan razvoj kako na lokalnom tako i na regionalnom, nacionalnom i globalnom nivou. Ekologija i zaštita životne sredine zauzima značajno mesto u velikom broju strateških dokumenata, dok se veliki broj opština opredeljuje i za izradu namenskih dokumenata – lokalnih ekoloških akcionih planova, tzv. LEAP-a, što bih preporučio svim naseljenim mestima u Potamišju jer će unapređenje ekološkog statusa reke Tamiš zavisiti u velikoj meri od adekvatno izrađenih i implementiranih strateških i planskih dokumenata.

REFERENCE

- [1] Monografija Naš Tamiš, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički Fakultet, Institut za geografiju; Novi Sad 1998.
- [2] D. Dukić, Lj. Gavrilović, Hidrologija, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2006
- [3] <http://www.ramsar.org>

Module A2: Integrated management of degraded areas

Modul A2: Integralno upravljanje degradiranim prostorima

OSLOBAĐANJE UGLJENIKA VEZANOG U ŠUMAMA SRBIJE USLED RAZLIČITIH OBLIKA DEGRADACIJE

Uroš Radojević, Mirjana Arandelović, Ana Poštić,
Margareta Žarkov Kovačević
Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: *Srbija se danas može okarakterisati kao srednje šumovita zemlja, pošto se oko 30% od njene ukupne površine nalazi pod šumama. Međutim, nekada su šume pokrivale mnogo veći deo od ukupne površine Srbije. Sa porastom broja stanovništva u XIX veku sve se više razvijala i poljoprivreda što je dovelo do velikog krčenja šuma. Do polovine XX veka uništeno je dve trećine šuma u Srbiji, a pored toga određeni broj oblasti pod šumama pretrpeo je neki vid degradacije. Iako se od 1953. godine beleži blagi porast ukupne površine pod šumama, i danas su šume u Srbiji izložene različitim vidovima degradacije. Kao neki od najzastupljenijih vidova degradacije šuma mogu se izdvojiti biljne bolesti, insekti, elementarne nepogode, seča šuma i šumski požari.*

Nije potrebno puno isticati veliki značaj i korist od šuma. Pored uobičajnih vrednosti, kao što su stvaranje kiseonika, izvor sirovina, uticaj na ciklus vode, uticaj na mikroklimatske uslove, zaštita zemljišta od erozije, stanište za životinje i drugi, danas se, zbog sve aktuelnijeg problema klimatskih promena, šume sve više posmatraju u kontekstu njihovog značaja u globalnom ciklusu ugljenika. Šume predstavljaju jedan od najvažnijih rezervoara vezanog ugljenika. One poseduju veliki kapacitet da akumuliraju, a samim tim i oslobađaju ugljenik. Degradacijom i uništavanjem šuma dolazi do oslobađanja ugljenika uskladištenog u šumskim ekosistemima što dovodi do povećanja ugljen dioksida u atmosferi i uticaja na klimatske promene.

Cilj ovog rada je da pokaže kako trenutni vidovi degradacije šuma, koji su prisutni u Srbiji, utiču na oslobađanje ugljenika koji se nalazi vezan u šumama Srbije.

Ključne reči: *šume/ degradacija/ ugljenik/ klimatske promene*

RELEASE OF CARBON STORED IN WOODS OF SERBIA DUE TO VARIOUS FORMS OF DEGRADATION

Uroš Radojević, Mirjana Arandelović, Ana Poštić,
Margareta Žarkov Kovačević

Faculty of Applied Ecology Futura, Singidunum University

Abstract: *Today, Serbia can be characterized as a medium forested country since around 301% of its territory is covered by forests. However, the area covered by forests was much larger once. The increase in population, in the 19 century was followed by increase in agricultural land, and that led to deforestation. By half of 20th century, two thirds of forests in Serbia were destroyed, and much of remaining forests suffered some form of degradation. Even though, since 1953 there is a gradual increase in area covered by forests, there are still many forms of degradation which affect the forests in Serbia. The most common forms of degradation in forests of Serbia are plant diseases, insects, bad weather, forest cutting and forest fires. There is no need to emphasize the great importance and benefits of forests. Besides the usual values, such as, oxygen production, source of valuable resources, impact on water cycle, impact on microclimate, soil protection, habitat for animals and other values, today, specially because of climate change, forests are more and more regarded in context of their importance in the carbon cycle. Forests have a large capacity to accumulate carbon, but also to release this stored carbon. Degradation and destruction of forests causes the release of carbon stored in the forest ecosystems, which then leads to the increase of carbon dioxide in the atmosphere and influence climate change. The goal of this paper is to show how the current forms of forest degradation, which are present in Serbia, influence the release of carbon stored in forests of Serbia.*

Key words: *forest/ degradation/ carbon/ climate change*

UVOD

Činjenica da su klimatske promene, u određenoj meri izazvane i porastom koncentracije ugljen-dioksida u atmosferi usled različitih antropogenih aktivnosti postaje sve prihvaćenija, kako u naučnim krugovima, tako i u široj javnosti. Iako se kao glavni antropogeni izvor ugljen-dioksida izdvaja sagorevanje fosilnih goriva, veliki značaj ima i oslobađanje ugljenika vezanog u šumskim ekosistemima usled različitih oblika deforestacije. Procenjuje se da oko 20% od ukupne količine ugljen-dioksida koji se godišnje emituje u atmosferu antropogenim aktivnostima potiče od deforestacije i degradacije šuma [1]. Ugljenik se u šumskim ekosistemima stalno nalazi u procesu kruženja između biomase, atmosfere i zemljišta. Iz godine u godinu, kako šume rastu i povećavaju svoju biomasu, one apsorbuju ugljen-dioksid iz atmosfere i koriste ga za sintezu kompleksnijih organskih jedinjenja, a deo ovih jedinjenja učestvuje u formiranju biljnog tkiva (drvenasto tkivo, korenje, lišće i dr.), što dovodi do vezivanja ugljenika u šumskoj biomasi. S obzirom na to šumske ekosisteme možemo okarakterisati kao „rezervoare“ ugljenika, što je veoma značajno u kontekstu klimatskih promena, jer vezivanje ugljenika u šumskim „rezervoarima“ znači da će manje ugljen-dioksida biti prisutno u atmosferi. Na veliki značaj pošumljavanja kao načina za uklanjanje ugljen-dioksida iz atmosfere i ublažavanja klimatskih promena ukazano je i u Kjoto Protokolu. Pored toga Međunarodni panel za klimatske promene smatra da će održivo upravljanje šumama, koje održava postojeće i dovodi do nastajanja novih šumskih „rezervoara“ ugljenika, biti jedan od značajnijih oblika smanjenja atmosferske koncentracije ugljen-dioksida [2].

Veliki potencijal šumskih ekosistema da vezuju i zadržavaju ugljenik znači i da one mogu biti veliki izvor emisije ugljenika usled različitih procesa degradacije. U zavisnosti od oblika degradacije, određeni deo ugljenika koji je vezan u šumskoj biomasi, će se razgraditi do ugljen-dioksida i dospeti u atmosferu. Velikom uništavanju šuma koje se dogodilo krajem prošlog veka se pripisuje 25% od ukupne količine antropogene emisije ugljenika [3].

1. ŠUME U SRBIJI I RAZLIČITI OBLICI NJIHOVE DEGRADACIJE

Od ukupne površine Srbije oko 30% se nalazi pod šumama, od toga je 7.1% površine Vojvodine i 37.6% površine centralne Srbije pod nekim oblikom šumskog ekosistema [4]. Međutim, prema istorijskim zapisima, nekada su šume bile rasprostranjene na mnogo većoj površini Srbije. Usled antropogenih potreba, kao što su prostor za pašnjake i njive, trgovina i potrošnja drveta, a u novije vreme i urbanizacija, uništene su velike površine pod šumama. Iako se u poslednje vreme beleži blagi porast površine koja se nalazi pod šumama u Srbiji, i dalje postoje mnogobrojni faktori koji nepovoljno utiču na stanje šumskih ekosistema. Sve ove faktore možemo podeliti prema poreklu na biotičke, u koje pre svega spadaju insekti i biljne bolesti, abiotičke koji se odnose na elementarne nepogode i antropogene koji se prvenstveno ogledaju u bespravnoj seči šuma.

Prikupljanje i obrada podataka o štetama nastalim, kao rezultat uticaja ovih faktora, u šumama Republike Srbije vrši se u Repuličkom zavodu za statistiku, koji na godišnjem nivou izdaje saopštenja o štetama u šumama Srbije. Podaci sa terena se dobijaju od JP „Srbijašume“ i drugih organizacija koje se bave šumarstvom. Za državne šume, koje pokrivaju 1,194,000 ha ili 53% od ukupne teritorije pod šumama [4], vodi se evidencija o štetama od čoveka (bespravna seča, krađa šumskih sortimenata, bespravno zauzeće zemljišta, bespravna paša, ekološko trovanje i ostale štete od čoveka), štetama od insekata (štete od gubara, štete od potkornjaka i štete od ostalih insekata), štetama od elementarnih nepogoda (štete od vetra i štete od kiše, grada, snega i mraza), štetama od divljači i domaćih životinja⁶, štetama od biljnih bolesti i štetama od požara (prizemni i visoki) [5]. Podaci o nastalim štetama se iskazuju u ha za obuhvaćenu površinu i m³ za posećenu drvenu masu. Detaljan prikaz podataka o štetama u šumama Srbije za period 2004-2008. godine dat je u tabelama 1 i 2 [5], [6], [7], [8], [9]. Kao jedan od najznačajnijih oblika degradacije šuma u ovom periodu izdvaja se

⁶ Napomena – u ovom radu se neće detaljno razmatrati šteta koja nastaje od divljači i domaćih životinja zbog nedostatka podataka i daleko manjeg uticaja u odnosu na ostale faktore koji izazivaju štete u šumama

šteta od čoveka, i to pre svega bespravna seča, koja od svih faktora daleko najviše učestvuje u štetama koje izaziva čovek. Svaki od ovih oblika štete dovodi do delimičnog oštećenja ili potpunog uništenja šumskih ekosistema, što dovodi do oslobađanja ugljenika koji se nalazio u pogodoenom šumskom ekosistemu.

Tabela 1. *Prikaz državnih šumskih površina obuhvaćenih različitim oblicima štete za period 2004-2008. Godine*

	Štete od čoveka,(ha)	Štete od insekata, (ha)	Štete od elementarnih nepogoda, (ha)	Štete od biljnih bolesti, (ha)	Štete od požara, (ha)
2004	2194	62215	986	1599	115
2005	1550	33168	1315	156	30
2006	1046	6994	896	237	348
2007	2101	850	803	345	7801
2008	1733	1418	1098	464	423

Tabela 2. *Drvena masa iz državnih šuma uništena različitim oblicima štete za period 2004-2008.godine*

	Štete od čoveka,(m ³)	Štete od insekata, (m ³)	Štete od elementarnih nepogoda, (m ³)	Štete od biljnih bolesti, (m ³)	Štete od požara, (m ³)
2004	15212	1043	9544	11857	310
2005	12220	3302	20090	2741	430
2006	9918	1402	9172	7933	1073
2007	17046	2160	10549	5003	3157
2008	22229	3877	15706	4611	5996

2. UGELJENIK VEZAN U ŠUMAMA SRBIJE I NJEGOVO OSLOBAĐANJE

Količina ugljenika koji se zadrži u nekom šumskom ekosistemu zavisi od brojnih faktora. Sa jedne strane veoma su važni prirast biomase, vrste koje učestvuju u formiranju šumskog ekosistema, njegova starost, klimatski uslovi i drugo. Pored toga veoma je važno kako se upravlja šumskim ekosistemom (kontrolisana seča i sadnja) i kojim je sve procesima degradacije on izložen (požari, insekti, zagađenje i drugo). Prema Nacionalnoj inventuri šuma RS procenjuje se da je ukupna količina ugljenika vezanog u šumskim ekosistemima Srbije 120.237.350 t [4]. To znači da se prosečno u jednom hektaru šume nalazi oko 53,38 t vezanog ugljenika, odnosno 0,33 t po jednom m³ drvene mase. Ako povežemo ovaj podatak sa podacima o štetama u šumama možemo da vidimo u kojoj meri dolazi do oslobađanja vezanog ugljenika iz državnih šuma Srbije. Prikaz količina ugljenika koji je oslobođen usled različitih šteta u šumama Srbije za period 2004-2008. godine dat je u tabeli 3. Treba istaći da su ove vrednosti samo okvirne, jer različiti oblici štete u različitoj meri dovode do degradacije i uništenja šume. Dok se, na primer, za šumske požare ili bespravnu seču može smatrati da je celokupna obuhvaćena šumska površina u potpunosti uništena, kod nekih oblika štete može doći samo do delimičnog oštećenja stabala, primer za to su neke elementarne nepogode. Bez obzira na to, šumske površine koje su zahvaćene ovim oblicima štete mogu se koristiti za procenu oslobođene količine ugljenika, pošto, ukoliko nisu u potpunosti uništene, one su degradirane u tolikoj meri da ih je najčešće potrebno obnoviti veštačkim putem.

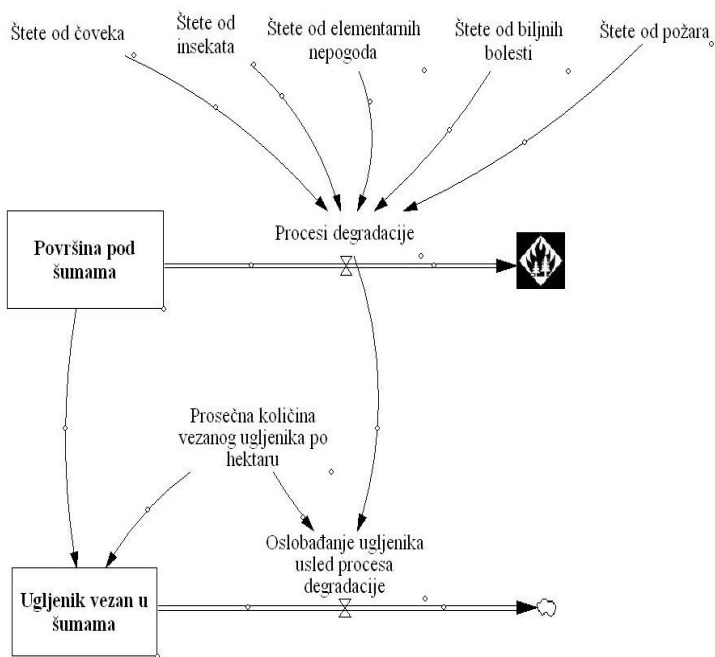
Tabela 3. *Količine C oslobođene usled različitih oblika štete u šumama Srbije za period 2004-2008.godine*

	C oslobođen usled štete od čoveka, (t)	C oslobođen usled štete od insekata, (t)	C oslobođen usled štete od elementarnih nepogoda, (t)	C oslobođen usled štete od biljnih bolesti,(t)	C oslobođen usled štete od požara, (t)
2004	117.115,72	3.321.036,70	52.632,68	85.354,62	6.138,70
2005	82.739	1.770.507,84	70.194,70	8.327,28	1.604,40
2006	55.835,48	373.339,72	47.828,48	12.651,06	18.576,24
2007	112.151,38	45.373	43.024,28	18.416,10	416.417,38
2008	92.507,54	75.692,84	58.611,24	24.768,32	22.579,74

Za predviđanje budućih trendova oslobađnja ugljenika iz šuma Srbije može se koristiti specijalizovano programsko okruženje za modelovanje „Vensim“. Modelovanje se u ovom programu odvija po sledećoj metodologiji. Nakon što se identifikuje određeni ekološki problem pristupa se izradi konceptualnog modela, što se u ovoj vrsti programa izvodi pomoću „crtanja“ dijagrama uz pomoć odgovarajućih alata. Nakon toga se uz pomoć sakupljenih podataka i pretpostavki formiraju matematičke veze između pojedinih elemenata dijagrama koji predstavljaju određene entitete. Na osnovu tako formiranog modela program obavlja simulaciju i daje rezultate.

Prilikom izrade dijagrama u ovom programu koriste se tri vrste elemenata koje čine dijagram, i to su: *promenljive*, koje u terminologiji Vensim-a označavamo kao „rezerve“ (eng. *stock*) i koje prvenstveno služe da prikažu brojčano stanje nekog parametra (npr. broj drveća u šumi); *vremenske promene promenljivih*, u terminologiji Vensim-a se označavaju kao „tokovi“ (eng. *flow*) kojima se prikazuje promena u stanju promenljivih tokom vremena (npr. posećena stabla u toku jednog meseca); *pomoćne promenljive* (eng. *auxiliary variables*) koje predstavljaju sve druge parametre koji obezbeđuju bolju vizuelizaciju svih aspekata koji utiču na model, odnosno promenljive i njihovu promenu tokom vremena (npr. gustina drveća, efikasnost seče, pristupačnost šume, cena drveta i

drugi). Između svih ovih elemenata uspostavljaju se odnosi uz pomoć *strelica* (eng. *arrows*) koje označavaju uzročne veze, odnosno da li jedan element ima uticaj na drugi. Zatim se uz pomoć „*Equation Editor*“-a unose matematički odnosi između promenljivih. Kad je taj korak završen može se pristupiti simulaciji modela. Nakon obavljene simulacije moguće je vršiti detaljno istraživanje ponašanja modela. Na slici 1 se nalazi prikazan dijagram koji je korišćen za simulaciju šteta u šumama Srbije, a svi elementni koji se nalaze u ovom modelu su prikazani u tabeli 4. Cilj ovog modela je da se simuliraju različite štete koje nastaju u šumama Srbije za petogodišnji period i da se vidi u kojoj meri te štete dovode do smanjenja površine pod šumom. Na osnovu toga model proračunava prosečno u kojoj meri će doći do oslobađanja ugljenika, isto tako za petogodišnji period. Vremenski period od pet godina je uzet kao jedan vremenski „korak“ modela, jer su kao ulazni parametri modela korišćeni podaci o štetama u šumama iz Republičkog zavoda za statistiku koji se odnose na period 2004-2008. godine. Vremenski opseg modela, odnosno vremenski period za koji model obavlja simulaciju je sto godina, od 2004. do 2104. godine. Rezultati simulacije modela prikazani su na slici 2. Iz rezultata se može zaključiti da je opseg između koga varira oslobađanje ugljenika za pet godina, usled različitih oblika šteta u šumama, između 500.000 i 3.500.000 t ugljenika. Razlog za ovako, relativno, veliku varijaciju rezultata je da intenzitet nekih oblika šteta u šumama, kao što su požari ili biljne bolesti, veoma varira iz godine u godinu. Bez obzira na to, rezultati daju okvirnu sliku o tome koliko ugljenika se oslobodi usled šteta koje nastanu u šumama u toku simuliranog perioda od sto godina.

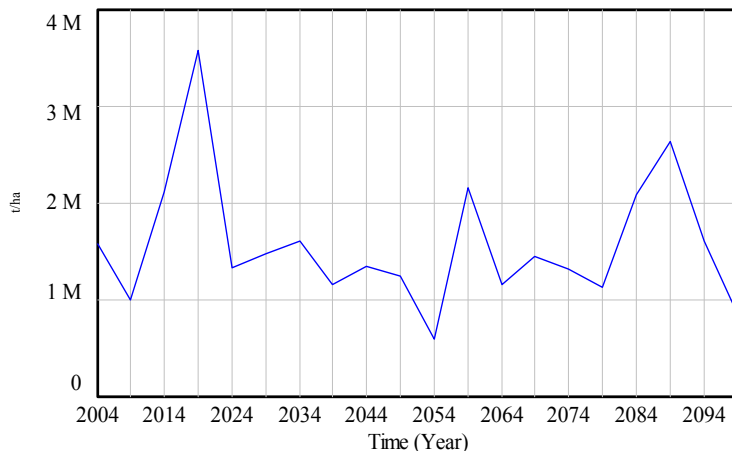


Slika 1. Dijagram modela koji simulira oslobađanje ugljenika iz šuma Srbije usled različitih šteta u šumama

Tabela 4. Elementi modela koji simulira oslobađanje ugljenika iz šuma Srbije usled različitih šteta u šumama

Vrsta elementa	Naziv	Opis
Rezerve	Površina pod šumama	Prikazuje ukupnu površinu Srbije koja se nalazi pod šumam
	Ugljenik vezan u šumama	Ukupna količina ugljenika vezanog u šumskim ekosistemima Srbije
Tokovi	Procesi degradacije	Količina šume u hektarima koja je uništena različitim procesima degradacije
	Oslobađanje ugljenika	Količina oslobođenog

<i>Pomoćne promenljive</i>	usled procesa degradacije	ugljenika usled različitih procesu degradacije
	Štete od čoveka	Količina uništene šume u hektarima usled antropogenog uticaja
	Štete od insekata	Količina uništene šume u hektarima usled štete od insekata
	Štete od elementarnih nepogoda	Količina uništene šume u hektarima usled elementarnih nepogoda
	Štete od biljnih bolesti	Količina uništene šume u hektarima usled biljnih bolesti
	Štete od požara	Količina uništene šume u hektarima usled štete od požara
	Prosečna količina vezanog ugljenika po hektaru	Količina ugljenika vezanog u šumama Srbije po hektaru, 53,38 t/ha



Oslobađanje ugljenika usled procesa degradacije : Current

Slika 2. Prikaz rezultata simulacije modela koji se odnose na količinu oslobođenog ugljenika usled šteta u šuma

ZAKLJUČAK

Opšte je poznato da šumski ekosistemi poseduju čitav spektar značajnih funkcija i vrednosti, kao što su stvaranje kiseonika, izvor sirovina, uticaj na ciklus vode, uticaj na mikroklimatske uslove, zaštita zemljišta od erozije, stanište za životinje i drugi. Međutim, usled sve aktuelnijeg pitanja klimatskih problema, sve se više pažnje poklanja ulozi šuma u globalnom ciklusu ugljenika. Posebno se izdvaja značaj šuma kao „rezervoara“ u kojima se ugljenik zadržava, čime se smanjuje njegovo prisustvo u atmosferi. Uništavanje i degradacija šumskih ekosistema dovešće do mobilizacije ovog ugljenika i u određenoj meri, njegovog prelaska nazad u atmosferu. Zbog toga je veoma važno identifikovati i izvršiti kvantifikaciju procesa koji do toga dovode. U ovom radu prikazani su određeni oblici šteta u šumama i kako oni dovode do oslobađanja ugljenika, pored toga prikazan je trend za narednih sto godina. Da bi se dobili precizniji i adekvatniji rezultati, potrebno je da se odredi tačno u kojoj vrsti šume se događa određena vrsta šteta. To je važno jer se šume međusobno razlikuju po mnogim karakteristikama, na primer biomasi, koje određuju ukupnu količinu ugljenika koji je u njima vezan. Za potrebe ovog rada i modela korićen je prosek od 53,38 t po jednom hektaru šume. Međutim, sigurno je da se ta vrednost razlikuje u zavisnosti od pojedinih vrsta šumskih ekosistema. Pored toga, određene količine ugljenika se nalaze i u šumskoj stelji, pa je za sveobuhvatniju analizu potrebno razmotriti i taj parametar i kako na njega utiču određeni oblici štete u šumama. S obzirom na ukazani značaj šuma u kontekstu klimatskih promena, sprovođenje ovakve vrste israživanja i naknadno modelovanje sa preciznijim ulaznim parametrima bi bilo veoma značajno.

REFERENCE

- [1] K.A. Baumert, T. Herzog, J. Pershing, *“Navigating the Numbers – Greenhouse Gas Data and International Climate Policy”*, World Resource Policy, Washington USA, 2006
- [2] T. Barker T, I. Bashmakov, L. Bernstein, J. E. Bogner, P. R. Bosch, R. Dave, O. R. Davidson, B. S. Fisher, S. Gupta, K. Halsnæs, G.J. Heij, S. Kahn Ribeiro, S. Kobayashi, M. D. Levine, D. L.

Martino, O. Masera, B. Metz, L. A. Meyer, G.-J. Nabuurs, A. Najam, N. Nakicenovic, H. -H. Rogner, J. Roy, J. Sathaye, R. Schock, P. Shukla, R. E. H. Sims, P. Smith, D. A. Tirpak, D. Urge-Vorsatz, D. Zhou, *Technical Summary. In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, L. A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007

[3] S. Banković, M. Medarević, D. Pantić, N. Petrović, B. Šljukić, S. Obradović, “Šumski fond Republike Srbije – Stanje i problemi”, *Glasnik Šumarskog fakulteta*, Beograd, 0353-4537, (2009), 100, p 7-30

[4] MPŠV (Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede RS – Uprava za šume), „*Nacionalna inventura šuma Republike Srbije – Šumski fond Republike Srbije*“, Planeta print d.o.o., Beograd, 2009, pp. 41

[5] Republički zavod za statistiku Srbije, Saopštenje broj 101 · god. LIX, 15.04.2009: „*Štete u šumama, 2008 – Republika Srbija*“, SRB ŠU10 150409, Beograd, 2009

[6] Republički zavod za statistiku Srbije, Saopštenje broj 132 · god. LVIII, 21.05.2008: „*Štete u šumama, 2007 – Republika Srbija*“, SRB 132 ŠU10 210508, Beograd, 2008

[7] Republički zavod za statistiku Srbije, Saopštenje broj 087 · god. LVII, 10.04.2007: „*Štete u šumama, 2006 – Republika Srbija*“, SRB ŠU10 100407, Beograd, 2007

[8] Republički zavod za statistiku Srbije, Saopštenje broj 118 · god. LVI, 15.05.2009: „*Štete u šumama, 2005 – Republika Srbija*“, SRB ŠU10 150506, Beograd, 2006

[9] Republički zavod za statistiku Srbije, Saopštenje broj 156 · god. LV, 26.07.2009: „*Štete u šumama, 2004 – Republika Srbija*“, SRB ŠU10 260705, Beograd, 2005

GIS U PROCESU GOSPODARENJA URBANIM ZELENIM POVRŠINAMA

Mufik Muslić, Muris Hubanić, Mersad Omanović
KJKP "Park" d.o.o.

Izvod: *U ovom radu je, uz korištenje stručnih znanja i iskustava iz oblasti hortikulture, predstavljena GIS tehnologija u procesima gospodarenja urbanim zelenim površinama. Konstantnim povećanjem aglomeracija i pratećim procesima degradacije uslova životne sredine, nametnula se potreba za uspostavom sistema monitoringa stvarnog stanja urbanih zelenih površina. Naime, da bi nečim gospodarili moramo znati odgovore na dva pitanja (i)"Šta imamo?" i (ii)"Gdje imamo". U okviru urbanih zelenih površina treba identifikovati sve sadržaje – elemente (od stabala do klupa) i njihove atribute, čime bi se dobio odgovor na pitanje (i). Odgovor na pitanje (ii) se dobije korištenjem GIS tehnologija koja kao prostorna baza podataka definiše prostornu referencu svakog sadržaja – elementa.*

Ključne riječi: *GIS/ urbano zelenilo/ životna sredina*

GIS IN THE PROCESSES OF URBAN GREEN AREAS MANAGEMENT

Mufik Muslić, Muris Hubanić, Mersad Omanović
KJKP "Park" d.o.o.

Abstract: *This paper present GIS in the processes of urban green areas sustainable management using the horticulture expertise and experience. Constant increase in agglomeration and concomitant degradation of the environment conditions has defined the need for monitoring the actual state of urban green areas. Sustainable management requires the answers to two questions (i)"What do we*

have?" and (ii)"Where do we have?".To do this it is necessary to identify all complementary facilities - elements (trees, bench etc.) and their attributes in the urban green areas. This would be the answer to question (i). The answer to question (ii) is obtained by using GIS technology. As a spatial database GIS defines the spatial reference of any content - element.

Keywords: GIS/ urban greenery/ environment

UVOD

Izrada informacionog sistema urbanog zelenila treba da obuhvati popis svih parkovskih površina, stabala i parkovskog mobilijara (klupa, tobogana, kanti za smeće i sl.) Sarajevo posjeduje tradiciju uređenja zelenih površina. Npr., parkovi Sarajeva su spomenici prirodnog i istorijskog naslijeđa. Razvoj parkovskog zelenila vezan je za Austro – ugarsku monarhiju, kada se uređuje veći broj parkova u Sarajevu. Konkretno „Veliki i Mali park“, park kod Predsjedništva Bosne i Hercegovine, drvored prema vrelu Bosne, Banjski kompleks Ilidža i park „At – mejdan“. Treba napomenuti da se Grad Sarajevo u to vrijeme protezao od Baščaršije do Marijin dvora. Također, treba navesti činjenicu da je 1947 godine Sarajevo brojalo 47.000 stanovnika, a do 92 godine je taj broj narastao na oko 500.000. U ovoj ekspanziji Grad Sarajevo se proširio duž 12 km tramvajske pruge, odnosno duž cijele Sarajevske kotline. Formiranjem aglomeracije nastala je antropogena pustinja u okviru koje se nalazi veći broj urbanih zelenih površina, sa većim ili manjim stepenom biološke raznolikosti (netaknuta prirodna površina ili totalna antropogena pustinja). Govoreći u brojevima, po glavi jednog stanovnika u Sarajevu postoji $5,2 \text{ m}^2$ [1]. Poređenja radi, prosjek srednje razvijenih gradove Evrope je 25 m^2 po stanovniku, a optimalno je 50 m^2 po stanovniku. Bitan sadržaj svih zelenih površina su stabla, a posebno su interesantna stara stabla. Naime, stara stabla su svjedoci vremena i predstavljaju banku gena, a imaju posebnu zaštitnu vrijednost ako se radi o autohtonim individuumima. Poznavanjem kvaliteta i kvantiteta biološkog sadržaja na urbanim zelenim površina, moguće je izraditi plan konzervacije biološke raznolikosti.

Opis problema / potrebe

Svaki sistem urbanih zelenih površina treba sistematičan i precizan informacijski sistem sa svim arhitektonsko – građevinskim i hortikulturnim sadržajima i ocjenom stanja istih. Neko pravno lice koje se bavi uslužno – komunalnom djelatnošću iz oblasti hortikulture, odnosno održavanjem i izgradnjom urbanog zelenila, za ovu djelatnost mora imati uvid u stvarno stanje zelenih površina. Također, svakodnevno nadležna pravna lica primaju zahtjeve građana za intervenciju u vezi sa nenjegovanim i oštećenim stablima koja mogu ozbiljno ugroziti i život ljudi. Kako bi se osiguralo sistematično i pojednostavljeno upravljanje aktivnostima održavanja zelenih površina i stabala nameće se kao nužnost kreiranje potpune i transparentne baze podataka o svakoj zelenoj površini sa svim arhitektonsko – građevinskim i hortikulturnim sadržajima. Ovakva baza podataka – informacijski sistem omogućava sistematično i preventivno izvršavanje obaveza prema građanima, koji su primarni korisnici javnih zelenih površina. Potreba za kreiranjem informacijskog sistema zelenih površina nailazi na svoje uporište i u činjenici da jednom kreiran postaje osnovom za planiranje dinamike održavanja, kao precizan pokazatelj realnog stanja javnih zelenih površina sa svim arhitektonsko – građevinskim i hortikulturnim sadržajima na određenom području. Prilikom prikupljanja atributivnih podataka o objektima od interesa i njihovom analizom može se dobiti jasan uvid u međusobne odnose koji vladaju između različitih sadržaja u prostoru. Ovo je od izuzetne važnosti za planiranja budućih infrastrukturnih zahvata (izgradnju ili obnovu vodovodne mreže, kanalizacije, tramvajske pruge itd.), jer pokazuje preciznu lokaciju svakog arhitektonsko – građevinskog i hortikulturnog elementa, što omogućuje i uspješno sprovođenje svih planova, projekata i sl.

Treba napomenuti slijedeće:

- Ulaganje u okoliš je moralna obaveza svakog građanina – čist i zdrav okoliš je naslijeđen od prijašnjih generacija,
- Hortikulturni elementi regulišu lokalnu mikro – klimu i da nije njih, temperatura bi bila i za nekoliko stepeni veća,

- Zelene površine podižu kvalitetu života svakog građanina,
- Gradski hortikulturni sadržaji doprinose očuvanju biološke raznolikosti i
- Zelenilo, kao „pluća“ svakog grada omogućavaju zdraviji život.

1. METODOLOGIJA

Informacioni sistem urbanih zelenih površina podrazumijeva upotrebu GIS tehnologije. Geografski informacijski sistem (GIS) je kompjuterski metod za prikupljenje, pohranjivanje, upravljanje, analizu i prikaz prostorno referentnih podataka [2]. Generalno govoreći, GIS je oruđe "pametne karte" koje dopušta korisnicima stvaranje interaktivnih upitnika (istraživanja koja stvara korisnik), analiziranje prostornih informacija i uređivanje podataka. GIS obrađuje prostorne podatke. Prostorni podaci su informacije povezane s prostornim položajem. Dakle, GIS omogućuje povezivanje aktivnosti koje su prostorno povezane. Ono što je GIS danas jest objedinjavanje tehnika prostornih analiza i digitalnih prostornih podataka s računarskom tehnologijom [3].

Ukratko, GIS je sistem za:

- Prikupljanje,
- Obradu,
- Analizu i
- Upravljanje prostornim podacima i njima pridruženim svojstvima.

U konkretnom slučaju, GIS u funkciji gospodarenja zelenim površinama sadrži popis i opis svih javnih zelenih površina sa svim arhitektonsko – građevinskim i hortikulturnim sadržajima aglomeracije i predstavlja kompleksnu bazu podataka. Baza podataka se može po potrebi nadograđivati sa ostalim sadržajima. Tehnologija geografskog informacionog sistema može se koristiti za naučna istraživanja, upravljanje prirodnim resursima, imovinsko upravljanje, planiranje razvoja, kartografiju i od izvanredne je koristi za stručnjake iz različitih oblasti.

Prednosti integrisanog GIS sistema:

- Olakšava upravljanje, planiranje i donošenje pravilnih poslovnih odluka i radnih naloga,
- Prostorna komponenta daje potpuno intuitivniji i pristupačniji prikaz stvarnog stanja urbanih zelenih površina i stabala i
- Ubrzava, smanjuje i pojednostavljuje procese vezane uz izdavanje dokumentacije, cjelokupne administracije i evidencije.

a. Informacioni sistem urbanih zelenih površina u GIS-u

Informacioni sistem urbanih zelenih površina u GIS-u obuhvata formiranje tematskih vektorskih podloga te sadrži podatke o lokaciji, količini, sastavu i stanju zelenih površina sa svim arhitektonsko – građevinskim i hortikulturnim sadržajima. Interaktivna baza podataka u svakom trenutku pruža sve relevantne informacije o ovim objektima od interesa, te pruža uvid u aktivnosti ili zahvate koji se nad njima trebaju obaviti.

Neke od mogućnosti koje se mogu koristiti u GIS software-skom rješenju su:

- Evidencija objekata i njihovih atributa (površina travnjaka, dinamika održavanja, obim debla i krošnje, nazivi na bosanskom i latinskom jeziku, fotografije objekata idr.),
- Pristup informacijama pretraživanjem tekstualnih podataka,
- Pristup informacijama označavanjem objekata na planu,
- Mogućnost povezivanja sa multimedijalnim sadržajima poput videa ili fotografija,
- Mogućnost pohranjivanja razne dokumentacije uz objekte od interesa,
- Izdavanje radnih naloga,
- Dnevna evidencija izvršenih radova i
- Praćenje izvršavanja i ostvarivanja planova rada.

b. Bit digitalizovanog katastra urbanih zelenih površina

Iako je inventarizacija samo jedan od elemenata GIS-a i nije sama po sebi svrha, bitno je napomenuti da je to vrlo važan segment u izradi informacionog sistema zelenih površina. Pod pojmom inventarizacija (popisivanje) podrazumijeva se primjena niza postupaka koji će dati popis sa svih zelenih površina sa arhitektonsko – građevinskim i hortikulturnim sadržajem, s manje ili više obilnim pratećim podacima ili atributima. Takav kvalitativan rezultat zapravo je tek prvi, ali i prijeko potreban korak svake inventarizacije. Naime, u informacionom sistemu se nalazi popis inventiranih jedinica, što je temelj za planiranje postupaka i dinamike održavanja, jer iz njega dobijamo odgovor na pitanje "Šta imamo?". Cjelovita inventarizacija ima i drugi bitan dio koji se sastoji od pridruživanja prostorne informacije / reference inventaru. Taj se dio inventarizacije naziva kartiranjem objekata od interesa, a zahtjevnost postupaka varira zavisno od veličine područja, bogatstvu vrsta, odabranoj metodologiji, vremenskom razdoblju itd. Popisani inventar na ovaj način odgovara na pitanje „Gdje imamo?”. Rezultati ovakve inventarizacije omogućuju cijeli niz aktivnosti kao što su planiranje dinamike održavanja, pregled poklapanja sa ostalim planovima infrastrukturne izgradnje, planiranje proizvodnje dendro materijala, definisanje eventualnih stabala za konzervaciju idr. U isto vrijeme, inventarizacija zelenih površina i stabala omogućiti će i jasnije planiranje potrebnih troškova za njihovo održavanje.

ZAKLJUČAK

Rezultat uspostave informacionog sistema urbanih zelenih površina je:

- Sumirani i operativni podaci o zelenim površinama neke aglomeracije.
Informacioni sistem urbanih zelenih površina ima svoju upotrebnu vrijednost u održivom gospodarenju:
- Otklanjanja nedostataka pri planiranju / projektovanju, realizaciji i održavanju zelenih površina i

- Postizanje maksimalne zaštitne, estetske i kulturno – obrazovne funkcije urbanog zelenila, uz optimalna finansijska ulaganja.

Uređen informacioni sistem urbanih zelenih površina omogućava održivo gospodarenje urbanim zelenim površinama. Održivo upravljanje znači ugodnij ambijent za život i rad. Također treba istaknuti da nema kvalitetne turističke ponude sa devastiranim i zapuštenim zelenim površinama. Naime pored primarnih korisnika – građana, zelene površine privlače ili odbijaju turiste.

Direktni produkt informacionog sistema je tačna lokacija i broj parkovskih površina i starih stabala na nekom području. Njihova identifikacija i validacija, kao dijela prirodne baštine, vodi ka poboljšanju turističke ponude.

GIS, sa svim svojim karakteristikama, omogućuje daljnju nadogradnju sa ostalim sadržajima.

REFERENCE

- [1] T. Ljujić – Mijatović, V. Beus, F. Mekić, N. Janjić, J. Avdić, E. Džemidžić, E. Kurtović, B. Hadžalić, K. Pekmezović, S. Harbinja i S. Herenda „Katastar urbanog zelenila javnog karaktera grada Sarajeva – Projektni program“, 2000 godina, KJKP "Park" d.o.o.
- [2] Hurvitz, P. "GIS and GPS for non-industrial Private Forest, Washington Farm Forestry Association Forest Owners, Pack Forest 2002
- [3] T. Putar, K. Hanak, P. Ivanković, T Rosandić "GIS zelenih površina grada Osijeka - Zeleni katastar" Osijek, travanj 2009 godina

STRATEGIJSKO UPRAVLJANJE DEGRADIRANIM PROSTORIMA

Miroljub Mitić, Slaviša Popović, Jovana Džoljić
Agencija za zaštitu životne sredine

Izvod: *Strategijsko upravljanje degradiranim prostorima predstavlja skup aktivnosti koje se odnose na:*

- *sagledavanje osnovnih oblika i procesa degradacije na ekosistemu;*
- *praćenje ovih procesa sa aspekta integralne zaštite životne sredine;*
- *sanacije i revitalizacije uočenih degradacija ekosistema u sklopu integralnog planiranja prostora.*

Strategijsko upravljanje degradiranim prostorima podrazumeva određivanje spektra međusobno povezanih ciljeva i uspostavljanje prioriteta u njihovom realizovanju. Ono se odvija kroz :

- definisanje dugoročnih ciljeva, izbor metoda i postupaka za njihovo ostvarivanje; i*
- obezbeđivanje kadrovskih i materijalnih resursa za ovu realizaciju.*

U radu se za praćenje efekata ovih aktivnosti predlaže primena Cost- benefit analize, koja može da posluži kao okvir za izbor mogućih razvojnih varijanti ili oblika zaštite, obnavljanja ili unapređenja kvaliteta životne sredine.

Ključne reči: *strategijsko upravljanje/ degradirani prostori/ Cost-benefit analiza*

MANAGEMENT STRATEGY OF DEGRADATION SPACE

Miroljub Mitić, Slaviša Popović, Jovana Džoljić
Serbian Enviromental Protection Agency

Apstract: *Management strategy of degradation space presents valuable activity which are related on:*

*-perceiving basic forms and processes of degradation in ecosystem;
-following of this processes from aspect of integral environment protection; and*

-rehabilitation and revitalisation of noticed degradations of ecosystem as part of integral space planning.

Management strategy of degradation space means defining spectrum of mutual connected goals and establishing priority in their realisation. It is developing through :

-defining long term goals, choosing methods and actions for their achieving; and

-providing personnel and material resorces for their realisation.

This study for folloving effects of those activity suggest application of Cost- benefit analysis, which can be taken as frame for choosing possible developing variations or forms of protection, restoring and progressing quality of environment.

Key words: *management strateg/, degradation spacw/ Cost-benefit analysis.*

UVOD

Strategijsko upravljanje degradiranim prostorima se bazira na određivanju spektra međusobno povezanih ciljeva i uspostavljanju prioriteta u njihovom realizovanju. Ono predstavlja skup aktivnosti koje se odnose na :

- definisanje dugoročnih ciljeva;
- izbor metoda i postupaka za njihovo ostvarivanje;
- obezbeđivanje odgovarajućih kadrovskih i materijalnih resursa za njihovu realizaciju;
- uspostavljanje informacione podrške;
- analizu stanja degradiranih prostora;
- analizu aktivnosti koje dovode do degradacije prostora;
- preduzimanje aktivnosti na sanaciji i poboljšanju stanja degradiranih područja; i
- kontrolu svih navedenih aktivnosti.

Strategija u upravljanju degradiranim područjima predstavlja skup poslovnih pravila, principa i zakona na osnovu kojih se donose odgovarajuće poslovne odluke. Strategija je fundamentalna upravljačka odluka koja obuhvata ciljeve i metode realizovanja planske aktivnosti. Na njeno formulisanje utiče niz internih i eksternih faktora.

Interni faktori utiču na utvrđivanje opštih karakteristika i razvojnih faktora unutar samog sistema i odnose se na :

- adekvatnost kadrovske strukture;
- obim finansijskih sredstava;
- primenu naučno-istraživačkog rada;
- kvalitet informacionog sistema itd.

Eksterni faktori predstavljaju varijable koje utiču spolja na pomenute aktivnosti i odnose se na:

- monetarne faktore;
- tehnološki razvoj;
- zakonsku regulativu;
- mere ekonomske politike i sl.

1. REZULTAT

Na realizovanje odabrane razvojne strategije koja se odnosi na upravljanje degradiranim prostorima, na različite načine, nejednakim intenzitetom i u različitim vremenskim periodima deluju razvojni faktori i faktori koji ograničavaju njen razvoj.

Razvojni faktori predstavljaju niz pojava ekonomskog i neekonomskog karaktera, koji individualno i zajednički podstiču njen razvoj. Njihovo dejstvo na upravljanje degradiranim područjima se ispoljava kroz uticaj na :

- sistem ciljeva;
- efikasnost funkcionisanja i razvoja sistema;
- efikasnost upravljačkog mehanizma.

Ograničavajući faktori internog karaktera utiču na kvalitet izvršne kadrovske strukture, visinu finansijskih sredstava i nedovoljnu primenu naučno- istraživačkih aktivnosti, dok ovi faktori eksternog karaktera značajnije utiču na realizovanje strateških ciljeva u smislu:

- postojanja restriktivnih uslova finansiranja;
- ograničavajućih pravnih normi;
- mera ekonomske politike i sl.

Zavisno od osnovnih karakteristika i nivoa poslovnog odlučivanja u odnosu na degradirana područja razlikuje se:

- globalna strategija;
- poslovna strategija; i
- funkcionalna strategija.

Globalna strategija se odnosi na globale ciljeve, uz uvažavanje politike razvoja za strateška poslovna područja. Poslovnom strategijom se utvrđuju konkretne poslovne aktivnosti, njihov kadrovski, informacioni i finansijski okvir i vremenska dimenzija u kojoj se navedeni ciljevi moraju izvršiti. Funkcionalne strategije se izvode iz globalnih i poslovnih strategija za posebna degradirana područja. One predstavljaju operacionalizaciju strateških, razvojnih i poslovnih strategija na degradiranim prostorima.

Na ovaj način je definisan strateški okvir za upravljanje degradiranim prostorima. U daljoj analizi će biti ukazano na osnovne

oblike i procese degradacije koji utiču na ekosistem, da bi se na bazi njihovog integralnog praćenja preduzele odgovarajuće mere sanacije i revitalizacije. Time bi, u sklopu integralnog planiranja prostora, bio stvoren širi prostor za očuvanje životne sredine i održivi razvoj na lokalnom i regionalnom nivou. Sa ovim u vezi može se reći da strategijsko upravljanje degradiranim prostorima predstavlja skup aktivnosti koje se odnose na:

- sagledavanje osnovnih oblika i procesa degradacije na ekosistemu;
- praćenje ovih procesa sa aspekta integralne zaštite životne sredine; i
- sanacije i revitalizacije uočenih degradacija ekosistema u sklopu integralnog planiranja prostora.

Kao značajan teorijsko-metodološki i istovremeno praktični problem, postavlja se izražavanje i kontrola poslovne aktivnosti, a sa tim u vezi i kontrola ispunjenosti predviđenih ciljeva. Rešavanjem ovih problema nosiocima upravljačke aktivnosti se obezbeđuju smernice za preduzimanje korektivnih akcija u tekućem periodu, ali i određivanje pravaca budućeg razvoja.

Model za merenje poslovnog uspeha, pored kvalitetnih upravljačkih odluka, treba da obezbedi veću efikasnost i efektivnost poslovnih sistema. Kost-benefit analiza se koristi za donošenje odluka o projektima sa značajnim ulaganjima, koji u sebi sadrže razvojnu komponentu. Na osnovu proračuna određenih kriterijuma moguće je merenje i izražavanje efekata poslovnih sistema i to na bazi sistematične agregacije sredstava neophodnih za njegovo efikasno funkcionisanje sa jedne, i koristi koje se navedenim funkcionisanjem postižu, sa druge strane. Pored ekonomskih, ovaj metod ukazuje i na neekonomske efekte koji se moraju uzeti u obzir kod donošenja konačnog suda o opravdanosti ulaganja sredstava u određene projekte koji se odnose na upravljanje degradiranim područjima.

Problemi koji mogu nastati u primeni ove metode se odnose na tačnost iskazanih ulaganja u konkretni projekat i ispravnost procenjenih efekata u njegovoj realizaciji.

Osnovni principi primene Kost-benefit analize se svode na zahtev da ukupne koristi koje određeni projekat donosi budu veći od ukupnih sredstava koja su u taj projekat uložena. Za njeno utvrđivanje postoje dva kriterijuma i to :

1. kriterijum sadašnje vrednosti neto koristi ;
2. kriterijum odnosa koristi i troškova.

Kriterijum sadašnje vrednosti neto koristi se dobija kao razlika između ukupnih koristi i ukupnih troškova realizacije odgovarajućeg projekta, odnosno :

$$K_{ns} = K_s - T_s, \text{ pri čemu je}$$

K_{ns} – Kriterijum sadašnje vrednosti neto koristi,

K_s – Ukupna korist navedenog projekta i

T_s – Ukupni troškovi realizacije toga projekta.

Ocena realizacije projekta po ovom kriterijumu ima za pretpostavku pozitivnu razliku navedenih veličina, tj :

$$K_{ns} > 0$$

Upravo ta, izvedena razlika, predstavlja pozitivan efekat postignut u realizaciji navedenog projekta.

Koeficijent odnosa koristi i troškova se predstavlja odnosom koristi i ukupnih troškova.

On istovremeno pokazuje koliko koristi donosi svaka jedinica utrošenih sredstava u realizaciji projekta i izražava se na sledeći način :

$$K = K_s / T_s$$

Po ovom koeficijentu projekat je ekonomičan i efikasan ukoliko je njegova vrednost veća od 1 ($K > 1$)

Zbog svoje jednostavnosti ovaj koeficijent je veoma pogodan za praktičnu primenu i ukoliko se reše problemi na koje je već ukazano, on može predstavljati realan pokazatelj za donošenje odluka u vezi sa projektima.

Primena Kost-benefit analize ima za pretpostavku precizno definisanu proceduru koja podrazumeva sledeće faze:

- definisanje projekta,
- određivanje vremenskog perioda na koji se projekat odnosi,
- utvrđivanje troškova i koristi i njihovo izražavanje u novčanom obliku,
- definisanje kriterijuma koji će biti korišćeni,
- upoređivanje vrednosti definisanih izabranim kriterijumima,
- uvođenje po potrebi dodatnih kriterijuma u analizi i
- donošenje odluke o opravdanosti ulaganja sredstava u konkretni projekat.

Izvođenje praktičnih efekata pojedinih projekata, koji se odnose na upravljanje degradiranim prostorima je na korektan i razumljiv način moguće korišćenjem Kost–benefit analize. Dodatna statistička analiza, pri tome, treba da potvrdi ispravnost kriterijuma sadašnje neto koristi i koeficijenta odnosa koristi i troškova. Na taj način se i zaključci o opravdanosti ulaganja sredstava u pojedine projekte u vezi sa degradiranim područjima mogu smatrati pouzdanim.

ZAKLJUČAK

U radu se na praktičan način ukazuje na mogućnosti primene dostignuća ekonomske nauke u zaštiti životne sredine. Kvantitativne metode ekonomske analize omogućavaju da se na osnovu ulaznih komponenti, vazanih za određeni projekat, procene pravci njegovog razvoja i unapređenja, sa minimalnim troškovima i uz najmanji negativan uticaj na životnu sredinu. Ovako postavljena analiza predstavlja mogući obrazac za ekonomsku analizu, koja nije limitirana specifičnostima funkcionisanja i razvoja ekosistema.

REFERENCE

- [1] J. D.Botler, R.Grusin,: "*Remediation*", 2000.
- [2] D.Bell, "*An introduction to Cyberculture*", London, New York, Routlegde 2001.
- [3] S. Marinković, B.Karadžić, "*Kvantitativna ekologija*", Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“, Beograd, 2009.
- [4] S.C.Certo, "*Modern Management*", Allyn and Boroum, Bostn 1994.
- [5] D. Đuričin, S.Janošević, "*Menadžment i strategija*", Ekonomski fakultet, Beograd, 2005.

UPRAVLJANJE OTPADOM I MODEL RECIKLAŽNOG DVORIŠTA OPŠTINE MAJDANPEK

Ana Poštić, Mirjana Arandelović, Uroš Radojević,
Margareta Žarkov Kovačević
Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: Opština Majdanpek sa ukupno 17 naselja, nema kvalitetno rešenje za deponovanje otpada sa ukupnog područja opštine.

Dugogodišnje nekontrolisano deponovanje komunalnog otpada, na divljoj deponiji na obali Dunava dovelo je do zagađenja reke Dunav, uništavanja živog sveta, promene svojstava i kategorije reke, zaraznih i infektivnih bolesti stanovništva.

Poseban problem predstavlja i to što se 10 naselja opštine Majdanpek nalazi na području Nacionalnog parka Đerdap, uključujući i zaštitnu zonu, pa je neophodno rešavanje problema smetlišta i neuređene deponije na adekvatan način.

Kako je Majdanpek razučena opština gde je prosečna udaljenost između dva najveća naselja oko 50 km, pa je praktično podeljena na dve urbane celine Majdanpek i Donji Milanovac, neophodno je uspostaviti takav organizacioni sistem da se prilikom sakupljanja i odlaganja otpada maksimalno smanje troškovi, a istovremeno da se maksimalno poveća efikasnost komunalnog uređenja.

Obzirom da je veći broj seoskih smetlišta uz rečne tokove, ona predstavljaju i potencijalne izvore zaraza, pa je neophodna šira akcija edukacije i podizanja nivoa svesti lokalnog stanovništva u cilju sprečavanja daljeg zagađenja vodotokova, odnosno izdvajanje reciklabilnih sirovina u cilju smanjenja ukupne količine otpada, koji se odlaze na deponiju.

Reka Dunav, evidentirana je kao jedna od najzagadjenijih reka Evrope baš u njenom toku kroz Srbiju, tako da se ostvaruje širi međunarodni efekat zaštite.

Ključne reči: deponovanje komunalnog otpada/ divlje deponije/ transfer stanica/ Opština Majdanpek

WASTE MANAGEMENT AND MODEL RECYCLING YARD OF MUNICIPAL MAJDANPEK

Ana Poštić, Mirjana Arandelović, Uroš Radojević,
Margareta Žarkov Kovačević
Faculty of Applied ecology Futura, Singidunum University

Abstract: *Majdanpek municipality with 17 settlements does not have a quality solution for the disposal of waste from the whole area of the municipality.*

Many years of uncontrolled disposal of waste on the illegal dump sites on the coast of Danube led to its pollution, destruction of wildlife, changes in the properties and categories of the river, contagious and infectious disease of population.

A particular problem is the fact that 10 settlements of municipality Majdanpek are located in the National park Đerdap, including the protected zone, so it is necessary to solve the problems with unregulated waste dumps in an adequate manner.

As the Majdanpek municipalities are jagged with the average distance between the two largest settlements about 50 km, the municipality is virtually divided into two parts Majdanpek and Donji Milanovac, it is necessary to organize such system which would reduce costs in the collection and disposal of waste, while at the same time to maximize the efficiency of communal arrangement.

Since a large number of rural dumps are located by the river flows, they represent potential sources of infection, and require extensive education and action to raise awareness of the local population in order to prevent further pollution of water flows, or extract raw recyclable materials in order to reduce the total amount of waste that is going to landfill.

River Danube was noted as one of the most polluted river in Europe just in its course through Serbia, so a wider international impact of protection will be achieved.

Key words: *disposal of waste/ illegal dump sites/ transfer station/ Majdanpek municipality*

UVOD

Otpad sa područja Donjeg Milanovca se do sada odlagao na deponiji lociranoj na samoj obali Dunava, uz magistralni put M-25/1, put prema Golupcu i Velikom Gradištu. Ova deponija je sanirana osnovnim merama tokom 2007. godine, ali je njen negativni uticaj ostao. Opština Majdanpek nema kvalitetno rešenje za deponovanje otpada sa ovog područja, pa se komunalni otpad Donjeg Milanovca redovno odvozi na deponiju u Majdanpeku, ali samo iz Donjeg Milanovca, što stvara velike troškove angažovanja opreme. Kako je opština Majdanpek razučena opština gde je prosečna udaljenost između dva najveća naselja oko 50 km, pa je praktično podeljena na dve urbane celine, neophodno je uspostaviti takav organizacioni sistem da se prilikom sakupljanja, tretmana i odlaganja otpada maksimalno smanje troškovi, a istovremeno da se maksimalno poveća efikasnost komunalnog uređenja. JKP u Donjem Milanovcu u punoj meri je angažovano na rešavanju problema otpada, jer postoji nedostatak znanja, iskustva, opreme i mehanizacije kako bi se ovaj problem rešio na zadovoljavajući način.

Kako je Donji Milanovac atraktivna turistička destinacija na Dunavu, a sela u njegovoj blizini imaju značaj kao poljoprivredni potencijali u proizvodnji hrane, a uz to u celosti se nalazi na području Nacionalnog parka Đerdap, to je i strateško opredeljenje lokalne samouprave, da se Donji Milanovac razvija kao turističko mesto. Opština Majdanpek ima mogućnost obezbeđenja lokacije, u industrijskoj zoni Mosna, koje je od Donjeg Milanovca udaljeno 7 km, na regionalnom putu Majdanpek. Još jedna prednost izgradnje transfer stanice je i zapošljavanje ljudi na poslovima tretmana otpada.

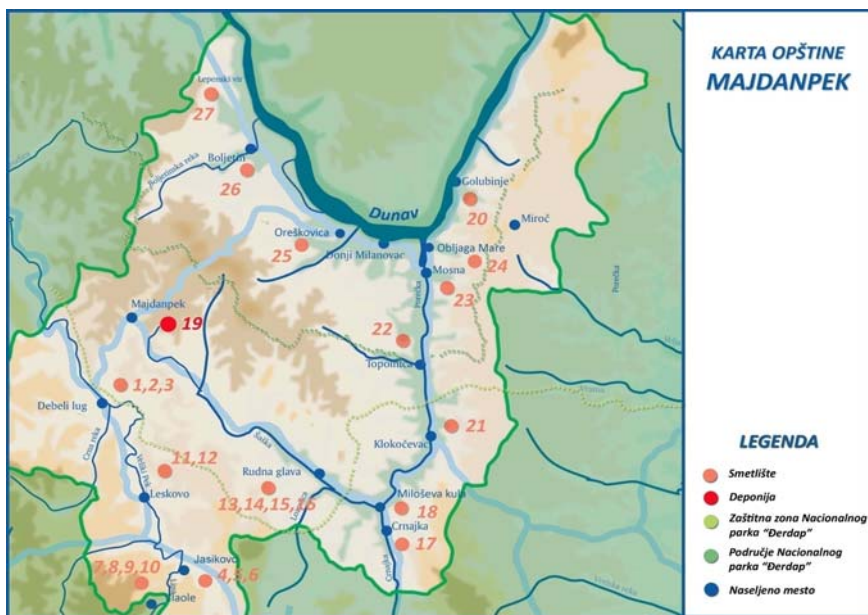
U opštini Majdanpek postoji veliki broj divljih deponija koje se moraju ukloniti i sanirati, a lokalnom stanovništvu se mora obezbediti adekvatan način zbrinjavanja komunalnog otpada. Izgradnja transfer stanice, čime bi se rešio problem odlaganja otpada u opštini Majdanpek, je u skladu sa zakonom o postupanju sa otpadnim materijama, Nacionalnom strategijom upravljanja otpadom, zakonom o zaštiti životne sredine, zakonom o integrisanoj kontroli i prevenciji zagađenja životne sredine, zakonom o upravljanju otpadom [1-4].

1. IDENTIFIKACIJA DIVLJIH DEPONIJA NA PODRUČJU OPŠTINE MAJDANPEK

Dugogodišnje nekontrolisano deponovanje komunalnog otpada Donjeg Milanovca, na divljoj deponiji na obali Dunava dovelo je do zagađenja reke Dunav, uništavanja živog sveta, promene svojstva i kategorije reke, zaraznih i infektivnih bolesti stanovništva.

Kvalitet vode Dunava u neposrednoj blizini Donjeg Milanovca je u konstantnom opadanju [5]. U poslednjih deset godina došlo je do povećanja broja obolelih od infektivnih bolesti [6].

Nakon izvršene identifikacije divljih deponija došli smo do podatka da na teritoriji opštine Majdanpek postoji 27 divljih deponija. Poseban problem predstavlja i to što se 10 naselja opštine Majdanpek nalazi na području Nacionalnog parka Đerdap, uključujući i zaštitnu zonu. Na karti opštine Majdanpek su predstavljene lokacije divljih deponija.



Slika 1, Karta opštine Majdanpek

Naziv naselja: **Golubinje**

- Lokacija: 10km od Donjeg Milanovca prema Kladovu
- Površina deponije: 200m²
- Zapremina deponije: 50m³
- Starost deponije: 15 godina

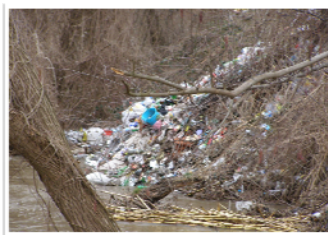


Slika 2, *Golubinje*

U naselju Golubinje postoji nekoliko manjih i jedna veća deponija, nalaze se uglavnom na obali Dunava uz magistralni put Beograd – Kladovo. Procenjuje se da površina svih deponija u ovom naselju iznosi oko 200m². U ovom naselju se ne vrši organizovano sakupljanje i odvoženje otpada od strane komunalnog preduzeća pre svega zbog nedostatka kontejnera i dodatnog vozila za te namene.

Naziv naselja: **Klokočevac**

- Lokacija: 20km od Donjeg Milanovca prema Zaječaru
- Površina deponije: 100m²
- Zapremina deponije: 30m³
- Starost deponije: 15 god.



Slika 3, *Klokočevac*

Divlje deponije u Klokočevcu se nalaze na obali Porečke reke, ima ih nekoliko i procenjuje se da ukupna površina svih deponija u ovom naselju ne prelazi 100m². U ovom naselju se takođe ne vrši organizovano sakupljanje i odvoženje otpada od strane komunalnog preduzeća pre svega zbog nedostatka kontejnera i dodatnog vozila za te namene.

Naziv naselja: **Topolnica**

- Lokacija: 7km od Donjeg Milanovca prema Zaječaru
- Površina deponije: 300m²
- Zapremina deponije: 100m³
- Starost deponije: 15 god.



Slika 4, *Topolnica*

U ovom naselju postoji nekoliko većih divljih deponija, nalaze se na obali Porečke reke i procenjuje se da ukupna površina svih deponija iznosi oko 300m².

U naselju Topolnica se takođe ne vrši organizovano sakupljanje i odvoženje otpada od strane komunalnog preduzeća pre svega zbog nedostatka kontejnera i dodatnog vozila za te namene.

Naziv naselja: **Mosna**

- Lokacija: 3km od Donjeg Milanovca prema Zaječaru
- Površina deponije: 200m²
- Zapremina deponije: 60m³
- Starost deponije: 15 god.



Slika 5, *Mosna*

U ovom naselju postoji nekoliko divljih deponija, nalaze se na obali Porečke reke i procenjuje se da ukupna površina svih deponija iznosi oko 200m².

U naselju Mosna se vrši organizovano sakupljanje i odvoženje otpada od strane komunalnog preduzeća ,medjutim broj kontejnera je nedovoljan da se pokrije celo naselje.

Naziv naselja: Obljaga Mare

- Lokacija: 2km od Donjeg Milanovca prema Zaječaru
- Površina deponije: 200m²
- Zapremina deponije: 60m³
- Starost deponije: 15 godina



Slika 6, Obljaga Mare

U ovom naselju postoji nekoliko deponija lociranih na samoj obali Dunava, tačnije na obalama Porečkog zaliva. Ove deponije nastaju uglavnom u proleće odnosno u slučajevima kada se nivo vode u Đerdapskom jezeru naglo obori radi prijema poplavnog talasa. Procenjuje se da je ukupna površina svih deponija u Porečkom zalivu iznosi oko 200m².

Naziv naselja: Oreškovica

- Lokacija: 4km od D.Milanovca prema Beogradu
- Površina deponije: 200m²
- Zapremina deponije: 30m³
- Starost deponije: 15 god.



Slika 7, Oreškovica

U naselju Oreškovica postoji nekoliko deponija lociranih na obali zaliva koji je Dunav formirao, takođe postoji i nekoliko manjih deponija uz potok koji se uliva u ovaj zaliv odnosno Dunav. Procenjuje se da ukupna površina svih deponija u ovom naselju iznosi oko 200m². U ovom naselju se vrši organizovano sakupljanje i odvoženje otpada od strane komunalnog preduzeća, međutim broj kontejnera je minimalan i apsolutno nedovoljan da se pokrije celo naselje.

Naziv naselja: **Boljetin**

- Lokacija: 15km od Donjeg Milanovca prema Beogradu
- Površina deponije: 200m²
- Zapremina deponije: 30m³
- Starost deponije: 15 god.



Slika 8, *Boljetin*

Veća divlja deponija se nalazi van naselja dok se nekoliko manjih nalaze u samom naselju Boljetin. Sve deponije se nalaze u priobalju Boljetinske reke.

Pretpostavlja se da ukupna površina svih deponija u neposrednoj blizini naselja Boljetin i u samom naselju iznosi oko 200m². U ovom naselju se takođe ne vrši organizovano sakupljanje i odvoženje otpada od strane komunalnog preduzeća pre svega zbog nedostatka kontejnera i dodatnog vozila za te namene.

Naziv naselja: **Lepenski vir**
(arheološko nalazište i muzej)

- Lokacija: 16.5km od D.Milanovca prema Beogradu
- Površina deponije: 100m²
- Zapremina deponije: 30m³
- Starost deponije: 15 god.



Slika 9, *Lepenski vir*

Na ovoj lokaciji postoji nekoliko manjih deponija koje se nalaze na obodu šume i uz potok koji se uliva u Dunav. Pretpostavlja se da ukupna površina svih deponija u neposrednoj blizini Lepenskog vira iznosi oko 100m². U ovom naselju se vrši organizovano sakupljanje i odvoženje otpada od strane komunalnog preduzeća, međutim broj kontejnera je minimalan i apsolutno nedovoljan da se pokrije celo naselje.

2. PREDLOG REŠENJA SKLADIŠTENJA OTPADA

Rešenje za sprečavanje daljeg zagađenja reke Dunav, narušavanja zdravlja ljudi i životinja jeste izmeštanje divljih deponija na novu lokaciju transfer stanice Mosna.

Izgradnja transfer stanice će takođe doprineti organizovanom sakupljanju komunalnog otpada, poboljšanju životne sredine grada Donjeg Milanovca, zaštiti područja Nacionalnog parka Đerdap i očuvanju zdravlja stanovništva

Realizacija projekta izgradnje transfer stanice Opštine Majdanpek, rešiće nagomilane probleme u oblasti zaštite životne sredine kroz uređen sistem sakupljanja, odvoženja i selekcije komunalnog otpada Donjeg Milanovca i okoline i sprečiti dalje štetne posledice za područje Nacionalnog parka Đerdap u narušavanju ekosistema i zdravlja ljudi.

UMESTO ZAKLJUČKA

Stvoriće se uslovi za otpočinjanje organske poljoprivredne proizvodnje posle dvadeset godina u slivu reke Dunav (voće, povrće, farmerska proizvodnja), što predstavlja dodatne izvore prihoda lokalnog stanovništva.

Nakon čišćenja obala reke Dunav u neposrednoj blizini Donjeg Milanovca, uspostavila bi se zelena pešačka zona, koja će služiti lokalnom stanovništvu, zdravstvenim i obrazovnim ustanovama, ugostiteljskim objektima i stvoreni su uslovi za bavljenjem sportskim ribolovom.

Preduzetnički sektor bi mogao da proši svoje poslovanje i uveća promet prodajom proizvoda na otvorenom i pružanjem usluga

na otvorenom (restoranske terase, piljarnice, pijace). Poboljšanjem opštih uslova za privatno preduzetništvo dovede do uvećanja vrednosti nekretnina u Donjem Milanovcu, u zoni reke Dunav.

Reka Dunav, evidentirana je kao jedna od najzagadjenijih reka Evrope baš u njenom toku kroz Srbiju, tako da se na ovaj način ostvaruje širi međunarodni efekat zaštite i unapredjenje voda reke Dunav.

REFERENCE

- [1] Nacionalna strategija održivog razvoja. Vlada Republike Srbije, Beograd
- [2] Zakon o zaštiti životne sredine ("Sl. Glasnik Republike Srbije" br. 105/2004, Izmene i dopune br. 35/2009)
- [3] Zakon o integrisanoj kontroli i prevenciji zagađenja životne sredine ("Sl. Glasnik Republike Srbije" br. 105/2004)
- [4] Zakon o upravljanju otpadom ("Sl. Glasnik Republike Srbije" br. 35/2009)
- [5] ZZZ »Timok« Zaječar
- [6] HES službe Zdravstvenog centra Majdanpek

Module B1: Remediation methods

Modul B1: Remedijacione metode

BIODEGRADACIJA I EKOREMEDIJACIJA ZEMLJIŠTA U SRBIJI- PROJEKTNE AKTIVNOSTI FAKULTETA ZA PRIMENJENU EKOLOGIJU “FUTURA”

Gordana Dražić
Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: Na osnovu studija o zemljištu u Srbiji i dostupnih podataka o opasnim i štetnim supstancama može se zaključiti da proizvodnja hrane može da se obavlja bez rizika na oko 80% od analizirane površine Republike Srbije. Na preostalih 20% površine potrebno je organizovati produkciju industrijskih useva. Na liniji približavanja strateškim ciljevima održivog korišćenja zemljišta Fakultet za primenjenu ekologiju "Futura" realizuje pored niza lokalnih i regionalnih projekata i projekte koji integrišu fundamentalna istraživanja degradiranih prostora. Realizacija projekta tehnološkog razvoja "Bio-racionalno korišćenje i ekoremedijacija zemljišta kroz proizvodnju industrijskog bilja", TR20208; Uporedne studije o prilagodljivost i produktivnost energije useva i biljaka gajenih na poljoprivrednom zemljištu južne Slovačke i Srbije, bilateralni projekat sa Slovačkim univerzitetom poljoprivrede u Nitri, Fakultetom za evropske studije i regionalni razvoj podržan od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije i projekat "Degradirani prostori Republike Srbije" će dati smernice za približavanje nacionalne regulative evropskim direktivama u oblasti zaštite životne sredine kroz primenu integralnog pristupa upravljanju ekosistemom (ekoremedijacije).

Konkretan doprinos se očekuje u rasvetljavanju nedoumica oko bioracionalnog korišćenja zemljišta kroz odgovor na pitanja:

- Da li je racionalnije (ekološki, energetski i ekonomski) koristiti plodno zemljište, kao suštinski neobnovljiv resurs, za produkciju hrane ili energije?
- Da li je, i ako jeste, u kojim slučajevima i u kojoj meri, moguća produkcija biljaka za industrijsku preradu na degradiranim prostorima? U slučaju da se radi o zemljištu koje je zagađeno ili u

slučaju da je zemljište izgubilo plodnost zbog ranijeg neracionalnog korišćenja neophodno je analizom eksperimentalnih podataka i literature odrediti održivost produkcije biomase.

• Da li su ekosistemski pogodnije autohtone ili alohtone vrste biljaka?

Ključne reči: *ekoremedijacija/ zemljište/ bioracionalno korišćenje*

BIODEGRADATION AND ECOREMEDIATION OF SOIL IN SERBIA – PROJECT ACTIVITIES OF THE FACULTY “FUTURA”

Gordana Dražić
Faculty of Applied Ecology Futura, Singidunum
University

Abstract: *Based on the study of soils in Serbia and the available knowledge of hazardous and harmful substances it can be concluded that food production can be performed without risk on approximately 80% of the analyzed area of Serbia, On the remaining 20% of the area, it is necessary to organize production of industrial crops. Following sustainable land use strategic goals approaching trace, the Faculty of Applied Ecology "Futura" realizes special projects that integrate fundamental research of degraded area, in addition to a number of diverse local and regional projects. Realization of the project of technological development, bio-rational land use and ecoremediation through production of industrial plants, TR20208;*

Comparative studies on the adaptability and productivity of energy crops and plants grown on agricultural land of south Slovakia and Serbia, a bilateral project with the Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of European Regional Development Studies and supported by the Ministry of Science and Technological Development of Serbia and the project "Degraded areas of the

Republic of Serbia" will provide guidance for national regulatory approach to European directives in the field of environmental protection through implementation of integrated ecosystem management approach (ecoremediation).

The concrete contribution is expected to clarify concerns about land use through bioracional answer the following questions:

- Is it rational (environmental, energy and economic) to use the fertile land, as well as essential non-renewable resource to produce food or energy?*
- Do it, and if so, in what cases and to what extent, the possible production of plants for industrial processing of degraded areas? In the event that it is a land that is contaminated or if the land lost its fertility due to irrational use of the former is necessary to analysis of experimental data and literature to determine the sustainability of biomass production.*
- Are ecosystem suitable allochthonous or autochthonous plants?*

Key words: *ecoremediation/ soil/ bio-rational land use*

UVOD

Zemljište, kao praktično neobnovljiv prirodni resurs, je predmet istraživanja procesa upravljanja ekosistemom kroz projekte zaštite životne sredine. Njihov osnovni cilj je očuvanje prirodnih karakteristika zemljišta (zaštita plodnosti i zaštita od zagađivanja) kroz bioracionalno korišćenje očuvanih predela i ekoremedijaciju degradiranih prostora. Nacionalna strategija održivog razvoja [1], Strategija razvoja poljoprivrede [2], Strategija razvoja energetike [3] i Strategija razvoja nauke [4] u Republici Srbiji u periodu do 2015. god. prepoznaju značaj očuvanja i unpređenja korišćenja zemljišta kroz sektorske ciljeve. Međutim, integralno istraživanje svojstava i načina održivog korišćenja ovog resursa još nije dostiglo nivo koji bi omogućio jednostavnu implementaciju direktiva EU u ovoj oblasti. Zato se ukazala potreba za produbljivanjem ovih istraživanja kroz integralne projekte kao što je projekat „Degradirani prostori Republike Srbije“.

Agencija za zaštitu životne sredine Ministarstva za zaštitu životne sredine i prostorno planiranje vrši sistematska ispitivanja kvaliteta poljoprivrednog zemljišta u Republici Srbiji čije godišnje

rezultate objavljuje (REF site). Nosioci ovih ispitivanja su akreditovane naučne institucije Institut za zemljište iz Beograda i Institut za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada. Na osnovu objavljenih rezultata studija o zemljištu u Srbiji i dostupnih podataka o opasnim i štetnim supstancama može se zaključiti da proizvodnja hrane može da se obavlja bez rizika na oko 80% od analizirane površine Republike Srbije. Na preostalih 20% površine potrebno je organizovati produkciju industrijskih useva.

Razvoj tehnologija bioracionalnog korišćenja zemljišta suštinski obuhvata istraživanja realacija zemljište-biljka sa aspekata biologije, geologije, agronomije i agrohemije praćenjem, konstruisanjem i održavanjem antropogenih ekosistema u cilju maksimalnog iskorišćenja potencijala rodnosti i samoprečišćavanja.

Ekoremedijacija označava integralni pristup očuvanju, ozdravljenju i unapređenju okoline. Godišnji troškovi u EU za dekontaminaciju zagađenih lokacija se kreću oko 12 € po stanovniku, od čega se 60% troši na remedijaciju a 40% na ispitivanja parcela. U Republici Srbiji je analiza ekoloških podataka pokazala da je životna sredina najugroženija od difuznih zagađivača (uglavnom saobraćaj, poljoprivreda urbani razvoj). U osnovne troškove remedijacije spadaju stepen zagađenja, nivo standarda koji se moraju zadovoljiti, lokalno stanje zagađene lokacije i primenjene tehnologije. Pri tome veza dobitka remedijacijom i investiranih sredstava zavisi i od nacionalnih propisa i njihove primene. Neki primeri iz literature pokazuju da je primena konstruisanih ekosistema – ekosistemskih procesora 8-10 puta jeftinija od industrijskih postrojenja sličnog kapaciteta.

1. PRIORITETI

U Strategiji razvoja nauke data je vizija Srbije kao inovativne zemlje u kojoj naučnici dostižu evropske standarde, doprinose ukupnom nivou znanja društva i unapređuju tehnološki razvoj privrede a ulaganje u nauku i tehnologiju je jedini način za uspostavljanje održive privrede i društva. Da bi se probila u nauci i tehnologiji i postala inovativna zemlja, Srbiji je potrebno fokusiranje na 7 nacionalnih prioriteta. Od njih zaštita životne sredine i klimatske promene; energetika i energetska efikasnost I

poljoprivreda i hrana imaju presek u produkciji biomase na racionalno korišćenom zemljištu. Veza ekološke bezbednosti, održivog razvoja i rešavanja pitanja životne sredine data kroz zaštitu ekosistema koja zahteva multidisciplinarni pristup I adaptivno upravljanje je predmet izučavanja ekoremedijacija koje je nezaobilazno u procesu približavanja EU kroz regionalne inicijative i faktor unutrašnje stabilnosti i ekonomskog razvoja.

Najznačajnije aktivnosti su prevazilaženje značajnih problema sa kojima se stanovništvo susreće svakodnevno: zagađenje obradivog zemljišta i nedostatak sistema za prečišćavanje otpadnih voda. U oblasti kvaliteta zemljišta prednost imaju istraživanja remedijacije zemljišta. Intenzivno se istražuju mogućnosti primene fitoekstrakcije, imobilizacije kontaminanata i tehnike tzv. „pranja“ zemljišta.

Razvoj energetike između ostalog ima za cilj razvoj novih tehnologija korišćenja obnovljivih izvora energije i čistih tehnologija sa nultom emisijom, prvenstveno malih hidroelektrana, kogeneracije, proizvodnja i korišćenje biomase, a u oblasti poljoprivrede I hrane to je održivo korišćenje, povećanje plodnosti, remedijacija i zaštita zemljišta.

2. FAKULTET ZA PRIMENJENU EKOLOGIJU „FUTURA“

Povezivanje visokog obrazovanja i nauke je jedna od najvažnijih tema primene Strategije razvoja nauke.

U okviru fakulteta se istraživanja stanja ugroženosti zemljišta vrše kroz integrisani aktivnosti Nastavnog centra i Istraživačko razvojnog centra. Na taj način se studenti (osnovnih, diplomskih-master studija i doktoranti) direktno uključuju u realizaciju naučnih, razvojnih i inovacionih projekata na lokalnom, regionalnom, nacionalnom i međunarodnom nivou. Na tabeli br. 1 je prikazan spisak projekata fakulteta koji su u toku realizacije a bave se, između ostalog i očuvanjem zemljišta.

Tabela 1. *Spisak projekata (FUTURA) u fazi realizacije*

Br.	Naziv dokumenta	Godina izrade	Izrada	Naručilac
1.	Bioracionalno korišćenje i ekoremedijacija zemljišta gajem biljaka za industrijsku preradu - Biotehnologija i agroindustrija	2009-2010	FPE Futura	Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj
2.	Bilateralna saradnja sa Republikom Slovačkom: Uporedna istraživanja adaptivnosti i produktivnosti energetskih useva i biljaka gajenih na poljoprivrednom zemljištu Južne Slovačke i Srbije	2010	FPE Futura	Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj
3.	Program ekoremedijacija Degradirani prostori republike Srbije	2010	FPE Futura	Fond za zaštitu životne sredine
4.	Ekološko-ekonomski instrumenti integralnog upravljanja Opštine Vršac	2010	Futura IRC	Opština Vršac
5.	Ekološko-ekonomski instrumenti integralnog programa zaštite životne sredine Grad Zaječar	2010	Futura IRC	Grad Zaječar
6.	Western Balkan Rural Extension Network through Curriculum Reform W.B.R.E.N.	2009-2012	Singidunum	Evropska Komisija TEMPUS PROGRAM
7.	Ekosistemski procesor Vizitorski centar „Ludoš“	2009-2010	Futura, Total inženje ring	SRP “Palić Ludoš” Subotica
8.	Ekološki status reke Tamiš	2009-2010	FPE Futura	Grad Pančevo

3. „BIORACIONALNO KORIŠĆENJE I EKOREMEDIJACIJA ZEMLJIŠTA GAJENJEM BILJAKA ZA INDUSTRIJSKU PRERADU “FAKULTET ZA PRIMENJENU EKOLOGIJU „FUTURA“

Projekat finansiran od Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj, TR – 20208A, **rukovodilac:** dr Gordana Dražić, pored FPE „Futura“ (7 istraživača) realizatori su Poljoprivredni fakultet u Beogradu i Institut za primenu nuklearne energije u Zemunu a korisnici su ПДС Институт Тамиш, Панчево i ЈКП Зеленило Београд. Predložena istraživanja treba da daju naučnu osnovu razvoja, primene i dugoročnog održavanja ekoremedijacionih tehnologija primenjenih u bioracionalnom korišćenju zemljišta i drugih medija ekosistema gajenjem biljaka za industrijsku preradu. Krajnji rezultat je model ekosistemskog procesora koji se može primeniti u očuvanju, remedijaciji i unapređenju prirodnih (zaštićena prirodna dobra) i antropogenih (ruralnih i urbanih) ekosistema. Istraživanja u prvoj fazi su koncipirana i izvedena sa aspekta produkcionih i degradativnih procesa u terestričnim i akvatičnim ekosistemima. Izvedeni eksperimenti i terenska merenja treba da povežu rezultate dobijene u laboratorijskim i poljskim uslovima sa održivim korišćenjem resursa, prvenstveno zemljišta ukazujući na ekološke, energetske i ekonomske prednosti integralnog pristupa. Na tabeli br. 2 su prikazani rezultati prve faze istraživanja po kriterijumima Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj.

Tabela 2. *Rezultati prve faze istraživanja na projektu TR 20208*

Tip rezultata projekta	M	Broj rezultata	Aktivnost projekta
Časopisi	M23	1	A2
Skupovi	M33	1	A2
Skupovi	M34	4	A1, A2, A3
Časopisi	M52	4	A1, A2
Skupovi	M63	3	A1, A3
Skupovi	M64	2	A1
Teze	M71	1	A3
Projekti i studije	---	3	A2, A3

Realizacija projekta se nastavlja do kraja 2010 god. U pripremi je prijava nastavka istraživanja za novi projektni ciklus.

4. “UPOREDNA ISTRAŽIVANJA ADAPTABILNOSTI I PRODUKTIVNOSTI ENERGETSKIH USEVA I BILJAKA GAJENIH NA POLJOPRIVREDNOM ZEMLJIŠTU JUŽNE SLOVAČKE I SRBIJE“

Projekat bilateralne saradnje sa Republikom Slovačkom koji realizuje FPE “Futura” sa Fakultetom za evropske studije i regionalni razvoj u Nitri, takođe pod pokroviteljstvom Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj. Istraživanja predviđaju uporedna merenja produkcije i kvaliteta biomase *miscanthusa* i brzorastućih vrba kao energetskih useva. Izbor gotovo identične lokacije u obe države i gajenje istih biljaka omogućiće komparaciju dobijenih rezultata, pisanje zajedničke internacionalne monografije o energetskim usevima i značajno olakšati pristup naučnoj zajednici EU.

Najobimnija istraživanja su vršena na produkciji biomase. Dati su neki eksperimentalni rezultati:

Miskantus ili kineska šaš (*Miscanthus×giganteus* Greef et Deu.) predstavlja nov višegodišnji usev za proizvodnju biomase, koja se koristi kao energetska sirovina za sagorevanje u kotlovima. Kvalitet ove sirovine zavisi prvenstveno od sadržaja vlage i azota u njoj. Morfološke osobine i prinos biomase smo proučavali korišćenjem ogleda u sudovima i u polju. Poljske ogledne smo izveli na karbonatnom černozeru i gajnjači (eutrični kambisol). Ogledni usev je zasnovan sadnjom rizoma (makropropagacijom). U odgovarajućim vremenskim intervalima vršena su merenja i prikupljanje uzoraka biljnog materijala [6]

Nicanje miskantusa se odvija u prvoj dekadi aprila. Sirak i pirevina su identifikovani kao korovi koji najviše ugrožavaju zasnivanje i opstanak useva. Miskantus najbrže raste u proleće i rano leto, sa maksimum visine početkom septembra, nezavisno od tretmana. Izmrzavanje pojedinih biljaka miskantusa zabeležili smo samo nakon prve zime po zasnivanju useva.

Najveću biomasu miskantus obrazuje početkom oktobra. Do žetve krajem februara smanjenje prinosa biomase iznosi 35-36%. Sa povećanjem količina unetog azota povećava se prinos biomase pri svim gustinama sadnje i linearno se povećava udeo lišća u ukupno požnjevenoj biomasi prinosa. Broj stabala se povećava sa

povećanjem gustine posađenih rizoma i količine unetog azota. Pri tom, fertilizacija azotom ne utiče na sadržaj vlage u miskantusu [7].

U prvoj godini, na černozeu je obrazovan prinos od $<0,5$ t suve materije ha^{-1} . U drugoj godini maksimalni prinos od 4,67 tona s.m. ha^{-1} , obrazovan je u tretmanu sa 50 kg N ha^{-1} i gustom sadnje od 2 rizoma/ m^2 . U prvoj godini, u trenutku žetve u februaru, sadržaj azota u celokupnom nadzemnom delu iznosi od 0,657-0,708%, a u drugoj godini od 0,184-0,258%. Sadržaji azota u miskantusu sa černozea i gajnjače su relativno identični. Međutim, u odnosu na usev na černozeu, na gajnjači je usev po visini i po prinosima biomase veoma neujednačen.

Na osnovu dobijenih rezultata, tretman sa unošenjem 50 kg N ha^{-1} i gustom sadnje od 2 rizoma po m^2 može se smatrati odgovarajućim za agroekološke uslove šire okoline Beograda [8].

U uslovima oglada na lokaciji Kozjak (Loznica) se preporučuje nedestruktivna opservacija razvoja biomase. Odredjivani su parametri koji su se pokazali kao najpouzdaniji za predikciju prinosa ove kulture. U drugoj vegetaciji se javlja znatno veći broj izdanaka po rizomu, koji su nešto viši u odnosu na izdanke prve vegetacije u zavisnosti od vlažnosti zemljišta i prihranjivanja, a mogu se zapaziti značajno veća variranja broja izdanaka u odnosu na visinu. Ovo determiniše prinos. Prinos na najproduktivnijem dubrenom i nedubrenom redu u drugoj godini je jednak uprkos razlikama u vlažnosti zemljišta. Kompletna statistička obrada rezultata biće moguća kada se prikupe podaci i za ranoprolećnu žetvu druge vegetacije [9].

Biomasa pri najintenzivnijem rastu (avgust) sadrži oko 40% vode i znatne količine mineralnih materija pa je manje pogodna sa ekološkog i energetskog aspekta od biomase iz ranoprolećne žetve koja se karakteriše umanjenim prinosom pa je zbog toga neophodno za svaku lokaciju odrediti optimalni termin žetve. Dobijeni rezultati su saglasni sa literaturnim podacima tako da se može očekivati da će na ovoj parceli prinos tehnološki suve biomase miskantusa dostići 10-20 t/ha/god koji se projektuje kao ekološki i ekonomski prihvatljiv.

U energetski bilans (tab. 3) za gajenje višegodišnjeg energetskog useva ulazi celokupan niz operacija i materijala upotrebljenih za uspostavljanje sastojine i njeno dalje održavanje s jedne strane, i dobit u obliku energije nastale sagorevanjem suve

mase useva sa druge. Direktni unos energije (gorivo), kao i indirektni unosi energije (mekanizacija, radna snaga, hemijska sredstva, sadni materijal i dr.) izražavaju se preko Uz ovakav način predstavljanja energetskog unosa mogu se porediti razni modeli gajenja nezavisno od tržišnih cena utrošenih materijala i operacija. Takođe, mogu se vršiti upoređivanja energetskih bilansa gajenja višegodišnjih i jednogodišnjih useva [10]. Dobijeni rezultati su u opsegu očekivanih.

Tabela 3. *Energetski bilans produkcije biomase miskantusa*

Parametar	Definicija	Jedinica	Vrednost
Ukupni energetski unos (E_T)		MJ ha ⁻¹	28148
Energetski prinos	Prinos (kg DM ha ⁻¹) x Hg (MJ kg ⁻¹)		131379
Utrošak energije	E_T /prinos	MJ t ⁻¹	3608
Odnos iznos/unos	Energetski prinos/ E_T		4.67
Energetski bilans	Energetski prinos - E_T	MJ ha ⁻¹	103231

Kako su analize pokazale da je velika verovatnoća da se miskantus može gajiti u tehnološki značajnim količinama na teritoriji Srbije sačinjen je master plan plantaže miscanthusa (PERUN Doo. Petrovaradin.). Ovim planom se predviđa zasnivanje planataže od 1, 10 i/ili 100 ha na zemljištu odgovarajuće plodnosti uz skladištenje i preradu biomase u brikete ili palete. Ekonomska analiza je pokazala [11] za površinu 10 ha i predviđeno trajanje eksploatacije od 20 godina, uz realne cene i kvalitet i prinos biomase koji su dobijeni u našim istraživanjima:

Ekonomski pokazatelji investicija (statička ocena):

- Return on Capital Employed –ROCE u EUR = 447,07% (Ukupno uloženi kapital vlasnika će 4,4 puta doneti veći prosečan profit).
- Working capital turnover WCT = 9,82 (Startni kapital će biti obrnut skoro 10 puta do kraja poslovanja 2030. god.)
- Ekonomičnost: $E = 6,53 > 1$ (Prihodi su značajno veći od rashoda, čime nije ugroženo poslovanje).
- Akumulativnost: $A = \text{dobit u godini punog kapaciteta/predračunska vrednost investicija} = 0,61$ (što znači da je prilikom pune eksploatacije projekta pokrivena cena izvora finansiranja i preko toga ostvarena dobit).

Treba naglasiti i ekoremedijacione karakteristike energetskog useva *Misacanthus giganteus*: Gajenjem predloženih biljaka na zagađenom ili degradiranom zemljištu se postiže prečišćavanje zemljišta i voda (podzemnih i nadzemnih), produkcija biomase kao godišnjeobnovljivog izvora energije, ublažavanje klimatskih promena i očuvanje i unapređenje staništa koje pogoduje očuvanju biodiverziteta. Predložene plantaže zahvaljujući ovim karakteristikama biljaka pokazuju izuzetnu ekološku efikasnost.

Da bi se postigli očekivani rezultati neophodno je ispitati komparativne prednosti gajenja energetskih useva na konkretnim parcelama koje se ne koriste za proizvodnju hrane i predložiti minimalne agrotehničke uslove za postizanje prinosa koji bi ovu proizvodnju učinio ekonomski efikasnom.

UMESTO ZAKLJUČKA

Realizacije oba projekta u celini će dati smernice za približavanje nacionalne regulative evropskim direktivama u oblasti zaštite životne sredine i produkcije i korišćenja novih i obnovljivih izvora energije. Konkretan doprinos se očekuje u rasvetljavanju nedoumica oko bioracionalnog korišćenja zemljišta kroz odgovor na pitanja:

- Da li je racionalnije (ekološki, energetski i ekonomski) koristiti plodno zemljište, kao suštinski neobnovljiv resurs, za produkciju hrane ili energije?
- Da li je, i ako jeste, u kojim slučajevima i u kojoj meri, moguća produkcija biljaka za industrijsku preradu na degradiranim prostorima? U slučaju da se radi o zemljištu koje je zagađeno ili u slučaju da je zemljište izgubilo plodnost zbog ranijeg neracionalnog korišćenja neophodno je analizom eksperimentalnih podataka i literature odrediti održivost produkcije biomase.
- Da li su neuspesi primene bioloških/biljnih prečistača otpadnih voda dovoljan razlog da se od njih odustane ili je u pitanju bila nedovoljna briga posvećena projektovanju, konstruisanju i održavanju?
- Da li su za konstruisane ekosisteme pogodnije autohtone ili alohtone vrste biljaka?

Kompleksnost i značaj odgovora na postavljena pitanja zahteva koordinaciju istraživanja iz različitih oblasti nauka i timova pri raznim institucijama (naučno istraživačke organizacije, organizacije civilnog društva, lokalna samouprava i druge).

REFERENCE

- [1] Strategija održivog razvoja Republike Srbije, 2008
- [2] Strategija razvoja poljoprivrede Republike Srbije, 2005
- [3] Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2015, 2005
- [4] Strategija naučnog i tehnološkog razvoja Republike Srbije za period od 2010. do 2015. godine, 2010
- [5] Dražić G., Dželetović Ž., Stojiljković D. i Mihailović N. (2008): Neki uticaji proizvodnje i korišćenja biomase miskantusa na životnu sredinu. Regionalna konferencija «*Industrijska energetika i zaštita životne sredine u zemljama jugoistočne Evrope*», 24. – 28. juni 2008., Zlatibor, Srbija, Knjiga apstrakta, strana 60-61.
- [6] Dželetović, Ž., Mihailović, N., Glamočlija, Đ., Dražić, G., (2009): Odložena žetva *Miscanthus giganteus* – uticaj na kvalitet i količinu obrazovane biomase. *PTEP – časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi* (Novi Sad), Vol. 13, No. 2: 170-173.
- [7] Dželetović, Ž. S., Dražić, G. D., Glamočlija, Đ., Mihailović, N. Lj. (2007), *Perspektive upotrebe biljaka kao bioenergetskih useva*, Poljoprivredna Tehnika, God XXXII, br3, pp. 59-67.
- [8] G. Dražić, M. Mitić, N. Mihailović, A. Đorđević, S. Marković (2009), *Produkcija biomase miscanthus giganteus sa aspekta energetske i ekološke efikasnosti ekosistemskog procesora. 14. Simpozijum Teričara Srbije*, 13.-16. oktobar, Soko Banja, Zbornik radova, pp. 450-456. Mašinski fakultet Niš (izdavač), 450-456
- [9] Drazic, G., Dzeletovic, Z., Djordjevic, A.: Environmental impact on *Miscanthus giganteus* biomass quality measured as ecosystem processor activity, Abstract Book, *The Second International Environmental Best Practice Conference*, Krakow, Poland, Septembar 14-18, 2009, pp. 44.
- [10] Dražić, Gordana; Milovanović, Jelena; Ikanović, Jela; Glamočlija, Đorđe (2010): *Miscanthus giganteus* increment parameters in the early stage of development. *International Conference »Structural changes in agrosector«*. Nitra, Slovakia. 19.11. pp. 33-36.
- [11] G.Dražić, S. Sekulić, J. Milovanović, J. Aleksić (2010): *Master plan plantaže energetskog useva Miscanthus giganteus*, Energija, Ekologija, Ekonomija, ISSN br. 0354-8651, br 2, godina XII UDC 620.9, pp 96-99. Savez Energetičara Srbije

RESTORATION AND REGENERATION OF LARGE-SCALE CALAMITY CLEARINGS AFTER THE DISINTEGRATION OF SPRUCE MONOCULTURES

Anna Tučková

National Forest Centre, Forest Research Institute Zvolen

Abstract: *Effect and activity of soil bacteria (order Azotobacter) added to soils was verified in the area of changed soil environment of newly established plantations in the framework of “green technologies” testing. This verification was a part of restoration and reconstruction of disintegrated spruce monocultures in Kysuce region. First observations and partial results of applying microbiological preparations in the soils with acidic reactions, which contain markedly fewer bacteria than fungi, demonstrate support to bacteria activities. By adding microorganisms to the soil of newly established plantations soil activity increases as a result of decomposition of plants rests. At the same time nitrogen in the soil and air is bound and adaptation as well as growth process of planted tree species is supported. In combination with hydrogels effects of microorganisms grow and they affect positively survival and some other studied growth parameters (mainly root development – already during the 1st year). Favourable effect on health condition of plantations is confirmed as well.*

Key words: *“green technologies”/ artificial restoration/ soil bacteria*

INTRODUCTION

Characteristics of forest environment determine the character of forest communities. Though soils, atmosphere as well as hydrosphere are in their own nature stable, some of their properties are characterized by a remarkable dynamics. In last decades there occurred such changes in forest environment, as a consequence of

human activities, which endanger and lower the stability of forest ecosystems in Slovakia.

Changes in the quality of air, climatic factors, water regime and soil environment have been in a focus of forest research in Slovakia for already several years, either with aim of monitoring the changes and analysing interrelations or with the aim of proposing measures for the improvement of current situation. Soil reaction is one of important soil properties, which has changed in last decades significantly as a result of the effect of atmospheric deposition. Several authors wrote about acidification of forest soils in Slovakia coming out from finding of very low values of soil reaction, but mainly the finding the disharmony between measured values and the morphology of soil profile. Forest soils in Kysuce region were naturally acidic with low supplies of nutrients.

Because of air pollutants effect and the changes in tree species composition of stands, the situation has even worsened. What concerns forestry measures in conversion of spruce monocultures in this region, mainly and increase of the proportion of broadleaved tree species, first of all beech and Sycamore maple to the detriment of spruce, can be considered. Reclamation fertilization and liming of forest stands or suitable application of preparations in the framework of "green technologies", as for example soil bacteria (e.g. soil conditioner BactoFil[®] B), which fix soil nitrogen and aerial nitrogen in the area of roots, and simultaneously increase biological activity of acidic upper soil and root layers, may be taken into consideration as well.

Climatic conditions and activity of soil microorganisms cause gradual disintegration of accumulated organic matter and repeated release of nutrients in the soil. Such microorganisms are lacking in the soils in Kysuce region.

Biopreparation BactoFil[®] B, which contains various variants of microorganisms, growth stimulators, phytohormones and vitamins, improves significantly the quality of soil. Nitrogen-fixing bacteria that live free in the soil (in BactoFil[®] – "Azotobacter") are capable of fixing nitrogen close to roots, and nitrogen from the air with the help of associative fixing "Azospirillen". Presence of azotobacter is an indicator of favourable soil condition (BUBLINEC 1987). Microorganisms of soil bacteria BactoFil[®] A and BactoFil[®] B biosynthesise water-soluble and non-soluble polysaccharides, and

their chemical compounds improve soil structure and subsequently increase resistance against drought. At the same time they synthesize phytohormones, kinetins, auxins and gibberellins that support germination, growth and resistance against pathogens. Natural microorganisms, as it is well-known, supply plants with the most important nutrients. Microorganisms "Bacillus" and "Pseudomonas", which are contained in bioproducts of the soil conditioners BactoFil, transfer phosphorus in the soil to plants. We have been testing this microbiological soil conditioner in Slovakia for already several years.

To balance pH value under the conditions of acidic air pollutants in Kysuce region we tested another, not verified yet in Slovakia, soil conditioner Teralyt Plus® (product used in agriculture and produced in Germany). The soil conditioner not only adjusts pH value, soil physical and chemical activity but it affects positively tree species vitality as well. It is generally known, that in acidic soils the amount of bacteria is dropping and fungi start to prevail. *Armillaria* sp. (honey fungus) and *Heterobasidion annosum* belong to the most significant parasitic wood-decaying fungi that attack forest tree species in Slovakia forests. A primary reason of spruce infection by parasitic wood-decaying fungi is usually physiological weakening of host tree species caused most frequently by lack of water or high seasonal fluctuations in water supply (ČERNÝ 1989).

Other factors of the environment, which contribute to the infection intensity of the stands, are imbalanced content of nutrients, high content of Ca and high pH value of soils. For example *Armillaria ostoyae* causes on spruce highest damage in regions where this tree species is not autochthonous (ČERNÝ 1989). That is also the case of Kysuce region. Infection may occur in various development stages, starting from planting stock in nursery and ending with adult trees (ČERNÝ 1989, JANČAŘÍK, JANKOVSKÝ 1999). Because of the imbalance of nutrients in standing stands, which occurs also at clearings after bark beetle calamity, an additional fertilization and reclamation of artificial stands with modification of soil environment (TUČEKOVÁ ET AL. 2006) is justified in Kysuce region.

The aim of research was, in the process of regeneration and reconstruction after disintegration of spruce monocultures in Kysuce region, to verify in the framework of "green technologies" effect and

activity of added soil bacteria of the order Azotobacter in the area of changed soil environment of newly established plantations.

1. MATERIALS AND METHODS

As the effect of reclamation, additional fertilization and liming in Kysuce region in artificially regenerated calamity stands was not significantly confirmatory recently, we have started with implementation of so called application of “green technologies”. Regarding these technologies we verified ecological, microbiological soil conditioner BactoFil B[®], BactoFil A[®], in combination with hydrogels of the order Stockosorb[®] (Powder, Micro) and soil conditioner Teralyt Plus[®]. In the locality of OZ (affiliated forest enterprise) Čadca the mentioned preparations were verified on operational plantations in the 5th altitudinal vegetation zone, in transitive order from acidic to nutritive (A/B) on three main tree species – spruce, fir and beech. Characteristics of some stands, in which applications of soil conditioners in combination with hydro absorbents were tested, are presented in **table 1**.

Table 1 *Characteristics of experimental plots at forest district Čadca and forest district Oščadnica*

Exp. plot	No. of stand	Year of reforestation	Tree species (age)	Forest type (%)	Aspect	Slope in °	Altitude (m)	Note
“Čadečka I”	444 ₁₀	2004	Beech (2+3)	5206 100%	S	5	650	Slit planting: BactoFil [®] B STOCKOSORB [®]
“Oščadnica II”	221 ₁₀	2005	Spruce (2+2) Fir (2+3) Beech (2+2)	5206 100%	V	30	750	Slit planting: BactoFil [®] B STOCKOSORB [®]
“Oščadnica IV”	221 ₂₀	2006	Spruce stand	5206 100%	V	40	760	Whole-area spraying: Liquid BactoFil B Liquid BactoFil A Liquid Teralyt Plus

In establishing plantations (in spring) soil samples were taken in two depths: 0-10 cm and 15-25 cm to find out pH value and the state of nutrients in soil profile. After applying soil conditioners and hydrogels samplings were repeated (in autumn). In addition to

agrochemical analysis of soil, the effect of microbial preparations on biological characteristics and organic matter in soil was assessed as well.

There were used usual laboratory methods for the analyses. Following analyses were carried out for soil samples:

- Absolute soil moisture by gravimetric method,
- Content of $\text{NH}_4\text{-N}$ and $\text{NO}_3\text{-N}$ by colorimetric method with SKALAR instrument,
- Production of CO_2 after 1-day incubation in thermostat at the temperature 25°C by the method of gas chromatography (sample was pre-incubated 1 day in thermostat at 25°C),
- Respirometric test – basal respiration of soil CO_2 (B) and respiration of soil with adding solution of glucose CO_2 (G) and nitrogen and glucose CO_2 (NG) after 20-hours incubation in thermostat at the temperature 25°C (samples were pre-incubated 5 days in thermostat at 25°C).
- Based on measured data there were calculated ratios G: B and NG: B, which express stability of soil organic matters (Novák, 1964)
- Total nitrogen mineralization (TMN) after 14-day aerobic incubation of soil samples in thermostat at the temperature 25°C ;
- Nitrification intensity (NIT) after 14-day aerobic incubation of soil samples in thermostat at the temperature 25°C ;
- Total nitrogen content in microbial biomass (MB_C) by rehydration method (Růžek, 1992),
- Content of Cox (Tjurin), Nt (Kjeldahl), ratio HK: FK (spectrophotometrical method), P, K, Ca, Mg (Melich III) and pH (n KCl).

At the end of vegetation period measurements of growth parameters were performed in plantations, including detailed assessment of the architecture of the root system. Effect of preparations on the survival and following adaptation process of spruce, fir and beech was assessed as well. Differences were statistically tested (one-factor variation analysis, T-test). We also tested how the application of bacterial soil conditioner affects the resistance of plantations against everywhere-present fungi *Armillaria sp.* and *Heterobasidion sp.*

The effect of all soil conditioners was tested also under the shelter of disintegrating spruce stands with stocking 0.6-0.7 (experimental plot Oščadnica IV). Liquid form of soil conditioners

BactoFil A, BactoFil B, Teralyt Plus was applied to the soil on the whole area with disturbed soil surface to the depth of about 5-10 cm. In open stand raspberry shrubs and fern were growing, and closed part of the stand that was not weeded had a deep layer of decomposed humus litter (about 5-7 cm) and uneven sporadic natural regeneration of spruce and beech trees. Before and after applying the mentioned three conditioners surface soil layers were taken in the depth 0-5 cm and 10-25 cm (or 5-10 cm) for analyses. Agrochemical and microbiological analyses of samples were carried out and evaluated at the Research Institute of Grasslands and Mountainous Agriculture in Banská Bystrica (methodology by Ondrášek et al. 2005).

2. RESULTS AND DISCUSSION

2.1 Agrochemical analysis of soil samples after applying soil conditioners

Soils in Kysuce region, affected by air pollutants, were characterized prior to applying ecological-microbiological preparations by considerable acidity and imbalance of nutrients. On three experimental plots the soil was very acidic and in the layer within 5 cm it had very unfavourable supplies of nutrients (N, P, K, Mg and Ca). Up to the depth 20 cm there was lack of N, P and C, but mainly of Mg. This area is particularly the one where root system of plants is located. Adding BactoFil® B during planting (to the hole – hole planting) affected biological activity of the soil in the area of root (TUČEKOVÁ ET AL. 2005, 2006).

After applying soil microbiological conditioners the greatest capability of soil mineralization of nitrogen (TMN) and nitrification (NIT) was characteristic for variant with BactoFil® B. Finding of relatively high values of NIT for treated variants is surprising, because in the soil with very low pH values such process should not occur at all. It follows from the comparison of the results of the assessed variants and control that in the variant BactoFil® B values of pH, Nt, Ng and K increased. Microbiological analyses showed an increase of CO₂ production by 18% in the variant BactoFil® B when compared with control variant.

Based on the results of other agrochemical analysis given in **table 2** the values of pH ranged from 2.8 to 3.4, what proves of the fact the soils remains very acidic even after adding conditioners. Also the values of Ca content confirm unfavourable state of soil in relation to soil reaction as well as the process of forming high quality humus. Maximal value of Ca content reached 0.04 g per 1 kg what proves that soils are slightly calcareous.

Table 2 *Results of agrochemical soil analyses after applying soil conditioners*

Plot name		Cox	Humus	Nt	C:N	P	K	Ca	Mg	pH	Moisture content
			(%)								(in KCl)
"Ošednica II" Spruce	"Control"	76.3	13.2	4.6	16.7	0.2	116.9	0.14	72.0	3.1	307.2
	BactoFil B	28.2	4.9	2.0	14.3	0.2	113.1	0.07	30.1	3.4	299.2
"Čadečka I"	BactoFil B	59.7	10.3	3.2	18.7	0.2	267.3	0.10	98.4	3.3	316.9
	Control	29.3	7.0	2.1	13.7	0.2	152.7	0.05	20.7	3.0	316.8
"Ošednica IV pod porastom"	Control	42.2	7.3	2.7	15.4	0.2	99.3	0.04	18.7	3.0	207.5
	BactoFil A	54.9	9.5	4.2	13.0	0.2	126.4	0.06	29.8	3.3	210.5
	BactoFil B	55.2	9.5	3.9	14.3	0.2	99.3	0.04	25.8	2.8	254.3
	Teralyt Plus	71.0	12.2	3.5	20.1	0.2	103.3	0.07	28.9	3.0	215.3

Soil moisture, Cox, Nt, Ca (g kg⁻¹), P, K, Mg (mg kg⁻¹)

Humus content reached very high values. They ranged from 4.9% up to extreme 13.2%. With regard to high acidity and very low content of Ca humus the quality was not high. Also the values of C: N ratio partially confirms that, because they are higher and range from 13 to 21. Either in one case they are not higher than 25 what indicates that there may occur still in the soil release and accumulation of ammoniac nitrogen through ammonification microflora. Also the values Nt confirm that providing we evaluate them out of the context of other soil properties, especially the ratio C: N. Thus we may state the soil has moderate up to very high supply of nitrogen. The evaluated soils have permanently very low supply of phosphorus, and content of magnesium may be also

evaluated as low. Only in case of potassium we may say about his sufficient supply after applying microbiological conditioner.

2.2. Microbiological analyses of samples after applying soil conditioners

Table 3 gives under heading $\text{CO}_2(\text{R})$ results of soil respirations in samples only with 1-day pre-incubation. It means that the amount of released CO_2 represents a respiration of, especially very easily decomposable, forms of soil organic compounds. It is so called reactive respiration of soil. Under heading $\text{CO}_2(\text{B})$ there are results of respiration in soil samples pre-incubated for 5 days. During that period respiration of easily decomposable forms of soil organic matter occurred and therefore the measured data were markedly lower than the ones for the samples pre-incubated only 1 day.

Regarding the effect of applied preparations it follows from the comparison of control variant and BactoFil B variant that on experimental plot "Oščadnica II" in the soil with added BactoFil B preparation the soil respiration was not affected positively. On the contrary, in the samples marked as "Oščadnica IV pod porastom" we could observe in comparison with control variant a marked stimulation of the respiration, mainly $\text{CO}_2(\text{R})$ due to the effect of BactoFil B and BactoFil A. Added Teralyt Plus has not affected the production of CO_2 .

Respiration capability of soil treated by hydrogel slightly increased in comparison with control on experimental plot "Čadečka I". Slight increase of $\text{CO}_2(\text{R})$ could be observed also in the soil with added liquid BactoFil.

It follows from **table 3** also that on all evaluated sites in comparison with control the application of BactoFil B conditioned a certain increase of the values of G: B and NG: B ratios, what indicates a reduction of easily decomposable organic compounds, and tendency of positive development of qualitative parameters of humus. It is similar for the effect of hydrogel and liquid BactoFil on site "Čadečka I".

Release of nitrogen from organic compounds occurs in soil through a broad spectrum of ammonification microflora, which plays a decisive role in the nutrition of plants. For this process ratio C: N is important in decomposing organic compounds. In general, it is valid

that the higher is nitrogen content in compounds, or the closer is the ratio C: N respectively, the higher is a presupposition that mineral nitrogen shall accumulate in soil environment. In case that decomposing organic matter is characteristic for C: N ratio higher than 25:1, there prevail immobilization processes in the soil, and plants suffer from lack of nitrogen.

From the viewpoint of indirect evaluation of the effect of applied bacterial preparations BactoFil on intensification of atmospheric N-fixing in the soil the use of microbiological test of total nitrogen mineralization and nitrification is the most significant. In case of increased N-fixing also the content of nitrogen in live and non-live component of soil organic compounds grows as well. Consequently, it shall reflect in intensified activity of ammonification microflora, and under favourable circumstances also of nitrification bacteria.

It follows from **table 3** unanimously that all applied preparations increased on each site the intensity of nitrogen mineralization and nitrification in the soil. BactoFil A and Teralyt Plus had greatest effect on the site "Oščadnica IV pod porastom", where TMN increased almost three times in comparison with control. TMN was affected significantly positively on this site also by application of BactoFil B. On the site "Čadečka I" TMN and NIT were influenced positively mainly by applying hydrogel and liquid BactoFil. BactoFil B influenced the least both processes on the sites "Oščadnica II" and "Čadečka I" where it was applied in 2005. Especially one finding was surprising, that with TMN increase also significant increase of nitrification occurred almost simultaneously, despite extremely low pH values. Nitrification bacteria are very sensitive to soil acidity. Optimum of pH for their activity is close to neutral point.

Table 3, *Results of microbiological soil analyses after applying soil conditioners*

Plot	Variant	CO ₂ (R)	CO ₂ (B)	CO ₂ (G)	CO ₂ (NG)	G:B	NG:B	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TMN	NIT	EX_C	MB_C
Tree species													
"Ošedrnica II" Spruce	Control	195.5	140.0	654.7	534.5	4.5	3.6	1.0	1.9	2.3	1.8	231.0	2727.5
	BactoFil B	77.5	56.8	458.2	382.6	8.0	6.6	1.8	0.3	3.1	3.7	150.1	2742.9
"Ošedrnica IV pod porastom"	Control	102.5	92.6	371.5	278.4	3.9	2.9	3.4	3.0	9.6	7.1	265.7	3575.0
	BactoFil A	228.3	112.9	434.1	366.1	3.6	3.0	3.5	9.7	26.7	18.0	281.1	4083.5
	BactoFil B	170.7	115.8	539.8	461.2	4.5	3.7	3.2	5.3	14.8	6.6	331.1	3667.4
	Teralyt Plus	99.9	99.4	350.3	257.0	3.4	2.4	3.3	0.0	23.0	17.3	257.9	3451.7
"Čadečka I" Beech	Control	91.3	83.1	464.7	407.8	5.4	4.6	3.6	0.3	6.0	5.3	207.9	3205.2
	Hydrogel	108.7	104.9	697.0	628.1	6.5	5.7	4.5	3.2	17.7	18.0	184.8	3051.1
	BactoFil B	111.6	78.2	669.5	511.8	8.0	6.2	4.2	2.2	16.9	17.7	188.6	3081.9
	BactoFil B	76.9	58.5	441.1	390.9	7.3	6.5	3.2	0.7	6.6	5.7	204.0	3497.9

CO₂(R) - so called reactive production of CO₂ in the soil after 1-day earth pre-incubation (mg CO₂. kg⁻¹. 1d⁻¹)

CO₂(B) – basal production of CO₂ in the soil after 5 days of earth pre-incubation (mg CO₂. kg⁻¹. 1d⁻¹)

CO₂(G) – production of CO₂ in soil samples with added glucose solution (mg CO₂. kg⁻¹. 1d⁻¹)

G: B – ratio of soil respiration with added solution of glucose and basal production CO₂(B)

CO₂(NG) – production of CO₂ in soil samples with added solution of mineral N and glucose (mg CO₂. kg⁻¹. 1d⁻¹)

NG: B – ratio of soil respiration with added solution of mineral N and glucose and basal production CO₂(B)

NH₄-N, NO₃-N - instantaneous content in mg. kg⁻¹

TMN – total mineralization of nitrogen in soil (mg NH₄-N. kg⁻¹. 14 d⁻¹)

NIT – nitrification in soil (mg NO₃-N. kg⁻¹. 14 d⁻¹)

EX_C – content of extra cellular C in soil (mg C. g⁻¹)

MB_C – content of carbon in total microbial biomass in soil (mg C. g⁻¹)

Determination of total microbial biomass (MB_C) in the soil was a part of microbiological analyses. The determination comprised bacteria, actinomycetes, micromycetes and a small proportion of algae, protozoa and nematodes with the volume smaller than 5µm³. From practical viewpoint analyses are significant, first of all for that fact that in the biomass of microorganisms 0.5-15% of soil nitrogen is fixed, whereas nitrogen circulation from dead cells is about 5

times higher than from other soil nitrogen. In addition to that, it was found that a decisive part of nitrogen in the soil, being available for plants, comes from mineralization of microbial biomass.

In general, the content of microbial biomass in the soil was high on all sites. Regarding applied preparations the level of MB_C in the soil was influenced significantly by bacterial preparations. Determination of the content of extracellular carbon (EX_C) is also a part of determination of microbial biomass by dehydration method. It is an easily decomposable form of organic C. Obtained results EX_C may be interpreted in the same way like the ratio G: B as between both indicators we found very close correlation ($r = 0.81^{++}$)

2.3. Effect of soil conditioner (in combination with hydrogel) on growth parameters of artificial beech plantations

Both ecological-microbiological conditioners affected positively survival rate (beech 100%) (applying STOCKOSORB® Powder + Micro gel + BactoFil® B-liquid), but differences in growth parameters were not statistically significant after one year (fig. 1). In the variant with hydrogel STOCKOSORB Powder+BactoFil® B (granules) losses reached almost 8%, whereas control variant had in the 1st year 17% loss and after the 2nd year already 20% loss (fig. 1).

Effect of BactoFil B (STOCKOSORB® Micro gel + BactoFil® B-liquid) reflected positively in height increments, total height and diameter of root collar after the 2nd and 3rd year (statistically significant differences) (**fig. 1**).

More significant differences between treated variants and control variant were recorded for the development of the root system of beech (TUČEKOVÁ ET AL. 2006). After applying microbiological preparation BactoFil® B, whose microorganisms do not only fix aerial and soil nitrogen in the area of root system, but through biological mobilization of phosphorus and potassium they also mineralise and form better nutrients supplies and soil structure as well. In combination with hydrogels that bind water in the root area, they create favourable conditions for the development of roots for subsequent survival and whole adaptation process of plantations. Positive results of the combination of both products appear already one year after application, mainly in the rich development of fine root hair of beech. In following vegetation period positive effect of

both preparations on growth parameters of aboveground part is more marked as a result of the root system development

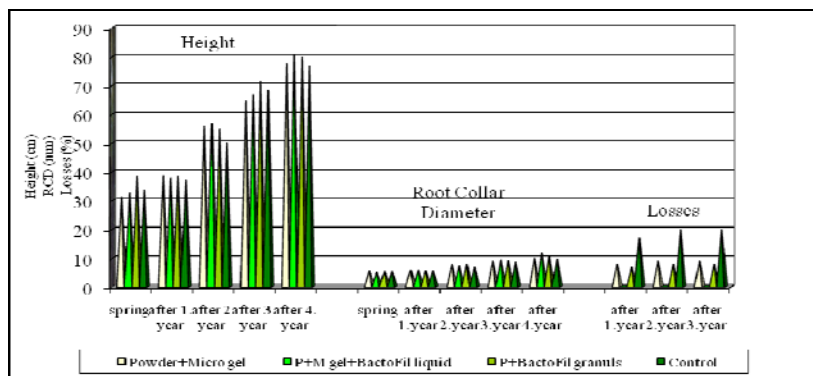


Fig.1 Course of average height, diameter and losses in beech plantations treated with soil conditioner Bactofil® B and STOCKOSORB® in the 1st up to the 3rd year at experimental plot "Čadečka I"

Sample of the plants of all evaluated tree species (spruce, fir and beech) had adequately developed root system as well as stem with aboveground part. Deformation of the root system appeared in one half of the plants. But we could observe similar deformations also in plants from natural regeneration (due to skeletal character of the site). Also damage to the surface of roots was more marked for plants planted out artificially. This damage is a good access for pathogenic fungi. Discolouration of needles in the samples of plants from artificial regeneration was adequate, while yellowing appeared only in one spruce sample from natural regeneration. From each sample (plant) a part of root system and part of root collar were taken, which were cultivated in standard way in sweet wort agar at room temperature.

Presence of pathogenic fungi, *Armillaria sp.* and *Heterobasidion sp.*, usually occurring in this locality, was not confirmed in any observed sample of plants from artificial regeneration. *Trichoderma sp.*, *Verticillium sp.* and *Fusarium sp.* occurred most frequently during cultivation. *Trichoderma sp.* is a fungus that occurs commonly in soil as saprophyte but it may move

to parasitism and may cause damage to seeds and seedlings in their initial stages of growth. *Verticilium sp.* is a fungus that lives as saprophyte on plant rests and moves to parasitism. It lives inside of tissues and causes tracheomycosis of seedlings and plants. *Fusarium sp.* is a parasite causing tracheomycoses of tree species.

First observations show that in plantations with application of BactoFil B much less fungi and parasites occur one year after preparation applying than in control without adding soil bacterial. Two years after preparation application we could observe also on some treated variants (spruce and beech as well) invasion of everywhere-present rhizomorphs of *Armillaria sp.* The same interesting finding is valid for natural regeneration of spruce.

CONCLUSION

First observations and partial results from applying microbiological preparations in soils with acidic reaction, which contain much less bacteria than fungi (forest regeneration in Kysuce region), demonstrate intensification of bacteria activities. By adding microorganisms to the soil of newly established plantations bacteria of the order *Azotobacter* were activated (through decomposition process of plant rests that fix aerial and soil nitrogen), and thus enhanced adaptation and growth process of tree species planted out. In combination with hydrogels effects of microorganisms increased, and they had positive effect also on survival and some other observed growth parameters (mainly root development) already during the 1st year. At the same time they improved health condition of plantations.

One year after the treatment in new plantations (application of BactoFil B) laboratory analyses showed higher occurrence of bacteria, less fungi and parasites than in control one without adding soil bacteria. The same interesting finding was observed also in natural regeneration of spruce, on which any fungi did not cultivate though bacteria were present on spruce as well. Following year we observed for some individuals an invasion of everywhere-present rhizomorphs of *Armillaria sp.* It is necessary to continue in the research in following vegetation periods because presented results are new and only partial results.

Agency for the Support of Research and Development supported this work on the basis of the contract of APVV-0628-07“ and of the project “Demonstration Object for the Transformation of Declining Spruce Forests into Ecologically More Stable Multifunctional Ecosystems “ supported by the ERDF-funded operational programme ”Research and Development“.

REFERENCES

- [1] BUBLINEC, E., 1987: Limitné a optimálne hodnoty pôdných vlastností a bioprvkov vo vzťahu k sídelnej zeleni. *Životné prostredie* 4, s. 193-196
- [2] ČERNÝ, A., 1989: *Parazitické dřevokazné houby*. SZN Praha, 99 s.
- [3] JANČAŘÍK, V., JANKOVSKÝ, L., 1999: *Václavka stále aktuální. Lesnická práce*, 78 (9)
- [4] ONDRÁŠEK, Ľ, MARTINCOVÁ, J., TIŠLIAR, E., JANČOVÁ, Ľ., 2005: *Vplyv špeciálnych mikrobiálnych prípravkov – pôdných kondicionérov na biologické vlastnosti a organickú hmotu v pôde vo vzťahu k produkčným a kvalitatívnym ukazovateľom trávneho porastu*. Výročná správa, VÚTPP, B. Bystrica, 14 s.
- [5] TUČEKOVÁ, A., LONGAUEROVÁ, V., ONDRÁŠEK, Ľ., 2006: *Umelá obnova kalamitných holín po aplikácii hydrogelov a mikrobiálneho preparátu BactoFil® B v rámci OZ Čadca*. Výskumná správa, NLC – LVÚ Zvolen. 22 s.

THE IMPORTANCE OF COOPERATION WITH LOCAL AUTHORITIES FOR PROMOTION THE ECOREMEDIATION TECHNOLOGIES

Nina Globovnik, Ana Vovk Korže, Mojca Kokot
International ecoremediation center, Faculty of Arts, University
of Maribor, Slovenia

Abstract: *Since the invention of the first steam engine in the second half of the 18th century we have been witnesses of the constant modifications, improvements and new inventions which in different ways facilitate our work. The Industrial Revolution was a major developmental leap in the technology of that time but about the consequences they have brought to environment we are aware of only recently. By every step today we can see the effects caused by man with his improper conduct towards the environment and therefore the greatest challenges of our time is to create a balance between man and nature. Future technological innovations related to the elimination of environmental issues will be for current and future generations just as revolutionary as it was the invention of the steam engine in the second half of the 18th century. Ecoremediation technology in accordance with natural processes, reduce and eliminate pollution at the various sources of pollution are being used recently for the field of security and protection of the natural environment as well as the revitalization of degraded areas. They are suitable mainly because they do not require large financial investments and because they work in accordance with natural processes. The most important thing during the actual ecoremediation technologies and the expertise is also participation of the local institutions. Influential villagers, politicians and local residents have to work together to protect the environment and this is crucial for the successful revitalization of brownfield sites. In this paper we present an example of good practice in municipality Poljčane where a part of their financial resources and time devoted to activities related with environment protection through ecoremediation technologies. The vision of that municipality is to live in harmony with nature and therefore a part of its assets*

invested in the promotion and protection of natural environment protection.

Key words: *Ecoremediation technologys/ classroom in the nature/ ecoremediation polygon/ municipality Poljčane*

1. IT IS IMPORTANT TO BE AWARE OF THE SUSTAINABILITY PRINCIPLES

If we want to leave our generations relatively clean and preserved environment in the future we have to respect the nature and each other, mutual coordination and also have to find a balance between economic, social and ecological component of sustainable development, not just as a function of each individual on a personal level but also at higher levels of organizational community [7]. This idea of the basic principles of sustainability, which means the ability to use a natural resource or ecological system takes place within the limits of its load-bearing capacity and with which we have to live, if we want to live a quality and healthy life. In this perspective is important to utilize all aspects of environmental protection propaganda and try to convince as many people as we can about the importance of sustainability. We have many variety of tools, an excellent communication but we miss the most sincere will and desire to begin to live sustainable [7] in order to cancel our certain habits. In the area of municipality Poljčane we established with the help of locals, the mayor and financial support a project The classroom in the nature or so-called Ecoremediation polygon where individuals can learn about different types of ecoremediation technologys. This is the initial step in creating a sustainable region and promote sustainability. In the future we want to extend and supplement the polygon. However, there have been started a series of educational activities including primary and secondary schools and universitys as well. This is the way to transmit knowledge on younger generations and teach them about the importance of environmental protection. All these activities we would not be able to create and implement, if we had not a sympathy and assistance of local authorities in municipality Poljčane. This is the reason why we present Poljčane as a perfect example of local government where can be done a lot with the joint cooperation.

IZOBRAŽEVALNI POLIGON O EKOREMEDIACIJAH V MODRAŽAH



1. obkroženo
2. obkroženo
3. obkroženo
4. gozd
5. modraški travnik
6. vrt
7. RCN za gospodinjstvo odpadne vode
8. RCN za kompostiranje odpadne vode
9. vegetacijski pas
10. fitoremediacija
11. prečiščevalna ERM celotna
12. filter
13. kompostiranje
14. kompostiranje odpadnih vod
15. kompostiranje odpadnih vod
16. voda
17. voda
18. RCN za učni center
19. voda



Izobraževalni poligon o ekoremediacijah (ERM poligon) je učilnica v naravi za spoznavanje in razumevanje naravnih zakonitosti in procesov. ERM poligon prikazuje tri skupine ekosistemov in procesov v njih:

- a) naravni ekosistemi in procesi
- b) grajeni ekosistemi in procesi
- c) učni center ERM

Naravni ekosistemi in njihovi elementi za izobraževanje so: odsek naravne struge vodotoka, obrežje vodotoka, porečje vodotoka, naravne meje, del gozda, mokrišče, močvirno in suho travnišče.

Grajeni (antropogeni) ekosistemi in procesi so: rastlinska čistilna naprava (RCN) za učni center ter RCN za gospodinjstvo odpadne vode, utrditveni brežine za preprečevanje plazanja, vegetacijski pas za preprečevanje onesnaževanja iz kmetijskih površin, blazina cone kot proti prašna bariera, demonstrativno polje s fitoremediacijsko zasaditvijo za čiščenje onesnaženih zemljin, RCN za kondicioniranje izvira pitne vode, kompostna greda, sonaravna večnamenska ureditev mlake (močvirje s peščenim filtrom na dotoku in revitalizacija brežin), preureditev kanaliziranega vodotoka, postavitve modela RCN v učnem centru in ERM ureditev okolice učnega centra.

Picture1: *Educational ecoremediation polygon in Modraže
(municipality Poljčane)*

Source: RCN Razvojni center narave

2. MUNICIPALITY POLJČANE AND ITS EFFORTS TO PRESERVE THE NATURAL ENVIRONMENT

Municipality Poljčane stretches on 37.5 square kilometers and considering the data of the Statistical Office of Slovenia has 4548 inhabitants [12]. It is located in the south central part of Dravinjske gorice above which rises a solitary karst hill Boč. Dravinja river present a life vein between the Dravinjske gorice and Boč hill [13]. Unspoiled nature and the nature of many small beads, which recognize the old and majestic trees, backwaters and floodplain meadows along the river Dravinja or in karst phenomena, having abandoned coal mines or in botanical specialties, where live

interesting and endangered species [1]. With the secession from the municipality Slovenska Bistrica in 2006 Poljčane became an independent municipality, which in its development strategy puts a major emphasis on preserving the natural environment [13]. According to mayor of Poljčane Stanislav Kovačič his citizens have a privilege to live in intact, healthy and relatively clean environment and they want to abandon it such well for their descendants and that is why they put so much attention on raising the awareness of villagers on the importance of environmental protection. Residents of Poljčane [1] have been aware of importance about the environmental protection at early age because there are series of ordinances and regulations relating to environmental protection by the municipality during its historical development adopted. In the year 1992 as a part of a single county Slovenska Bistrica they adopted Ordinance declaring the natural heritage and immovable cultural and historical monuments in the municipality of Slovenska Bistrica [9] by being provided to maintain the natural heritage of the municipality. It later expanded the ordinance to the Rules of establishing and protecting natural heritage [10] in which were all the sights in the municipality were declared a natural heritage. The Regulation on ecologically important areas [1] identified four areas as ecologically important sites in Poljčane which meet the criteria of conservation of rare and endangered species and habitat types at the level of Slovenia. Upon entering the European Union in 2004, Regulation on special protection areas (Natura 2000) with 49.05% involved of the Poljčane area as an ecologically important sites that are of utmost importance for the conservation of biological diversity, as well in Slovenian as on a European scale [14]. The area Poljčane so defined four areas that are important for conservation and species of European plants, animals and habitats of birds. These areas are: Boč-Haloze-Donačka gora, Dravinja river by Poljčane, Ličenca by Poljčane and Dravinjska dolina for the conservation of birds species of Europe [1]. The tradition of high awareness of environmental protection in municipality Poljčane shows a different content in bets on the theme of environment and protection of the natural environment. Municipality cooperates with the International ecoremediation Centre in Maribor by the application in different projects to protect and safeguard the local environment. In the municipality Poljčane took place The final conference of the project

about the opportunity for innovative progress of Natura 2000 and other protected areas in September 2009. In May 2010 was a promotion of ecoremediation as a systematic approach for new jobs. Municipality Poljčane will continue to promote ecoremediation technologies and use them for pursue, its development vision and with them related strategic aims, such as drainage and wastewater treatment, collection and sorting of municipal waste, water supply arrangements, the creation of larger systems of sustainable methods to protect nature, to promote development activities for the conservation of natural and cultural heritage, etc.



Picture 2: *Location of the municipality Poljčane*[15]

3. ECOREMEDIATION TECHNOLOGIES

Man have been always changing and forming the nature and result of that is increasing pressures on the natural environment. The growing human pressures on the natural environment encourage growth of the brownfield sites and we have to clean them in different ways consider the development of knowledge and technologies. Today there are a various number of high technologies which can effectively sanitize degraded areas but these technologies usually require a lot of input energy and money, are operationally too difficult and often do not achieve the aims of sustainability. Increasingly important technology for the protection and revitalization of degraded and threatened areas in recent time is mentioned ecoremediation (ERM). The concept of the ecoremediation refers to use the sustainable systems and processes for the remediation of the environment and its protection. Ecoremediation technologies include the principles of the nature of the buffer capacity, bioremediations and phytoremediations to help retain, rewritten or neutralize a number of organic and inorganic contaminants. By increasing the biodiversity ecoremediations put the ecosystem back into balance and also reducing, preventing and eliminating the natural disasters. From this perspective in future would be necessary to include ecoremediation in any further development plans for each area [4]. Special priority of ecoremediation technologies is also reflected in the fact, that encourages preventive and curative approaches including environmental protection, which increase the ability of subsistence. By ecoremediation technologies to overcome the effects of agricultural pollution, tourism, transport, industry, sites and settlements. In practice the ecoremediation is used as a wetland, water and soil remediation, landfill remediation, riparian vegetation belts, buffer zones, side sleeves, artificial wetlands, noise and dust barriers, phytoremediation of contaminated sediments, cleaning floors, cleaning drinking water, tertiary treatment hazardous waste and clean water [5]. Ecoremediations are fully compatible with software instruments and strategies for further development of Slovenia.

4. THE IMPORTANCE OF ESTABLISHING THE ECOREMEDIATION POLYGON

Ecoremediations as an emerging technologies will in addition to conservation, preservation and rehabilitation of the environment also bring other development opportunities that will allow the strengthening of knowledge, health, new jobs and reduce the costs of environmental remediation. With promotion of the ecoremediation technologies we want people to be aware of the consideration from any intervention in the natural environment and we also want to highlight the importance of educational functions for the understanding the meaning of ecoremediation for the nature and processes in it [6]. From this perspective municipality Poljčane linked together with the International ekoremediation Centre in Maribor and we have successfully carried out a project of building a classroom in nature, so called ecoremediation polygon, which will help as a learning center for education and training in the field of environmental protection to those who are a part of formal education programs as well as all the local community which will be in the form of informal education programs involved in learning processes at this track. Ecoremediation polygon is located in the municipality Poljčane in the place Modraže, extends 5 hectares and allows study of mechanisms and processes that occur in nature [3]. On the educational track ecoremediation polygon offers three types of ecoremediation: Natural ecoremediation

Constructed ecoremediation and a training center (Laboratory). With the help of specific skills which acquired by learner during the training ground, they can identify environmental problems in the local environment and also identify the most effective solutions with the help of one ecoremediation technology. Visitors of polygon can learn about the causal functioning of each ecotope and experience direct contact with the nature. At this track they can observe the difference between natural and regulated natural riverbed, looking at the characteristics of basins, riverbeds and banks, recognize features hedgerows, wetlands and meadows and learn about the role of forest and observe different species in it. As a Constructed ecoremediation they can know the function of vegetation belts, get to know the functioning of wetlands, fitoremediation surface, learn to draw compost, to recognize the importance of the rehabilitation scheme

pond and learn about ecoremediation technology for the protection against erosion and landslides. The training on a polygon is designed with ten thematic learning pathways which are equipped with information boards, each thematic learning path also includes a thematic handbill with the learning routes through Dravinjska dolina. This handbills can be obtained by the single track as well as on an information point in municipality Poljčane. By the research and learning points are presented observatories points, test sites points and view points. These learning paths in Dravinjska dolina are ideal network for natural scientists, social scientists and sports content with the aim of put together all generations and they will be able to fully experienced the landscape, learn the processes in nature and experience experiential value of the natural environment [2]. Previous experiences of local communities with the International ecoremediation Centre in Maribor show strong support for all local residents and create new job opportunities in different branches of the economy. In the future municipality Poljčane is planning to expand the project, villagers will be included as providers of tourism, catering and accommodation services and municipality will donate new land to allow expansion of educational activities consider natural environment.

In terms of social effects and economic effects of the polygon we can find a number of positive effects, such as: increasing tourism and with it new employment opportunities for local people, promotion environmental protection, the possibility of relaxation or recreation, the possibility of complementary activities in rural areas (restaurants, lodging, souvenirs), new infrastructure, promoting sustainability, experiential and active learning, etc.. Municipality Poljčane has supported all projects that provide integration ecoremediation technologies in the development plans of municipality. Taking into account the principle of sustainability through ecoremediation technologies in the economic field they will increase employment and global competitiveness through innovation, entrepreneurship and education. The social area will be encouraged by the dynamism and adaptability of citizens to the natural environment, in the context of sustainable development principles will accelerate the entire county with regard to environmental and special legality under international development aims to protect its identity, based on culture and developments [5].

SUMMARY

Sustainable thinking and behavior is not possible to order or enforce it by force but live on the principles of sustainability is the only way to survive on our planet. The idea of sustainability is the result of sacrifice and learns moral values of the individual [7]. From this perspective the education about the importance of sustainability has a great importance for the natural environment as well as for the development of society. Learning about environmentally ecoremediation technologies is one of the key aims of the municipality Poljčane because with them are planning to solve environmental problems in the municipality and also some cases of unemployment. Ecoremediations offer a range of solutions for the rehabilitation of degraded areas, while also providing a more stable natural systems and improve the condition of natural elements in the living environment, which has a direct impact on better quality of life of humans and other living creatures. Great importance of the classroom in nature or Ekoremediation polygon including training and educational function, which is perhaps more important from the technical effect. Now is necessary to connect local communities on one hand and the International ekoremediation Centre on the other hand. Together we will continue to plan new projects and in different ways promote awareness of protecting the natural environment.

REFERENCES:

- [1] A. Senegačnik, et all., *"Narava v občini Poljčane-bogata dediščina prihodnjim rodovom"*, oktober 2009, Poljčane, pp. 7-9.
- [2] A. Senegačnik, et all., *"Tematske učne poti po Dravinjski dolini"*, avgust 2009, Poljčane, pp. 1.
- [3] D. Vrhovšek, et all., *"Izobraževalni poligon o ekoremediacijah v Modražah (Poljčane)"*, avgust 2009, Poljčane, pp.1.
- [4] D. Vrhovšek, A. Vovk Korže., *"Ekoremediacije"*, 2009a, Maribor in Ljubljana, pp. 6 – 48.
- [5] D. Vrhovšek, A. Vovk Korže., *"Ekoremediacije za učinkovito varovanje okolja"*, 2009b, Maribor, pp. 3-6.

- [6] A. Vovk Korže, "Ekoremediacije v življenju ljudi", *Geografski obzornik*, 2007, letnik 54, št. 3-4, Ljubljana, pp. 4-7.
- [7] B. Anko, N. Bogataj, M. Mastnak, "*Besedilo o trajnosti*", 2009, Ljubljana, pp. 4-12.
- [8] A. Vovk Korže, D. Vrhovšek, "*Ekoremediacije kot priložnost za inovativni regionalni razvoj*", Pridobljeno:
http://www.drustvo-geografov-pomurja.si/projekti/zborovanje/zbornik/mAna%20Vovk%20Korze_T.pdf (8.5.2010)
- [9] Uradni list RS, št. 21/92
- [10] Uradni list RS, št. 111/04
- [11] Uradni list RS, št. 48/04
- [12]. internet 1 Statistični urad Republike Slovenije (SURS) 2009, Pridobljeno:
<http://www.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp> (8.5.2010)
- [13]. internet 2:
<http://www.poljcane.si/default.aspx> (8.5.2010)
- [14]. internet 3:
http://www.itr.si/uploads/Gw/iu/GwuiqMoUj8DHSKk9Vrjm9g/delez_Natura2000_po_obcinah.pdf (8.5.2010)
- [15]. internet 4:
http://www.zdruzenjeobcin.si/e_files/datoteke/1/2/index.php?page=obcine&page_id=35 (8.5.2010)

PROIZVODNJA SADNOG MATERIJALA ZA BIOLOŠKU REKULTIVACIJU DEPOSOLA

Milorad Veselinović, Dragana Dražić, Vesna Golubović
Ćurguz, Nevena Čule, Suzana Mitrović, Biljana Nikolić,
Ljubinko Rakonjac
Institut za šumarstvo, Beograd

Izvod: *Da bi se ublažile štetne posledice razvoja površinskih kopova neophodno je da rudarske radove prati biološka rekultivacija odlagališta i uređenje degradiranih predela kako bi se na deposolima - odloženim jalovinama ponovo uspostavili različiti vegetacijski i drugi ekosistemi.*

Uspješnost procesa biološke rekultivacije pošumljavanjem umnogome zavisi od kvaliteta sadnica koje posađene na terenu treba da pruže maksimalne biološke i ekonomske efekte. Klasična proizvodnja sadnica u običnim ili modifikovanim Dunemanovim lejama trenutno dominira u proizvodnji šumskog sadnog materijala. Isti tehnološki procesi u proizvodnji se primenjuju za sve sadnice, bez obzira na njihovu namenu. Tako proizveden sadni materijal se koristi i za sadnju na najboljim staništima, sa najvećim proizvodnim potencijalom i za sadnju na degradiranim terenima sa ekstremnim uslovima staništa. Posledice korišćenja neadaptiranog i nedovoljno kondicioniranog sadnog materijala su njegov usporen rast i smanjenje tolerantnosti na negativne biotičke i abiotičke uticaje. Na taj način se, bez obzira na pravilan izbor vrste, nedovoljno iskorišćava njen potencijal, a uspeh pošumljavanja je neizvestan. Nepovoljni uslovi kojima su izložene biljke, koje se koriste u procesu biološke rekultivacije deposola odlagališta, su uticali na razvoj rasadničke proizvodnje sadnica u pravcu "ciljane proizvodnje", odnosno namenskih sadnica za konkretno područje. U radu je predstavljen razvoj novog koncepta proizvodnje sadnog materijala za potrebe PK Kolubara.

Ključne reči: *biološka rekultivacija/ proizvodnja namenskih sadnica/ deposol*

PLANTING MATERIAL PRODUCTION FOR BIOLOGICAL RECULTIVATION OF DEPOSOLS

Milorad Veselinović, Dragana Dražić, Vesna Golubović
Ćurguz, Nevena Čule, Suzana Mitrović, Biljana Nikolić,
Ljubinko Rakonjac
Institute of forestry, Belgrade, Serbia

Abstract: *In order to mitigate the harmful effects of the development of open pit mining, it is necessary to monitor biological reclamation works and arranging disposal of degraded landscapes. It is a way to re-establish the different vegetal and other ecosystems on deposols.*

The success of the process of biological reclamation by afforestation depends on the quality of seedlings planted on the ground, which should give maximum biological and economic effects. Classical production of seedlings in the conventional or modified Dunemans bed currently dominates in the production of forest seedlings. The same technological processes of production are applied to all tree plants, regardless of its purpose. That produced seedlings are used for planting in the best habitats with the greatest production potential as well as for planting on degraded terrain with extreme habitats. The consequences of using insufficient prepared planting materials are its slow growth and reduce tolerance to adverse biotic and abiotic influences. In this way, regardless of the proper selection regardless of the proper selection of species its potential is limited and success of afforestation is uncertain. Adverse conditions which are exposed to plants that are used in the process of biological reclamation of deposols dumps have influenced the development of nursery production plants along the "targeted production", or dedicated plants for specific areas. This paper presents a new concept of development of production of planting materials for the KP Kolubara.

Key words: *biological reclamation/ target plants production/ deposol*

UVOD

Zahvaljujući razvoju tehnike i tehnologija na današnjim površinskim kopovima sirovina se eksploatiše na velikim dubinama, a deponovana otkrivka zauzima velika prostranstva i pri tome se narušava prirodna sredina. Zauzimanje poljoprivrednog i šumskog zemljišta, promene u režimu površinskih i podzemnih voda, izmeštanje reka, prekid u lancu ishrane i druge promene biocenoza su samo neki od brojnih negativnih efekata eksploatacije. Prateće pojave površinske eksploatacije su: drastična promena pejzaža, predela i postojećih ekosistema, stvaranje veštačkih sterilnih brda jalovine, rupa-kratera ogromnih dimenzija kao i površina bez vegetacije sa uništenim pedološkim pokrivačem. Sve navedene promene daju sasvim novu, često zastrašujuću sliku narušenih predela

Da bi se ublažile štetne posledice razvoja površinskih kopova, termoelektrana i pogona u preradi uglja, neophodno je da rudarske radove prati biološka rekultivacija odlagališta i uređenje degradiranih predela. Jedino na taj način je moguće da se na depozolima - odloženim jalovinama, ponovo uspostave različiti vegetacijski i drugi ekosistemi. Tehnička, a zatim biološka rekultivacija i uređenje eksploatacijom degradiranih površina su opšteprihvaćene metode otklanjanja posledica površinske eksploatacije[1]. Uspešnost procesa biološke rekultivacije, umnogome zavisi od kvaliteta sadnica koje na terenu treba da pruže maksimalne biološke i ekonomske efekte, analizirana je na primeru PK Kolubara.

1. RAZVOJNI MODEL TIPRA SADNICA ZA BIOLOŠKU REKULTIVACIJU

Na predkongresnom zasedanju IUFRO, 1983 godine (ČSSR), sekcije za semenarstvo, rasadničku proizvodnju i pošumljavanje prihvaćeno je stanovište: „Ne postavlja se pitanje, kontejnerski metod proizvodnje da ili ne, već je potrebno da se metod usavršava u cilju proizvodnje sadnica ciljne namene“.

Savremeni sistem proizvodnje sadnica sa baliranim korenom naziva se kontejnerski način proizvodnje sadnica. Metod

podrazumeva proizvodnju sadnica u posudama gde se korenov sistem povoljno razvija i prožima supstrat koji ispunjava posudu[2].

Koncept proizvodnje sadnica ciljne namene podrazumeva šest osnovnih principa:

1. Zahtevi projekta rekultivacije, 2. Tip sadnog materijala, 3. Briga o genetskom potencijalu, 4. Limitirajući faktori, 5. Period sadnje i 6. Tehnika i tehnologija sadnje

1.Zahtevi projekta rekultivacije su definisani projektnom dokumentacijom koja prema važećim zakonskim regulativama [3], [4] predviđa da pre definisanja završnog stanja rekultivacije nije dozvoljeno otpočinjati posao eksploatacije

2.Tip sadnog materijala

Organizovana proizvodnja namenskog sadnog materijala i postupci koji se predviđaju pri organizovanju sadnje na degradiranim terenima određuju da se u postupku proizvodnje sadnica u rasadniku kontejnerska tehnologija proizvodnje šumskog sadnog materijala, sa unapređenjem tehnologije proizvodnje i korišćenja supstrata poboljšanih strukturnih i higroskopskih svojstava, izdvoji kao dominantna[5]. Ovakav način proizvodnje omogućava uvođenje mehanizacije u većinu faza procesa proizvodnje kako bi se postigla standardizacije sadnica i supstrata.

Cilj ovako organizovane proizvodnje je da se obezbede sadnice koje će biti kvalitetne, proizvedene metodama koje će biti prihvatljive sa gledišta zaštite i unapređenja životne sredine. Sadnice se proizvode po prihvatljivoj ceni, u saglasnosti sa standardima koji odgovaraju i proizvođaču i korisniku. Na osnovu postavljenih ciljeva i opredeljenja da se sadni materijal za pošumljavanje proizvodi u kontejnerima dao je odlične rezultate na području odlagališta PK Kolubara[6] gde se sadnice četinara isključivo proizvode u kontejnerima.

U četrdesetogodišnjem procesu rekultivacije površinskih kopova Kolubara korišćen je veliki broj vrsta šumskih sadnica (Tabela 1).

Tabela 1. *Pregled površina i broja posađenih sadnica na površinama koje su rekultivisane*

Vrsta drveća	Ukupno		
	ha	%	Broj sadnica
Čiste kulture crnog i belog bora	262,00	27,7	534.000
Čiste kulture ariša	33,00	3,4	66.000
Čiste kulture duglazije	13,00	1,3	26000
Čiste kulture borovca	21,00	2,1	42.000
Čiste kulture hrasta	23,00	2,3	46.000
Čiste kulture javora	29,00	3,0	58.000
Čiste kulture bagrema	82,00	8,4	82
Čiste kulture ostalih lišćara	78,00	7,9	164.000
Mešovite kulture četinarara	109,00	11,1	218.000
Mešovite kulture lišćara	93,00	9,6	186.000
Mešovite kulture četinarara i lišćara	228,00	23,2	456.000
SVEGA	971,00	100,0	1.942.000

3.Briga o genetskom potencijalu U plantažama na rekultivisanim površima izdvojena su semenska stabla breze, jove, jasena, a u toku je i postupak za priznavanje više drugih vrsta.

4.Limitirajući faktori su nepovoljni pedoeколоški uslovi (tabele 2, 3 i 5) koji su uticali da se u okviru rasadničke proizvodnje vrše stalna istraživanja i primenjuju inovativni postupci.

Fizičke osobine supstrata odlagališta Uglavnom su supstrati lakog mehaničkog sastava (peskovite ilovače ili ilovasti peskovi) ili nešto težeg (glinovite ili peskovite ilovače). Zbog nedostatka sitnih čestica i organske materije obrazovanje stabilnih agregata nije moguće. Pri većoj vlažnosti kod peskovitih ilovača (crveni i žuti peskovi) pod vegetacijom može doći do obrazovanja vrlo nestabilnih strukturnih agregata koji se pri isušivanju raspadaju, tako da ostaje sipkava masa peska (Tabela 2).

Tabela 2. *Fizičke osobine supstrata*

Vrsta supstrata	Dubina (cm)	Granulometrijski sastav						Klasifikacija po granulometrijskom sastavu
		Krupan pesak	Sitan pesak	Prah	Glina	Ukupan pesak	Ukupna glina	
Crveni pesak	0-30 30-140	1,00 0,50	71,60 41,50	18,40 24,10	9,00 3,90	72,60 72,00	27,40 28,00	Peskovita ilovača Peskovita ilovača
Žuti pesak	0-30 30-100	4,50 0,50	71,20 78,30	16,80 15,90	7,50 5,30	75,70 78,80	24,30 21,20	Peskovita ilovača Peskovita ilovača
Beli pesak	0-30 30-130	0,50 0,50	86,90 86,60	7,50 6,90	5,10 6,00	87,40 87,10	12,60 12,90	Ilovasti pesak Ilovasti pesak
Žutosmeđa glina	0-41 41-100	12,00 7,00	52,50 58,00	23,10 26,80	12,40 8,20	64,50 65,00	35,50 35,00	Peskovita ilovača Peskovita ilovača
Žute bojesa fragmentima sive i crvene	0-23 23-53 53-70	11,50 22,00 46,00	31,20 37,80 19,50	30,70 23,40 19,00	26,60 16,80 15,00	42,70 59,80 65,50	57,30 42,20 35,40	Glinovita ilovača Peskovita ilovača Peskovita ilovača

Hemijske osobine supstrata odlagališta (tabela 3) pokazuju jako izražene nedostatke organske materije, samim tim i ukupnog azota. Vrednosti za lako pristupačan kalijum su vrlo promenljive, dok asimilativnog fosfora ima samo u tragovima. Tako su slojevi crvenog peska, a u većini slučajeva i žutog peska, siromašni kalijumom. U delovima zemljišta koje se nalazi pod vegetacijom kalijuma ima u granicama srednjih vrednosti do vrednosti koje karakterišu visoku obezbeđenost. pH vrednosti se kreće od 6,6 do 7,3 što je povoljno za normalan razvoj šumske vegetacije. Crveni peskovi su neutralne reakcije (pH u vodi 7,4 – 7,5), a žuti i beli peskovi su kiseli do alkalni.

Tabela 3. *Hemijske osobine supstrata*

Vrsta supstrata	Dubina	pH		CaCO ₃	Humus	N	Lakopris tupačni P ₂ O ₅ (mg)	K ₂ O /100 g zemlje
	cm	H ₂ O	KCl	%	%	%		
Crveni pesak	0-30	7,4	6,4	-	0,32	-	< 1	3,0
	30-140	7,5	6,3	-	0,04	-	-	-
Žuti pesak	0-30	6,6	5,9	-	0,44	0,08	< 1	9,3
	30-100	7,3	6,1	-	0,36	-	1,0	6,2
Beli pesak	0-30	6,7	5,6	-	0,55	-	< 1	3,4
	30-130	6,8	5,7	-	0,36	-	-	-
Žutosmeđ a glina	0-41	7,0	5,4	-	0,53	0,08	< 1	9,7
	41-100	6,9	5,5	-	0,43	-	< 1	9,7
Žute boje sa fragmentima sive i crvene	0-23	7,4	6,4	-	0,22	0,06	< 4	10,0
	23-53	7,3	6,5	-	0,06	-	< 4	8,0
	53-70	7,4	6,4	-	0,15	-	< 4	4,6

Koncentracija teških metala u ispitivanom zemljištu (tabela 4) je nominalna za analizirane elemente [7] i nema toksičnih koncentracija teških metala za biljke [8].

Tabela 4. *Sadržaj teških metala (ppm) u uzorcima deposola REIK Kolubara*

Broj oglednog polja	Elementi			
	Cd	Pb	Zn	Cu
1	2.56	0.4	0.28	0.26
2	7.94	0.27	0.24	0.26
3	0.81	0.0	0.23	0.18
prosek	3.77	0.22	0.25	0.23

Mikrobiološka aktivnost zemljišta. Prema ukupnom broju mikroorganizama na zemljišnom agaru i broju amonifikacionih mikroorganizama crveni peskovi su vrlo male biogenosti (tabela 5)

Tabela 5. *Populacija zemljišne mikroflore*

Vrsta supstrata	Profil broj	Ukupno mikroorganizama	Amonifik. ac.	Oligonitrof	Aktinomycete		Gljive	
		zem. agar	MPK	Ežbijev agar	sintet.	čapek	čapek	sintet .
Crveni peskovi	1	10	5	16	26	-	5	-
	1		187	212	81	-	2	18
Žuti peskovi	2	27	10	-	-	-	-	-
	4	553	145	526	5	5	-	-
	6	70	11	162	5	-	98	29
	8	800	400	129	70	-	77	17
Beli peskovi Žuto-smeđa glina	3	586	200	333	33	13	146	6
	5	17	11	-	-	28	11	-
	7	39	17	28	11	-	56	-
	11	410	119	770	23	-	11	35
	13	300	73	621	5	26	-	5

S obzirom na malu opštu biogenost nešto je viši broj oligotrofnih mikroorganizama i aktinomyceta. Sa pojavom vegetacije, na vlažnijim delovima, ukupan broj mikroorganizama, amonifikacionih, oligonitrofilnih i aktinomyceta se znatno povećava, tako da i opšta biogenost raste. Prema ukupnom broju mikroorganizama na zemljišnom agaru i broju amonifikacionih mikroorganizama žuti peskovi bez vegetacije su nešto veće biogenosti od crvenih. Izuzetno je visok broj aktinomyceta na sintetičkom agaru, što ukazuje da su procesi mineralizacije intenzivni, tako da se i minimalne količine organske materije koja se vraća zemljištu preko biljnog materijala vrlo brzo gube. Smeđe gline su vrlo niske biogenosti ako su bez vegetacije. Vrlo niski ukupni brojevi svih grupa mikroorganizama su posledica loših svojstava ovog supstrata, a visoke pH vrednosti uslovljavaju odsustvo gljiva. Pojava vegetacije povećava populaciju mikroorganizama. Pojavljuju se gljive, a posebno i visok broj oligonitrofilnih mikroorganizama. Iz analiza se može zaključiti da su deposoli gotovo "sterilni" supstrati (tabela 5) i da je mikrobiološka aktivnost takvih zemljišta svedena na minimum. Poznato je da mikorizne gljive omogućuju biljci korišćenje biljnih asimilativa iz teško pristupačnih jedinjenja, bilo da

se ona nalaze u organskom ili neorganskom obliku [9]. Prirodno svojstvo drveća je da obrazuje mikorizu, na šta velikoj meri utiču uslovi sredine /vlaga, temperatura, aeracija, pH vrednost i svojstva zemljišta/. Kako su ti uslovi limitirani i vrlo kolebljivi, spontani razvoj mikorize je otežan, pa se u tehnološkom procesu proizvodnje sadnica za pošumljavanje deposola PK Kolubara pristupa veštačoj inokulaciji supstrata mikoriznim gljivama. Veštačka inokulacija mikorize izuzetno je značajna kod proizvodnje sadnica u kontejnerima, posebno zbog mogućnosti da se prilikom pošumljavanja veći potencijal mikoriznih gljiva prenese na teren. Kod mikoriziranih sadnica je od izuzetne važnosti izbalansirati mineralnu ishranu biljaka, jer upotreba veće količine đubriva može da dovede do depresijacije razvoja mikoriznih gljiva što može da utiče na intenzitet obrastanja korena[10]. Mehaničkim usitnjavanjem treseta se utiče na povećanje broja mikroorganizama pa se pripremi supstrata posvećuje naročita pažnja.

U novije vreme u procesu proizvodnje kontejnerskih sadnica, za potrebe oglednih pošumljavanja deposola PK Kolubara, neposredno pre sadnje u supstrat se unose organski polimeri, superabsorbenati vlage koji imaju sposobnost da akumuliraju količinu vode nekoliko desetina puta veću od njihove zapremine. Na taj način se biljkama omogućava da imaju neophodnu količinu vode u najkritičnijem period svog razvoja, odmah nakon pošumljavanja. Ovo je posebno važno kada se vrši pošumljavanje u sušnom delu godine (letnje pošumljavanje). Polimeri su u mogućnosti da više puta akumuliraju i otpuštaju vodu tako da su aktivni najmanje prve dve godine nakon izvršenog pošumljavanja, nakon čega se razgrađuju i kao hranljive materije ulaze u proces kruženja materije[11].

5.Period sadnje kontejnerskih sadnica nije ograničen samo na proleće i jesen, već je proširen na ceo vegetacioni period. Na taj način je omogućeno da se dinamika radova raspodeli na celu godinu, što je od izuzetne važnosti jer se pod uticajem klimatskih promena podeljenost na godišnja doba sve više gubi.

6.Tehnika i tehnologija sadnje. Potreba da se sadnja mehanizuje iziskuje da sadni material bude uniforman. Sadnice proizvedene u kontejnerima su ujednačenog porasta, pri čemu je omogućeno da se projektuju i dimenzionišu mašine koje se mogu koristiti za mehanizovanu sadnju.

ZAKLJUČAK

Nepovoljni uslovi kojima su izložene biljke koje se koriste u procesu biološke rekultivacije depozita odlagališta PK Kolubara su uticali na razvoj rasadničke proizvodnje sadnica ide u pravcu "ciljane proizvodnje". Kako bi se kontrolisali uslovi proizvodnog ciklusa i sadnice proizvele u supstratu koje će biti njihovo prirodno okruženje u prvoj godini nakon sadnje, rasadnička proizvodnja se razvijala u smeru kontejnerske proizvodnje sadnica. Karakteristike pedoeколоških uslova su uslovile da se supstrat u kome se proizvode sadnice prilagodi nepovoljnim uslovima. Posebna pažnja se posvećuje prihranjivanju, aktiviranju mikrobiološke aktivnosti supstrata, kao i dodavanju polimera. Monitoring novopošumljenih površina koje se planiraju u obimu od 100 ha godišnje omogućuje da se proizvodnja sadnica i dalje uspešno odvija i razvija u odnosu na efekte klimatski promena i nepovoljne uslove odlagališta depozita PK Kolubara.

REFERENCE

- [1] Smit, S., Veselinovic, N.(1997): Recultivation by afforestation of minespoil banks of opencast lignite mine "Kolubara". *Monograph*, Institute of Forestry, Belgrade.
- [2] Smit, S. S., Isajev, V., Mancic, A. (1995): *Proizvodnja šumski sadnica u kontejnerima*. Institut za šumarstvo, posebno izdanje, Beograd.
- [3] Zakon o planiranju i uređenju prostora i naselja (Sl. Glasnik RS br 44/95)
- [4] Zakon o zaštiti životne sredine (Sl. Glasnik RS br 135/2004)
- [5] Veselinovic, M., Golubovic Curguz, V., Stojicic, D. (2001): The possibility of the partly substitution of peat with certain organic substratum in the pots seedlings production of some conifers. *Third balkan Scientific Conference*, Sofia, pp.148-158.
- [6] Vanmechelen, L., Groenemans, R., van Raust, E. (1997) *Forest soil condition in Europe. Results of a large scale soil survey*, Technical report. EC, UN/ECE, Ministry of the Flemish Community, Brussels, Geneva, p.259

- [7] Veselinović, M.(2006): *Morfološke. anatomske i citološke promene izazvane aerzagadjenjem u vrste Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco u kulturama na deposolu kolubarskog ugljenog basena. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet. Beograd
- [8] Baum. C., Mekeschin, F. (2000): Effects of nitrogen and phosphorus fertilization on mycorrhizal formation of two poplar clones (*Populus trichocarpa* and *P. tremula x tremuloides*). J. *Plant Nutr. Soil Sci.* 163:491-497.
- [9] Bending, G.D., Read, D.J. (1996): Nitrogen mobilization from proteipolyphenol complex by ericoid and ectomycorrhizal fungi. *Soil Biology & Biochemistry* 28, 1603-1612.
- [10] Veselinovic, M., Golubovic Curguuz, V.(2003): Recultivation by afforestation of deposols. *Zemljište i biljka*, Vol 50., No 3., Beograd pp. 201-210.
- [11] Šijačić-Nikolić, M., Vilotić, D., Milovanović. J., Veselinović, M., Stanković, D.(2010): *Application of super absorbent polymers in the production of Scots pine (Pinus sylvestris L.) and Austrian pine (Pinus nigra Arn.) seedlings*. Fresen. Environ. Bull., Freising, Germany.

UTICAJ AGROEKOLOŠKIH USLOVA NA HEMIJSKI SASTAV SEMENA KVINOJE (*CHENOPODIUM QUINOA* WILL.)

Đorđe Glamočlija¹, Mirjana Milovanović¹, Jela
Ikanović¹, Gordana Dražić², Biljana Vucelić Radović¹,
Radmila Stikić¹, Marija Davidović³

¹Poljoprivredni fakultet, Univerziteta u Beogradu, Srbija

²Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum,

³Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd, Srbija

Apstrakt: *Istraživanja obuhvatila su dve danske sorte kvinoje, biljne vrste koja potiče iz andskih država južne Amerike. To su KVL 37 i KVL 52. Kvinoja se odlikuje velikom hranljivom vrednošću koja se ogleda u visokom sadržaju ukupnih proteina, 12-18%. Visokoj hranljivoj vrednosti semena doprinosi odsustvo glutena, proteina koji izaziva alergološke i digestivne probleme.*

Ogledi su postavljeni na dva lokaliteta - istočni Srem i Homolje, na dva tipa zemljišta - černozem i smonica i u dve gustine useva - 600.000 i 300.000 biljaka po hektaru.

Rezultati su pokazali da ispitivani faktori značajno utiču na hemijski sastav semena. Na sadržaj ukupnih proteina najviše je uticala sorta. U sorte KVL 37 u semenu je bilo 15,2%, a u sorte KVL 52 17,4%. Gustina useva je takođe uticala na ovu vrednost. Sadržaj ukupnih lipida varirao je od 4,2% do 4,9%. Sadržaj celuloze u ukupnom proseku bio je 9,2%. Seme obe sorte ima visok sadržaj vrednih makroelemenata. Sorta KVL 37 dala je veći prinos za oko 32%, ali je njeno seme imalo za oko 2% manje proteina.

Ključne reči: *kvinoja/agroekološki uslovi/ gustina useva/ sorta/ hemijski sastav semena.*

THE INFLUENCE OF AGROECOLOGICAL CONDITIONS ON CHEMICAL COMPOSITION OF QUINOA SEED (*CHENOPODIUM QUINOA* WILL.)

Đorđe Glamočlija¹, Mirjana Milovanović¹, Jela
Ikanović¹, Gordana Dražić², Biljana Vucelić Radović¹,
Radmila Stikić¹, Marija Davidović³

¹Faculty of Agriculture, Belgrade, Serbia,

²Faculty for Applied Ecology Futura, University Singidunum,
Belgrade, Serbia,

³Institute for Science Application in Agriculture, Belgrade,
Serbia

Abstract: *The research included two Danish quinoa varieties, plant species native to Andean countries of South America. They are KVL 37 and KVL 52. Quinoa is characterized by a high nutritional value that are reflected in higher total protein content, 12-18%. High nutrient value of seeds contributes to the absence of gluten protein that causes Allergologic and digestive problems.*

The trials were placed at two locations - Homolje and eastern Srem, on the two types of soil - chernozem and smonitza and two crop density - 600,000 and 300,000 plants per hectare.

The results showed that the examined factors significantly affect the chemical composition of seeds. At the highest content of total protein was influenced by variety. The variety KVL 37 in seed was 15.19%, and 52 variety KVL 16.83%. Crop density is also influenced this value. Total lipid content varied from 4.2% to 4.9%. Cellulose content in the overall average was 9.2%. Seeds of both varieties have a high content of valuable macroelements. KVL 37 cultivar gave a higher yield by about 32%, but its seed resulted in about 2% less protein.

Key words: *quinoa/agroecological conditions/crop density/
cultivar/ chemical compositions*

UVOD

Kvinoja (*Chenopodium quinoa* Will.) je jednogodišnja biljka poreklom iz okoline jezera Titikaka, Južna Amerika (*Bois i sar.* 2006., *Bravo i sar.* 2007., *Geerts i sar.* 2008.). Vrlo uspešno se može gajiti na siromašnim, alkalnim i kiselim zemljištima u područjima sa bezmrznim periodom od 100 dana. Cilj proizvodnje su seme po hemijskom sastavu i nutritivnoj vrednosti vrlo slično žitima i listovi, koji su iste hranljive vrednosti kao spanać. Seme ima veliki procenat ukupnih proteina (12-18%) sa velikim učešćem esencijalnih aminokiselina (*Aluko i Monu*, 2003). Ne sadrži glutenečime je olakšano varenje i otklonjene su brojne alergološke smetnje u ishrani ljudi. Seme je bogato vitaminima grupe B grupe i makroelementima (*Jacobsen*, 2003.). Kod nas ova biljna vrsta dosad nije gajena. Ova istraživanja, započeta kod nas 2008. godine imaju zadatak da odrede najpovoljniju agrotehniku za gajenje kvinoje u različitim agroekološkim uslovima s ciljem da se dobije proizvod značajne nutritivne vrednosti, koji bi se koristilo za pripremanje dijetetskih prehrambenih proizvoda.

1. MATERIJAL I METOD RADA

Poljski mikroogledi izvedeni su na površinama Poljoprivrednog preduzeća Napredak, Stara Pazova na zemljištu tipa černozem i na privatnom imanju u Kučajni na zemljištu tipa smonica. Prema agrohemijskim analizama urađenim u Institutu Tamiš, černozem je bio srednje bogat pristupačnim azotom (0,24%), vrlo bogat fosforom (22 mg na 100 g zemlje) i bogat kalijumom (21 mg na 100 g zemlje), blago alkalne reakcije (pH 7,5) i sadržaj humusa je 2,6%. Smonica je imala manje pristupačnog azota (0,12%) fosfora (17 mg na 100 g zemlje) od černozema, ali je bila bogatija kalijumom (30 mg na 100 g zemlje), kisele reakcije (pH 4,84), a sadržavala je više humusa (2,9%).

Predmet istraživanja bile su danske sorte kvinoje KVL 32 i KVL 54 (*Jacobsen i Muica*, 2002.) koje su gajene u dve gustine useva (50 cm x 2 cm i 50 cm x 5 cm). Za gajenje kvinoje primenjena je agrotehnika standardna za proizvodnje u Danskoj. Ovo su jedine evropske zemlje koje gaje kvinoju u komercijalne svrhe. Ručna setva

je izvedena tokom aprila, a proređivanje useva na rastojanja u redu 2, odnosno 5 cm posle obrazovanja prvih pravih listova. Cilj proređivanja useva bio je da se biljkama različit vegetacioni prostor i veće razgranavanje stabala. Od mera nege izvedena su dva plevljenja korova. Za prinos semena po hektaru korišćen je dobijeni prinos po osnovnim parcelama. Toplotni uslovi na oba lokaliteta bili su povoljni za rastenje i razviće biljaka. Variranja uslova spoljne sredine bila su izražena kod količine i rasporeda padavina (tabela 1).

*Tabela 1. Mesečne sume padavina za vegetacioni period,
Meteorološki zavod Srbije*

Mesto	April	Maj	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Ukupno
S. Pazova	15	34	150	79	55	46	379
Prosek	36	58	88	58	54	49	343
Kučevo	11	34	55	34	43	58	235
Prosek	28	55	65	54	35	36	273

Tokom vegetacionog perioda kvinoje bilo je na području Stare Pazove 379 mm padavina, a u Kučevu 235 mm. Poređenjem sa višegodišnjim prosekom lokalite Stara Pazova imao je više padavina za 10% dok je lokalitet Kučeva imao manje za oko 14% manje. Raspored i količine padavina bili su znatno povoljniji na području istočnog Srema. Pored vodnog režima i zemljišni uslovi su bili povoljniji za rastenje i razviće kvinoje što je uticalo i na veći prosečan prinos semena u svim varijantma ogleda.

Nutritivne vrednosti semena kvinoje određene su hemijskim karakteristikama, primenom standardnih metoda, u triplikatu, i izražene u procentima, na osnovu 10 g sirovog samlevenog materijala. Određivanje kvantitativnog sastava sirovih proteina izvršeno je metodom JUS, ISO 5983/2001, sadržaj vlage po ISO 6496 2001, ekstrakciona metoda AOAC 920.39 je korišćena za određivanje masti, a sirova vlakna (celuloza) po metodi JUS ISO 6865/20. Sadržaj ugljenih hidrata određen je matematičkim proračunom na osnovu sledeće formule: sadržaj ugljenih hidrata = 100% - (%vlage + % proteina + % ulja + % pepela + % celuloze) (Grosso i sar. 2000). Sadržaj mineralnih soli određen je po gravimetrijskoj metodi (Sl. List SFRJ 1987/15), a ukupni hloridi po volumetrijskoj metodi (Sl. List SFRJ 15/87). Volumetrijska metoda

ISO 6490-1/1985 je korišćena za kalcijum i spektrofotometrijska metoda za određivanje fosfora.

Dobijeni rezultati istraživanja obračunati su analizom varijanse (STATISTICA 8 for Windows, StatSoft), statistička značajnost razlika između pojedinačnih tretmana testirana je LSD testom na nivou rizika 5% i 1%.

2. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Hemijski sastav semena kvinoje. Na hemijski sastav, kao i na nutritivnu vrednost semena kvinoje najveći uticaj ispoljile su sorte, dok agroekološki uslovi i gustine useva nisu značajno uticali na ove kvalitativne osobine (tabela 2 i tabela 3).

Tabela 1. *Hemijski sastav različitih sorti semena kvinoje, Stara Pazova*

Sastav (%) <i>Composition</i>	KVL 52		KVL 37	
Vlaga <i>Moisture</i>	10,90	**	10,87	**
Proteini <i>Proteins</i>	17,43	**	15.24	**
Ulja <i>Fats</i>	4,92	*	4.27	*
Celuloza <i>Cellulose</i>	9.18	NS	9.20	NS
Pepeo <i>Ash</i>	7.58	*	6.28	*
Kalcijum <i>Calcium</i>	0.58	*	0.398	*
Fosfor <i>Phosphorus</i>	0.19	NS	0.220	NS
NaCl i Na	0,438 %NaCl; 0,173%Na	* *	0,50%NaCl; 0,19% Na	* *
Skrob <i>Starch</i>	52,2%	**	56,1%	**

Tabela 2. *Hemijski sastav različitih sorti semena kvinoje, Kučajna*

Sastav (%) <i>Composition</i>	KVL 52		KVL 37	
Vlaga <i>Moisture</i>	12,20	*	11,97	*
Proteini <i>Proteins</i>	16,23	**	15,13	**
Ulja <i>Fats</i>	4,42	*	4,17	*
Celuloza <i>Cellulose</i>	9,18	NS	9,19	
			NS	
Pepeo <i>Ash</i>	7,82	*	6,89	*
Kalcijum <i>Calcium</i>	0,55	*	0,49	*
Fosfor <i>Phosphorus</i>	0,19	*	0,21	*
NaCl i Na	0,44	%NaCl;	0,51%	NaC
	0,18%	Na *	1;	0,19%
			Na *	
Skrob <i>Starch</i>	63,8%	*	65,1%	*

Prema sadržaju skroba, ukupnih proteina i ulja u semenu obe sorte mogu se okarakterisati kao vrlo vredne sirovine za proizvodnju kvalitetne hrane. Posebno treba istaći visoki sadržaj ukupnih proteina, koji je varirao u zavisnosti od sorte od 15,19% (*KVL 52*) do 16,83% (*KVL 37*). Pored visokog sadržaja proteina zastupljenost skroba je u granicama uobičajenih vrednosti (58,0-60,6%). Značajna variranja bila su po lokaliteima tako da je sa područja Kučeva seme kvinoje imalo više skroba za oko 19%.

Poredeći sadržaj ukupnih lipida (ulja) značajna variranja zabeležena su samo po sortama, dok je sadržaj celuloze bio isti u obe sorte i na obe lokacije. Seme sadrži i velike količine mineralnih soli, ali njihov sadržaj zavisi od sorte, dok drugi činioci nisu uticali na ove vrednosti. Seme u celini ima visok sadržaj, ali u obrnutim proporcijama, vrednih makroelemenata: *KVL 52* sadrži 0,58% kalcijuma i 0,19% fosfora, dok *KVL 37* sadrži 0,40% kalcijuma i 0,22% fosfora. Prema literaturnim podacima, dokazano je očekivano prisustvo NaCl i to oko 0,5%. Zbog visokih nutritivnih karakteristika kvinoja je svrstana u NASA program još 1993 godine u eko sistemu zdrave hrane (*Greg, Schlick i David, Bubenheim, 1993*).

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata mogus izvesti sledeći zaključci:

- vremenski i zemljišni uslovi za gajenje kvinoje u našoj zemlji su vrlo povoljni,
- uticaj zemljišta na proizvodne i kvalitativne osobine nije od velikog značaja,
- količine i raspored padavina tokom vegetacionog perioda utiču na hemijski sastav semena,
- u uslovima manje količine padavina povećana je sinteza skroba i nakupljanje mineralnih soli, a u povoljnijem vodnom režimu u semenu je bilo više proteina i ulja,
- sorte, obuhvaćene ispitivanjima značajno se razlikuju po proizvodnim osobinama.

Rezultati prethodnih istraživanja pokazali su da je sorta *KVL 37* prinosnija za oko 32%, ali njeno seme ima manju nutritivnu vrednost jer sadrži za oko 1,64% ukupnih proteina i oko 10% ulja manje u poređenju sa sortom *KVL 52 (Glamočlija i sar.2010)*.

REFERENCE

- Aluko R.E., Monu, E. (2003): Functional and Bioactive Properties of Quinoa Seed Protein Hydrolysates. *J. Of Food Science*, Vol.68, Nr 4, pp. 1254-1258.
- Bois, F., Winkel, T., Lhomme, J. P., Raffaillac J. P, Rocheteau, A. (2006): Response of some Andean cultivars of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to temperature: Effects on germination, phenology, growth and freezing. *European Journal Agronomy*, No. 25, pp. 299–308.
- Bravo L. A., Christiansen J. L., A. Mujica, A. (2007): Frost resistance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) *Europ. J. Agronomy*, No 26, pp. 471–475.
- Geerts, S., Raes, D., Garcia, M., Vacher, J., Mamani, R., Mendoza, J., Huanca, R., Morales, B., Miranda, R., Cusicanqui, J., Taboada, C. (2008): Introducing deficit irrigation to stabilize yields of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Europ. J. Agronomy* , No. 28, pp. 427–436.

- Garcia, M., D. Raes, D., Jacobsen, S.-E. and Michel, T. (2007): Agroclimatic constraints for rainfed agriculture in the Bolivian Altiplano. *Journal of Arid Environments*, No 71, pp. 109–121.
- Glamočlija, Đ., Stikić, Radmila, Jovanović, Zorica, Milovanović, Mirjana, Vucelić Radović, Biljana, Egorova, Galina i Slobodan Dražić, S. (2009): Uticaj gustine useva i sorte na morfološke osobine i prinos kvinoje. Zbornik radova, *IV inovacije u ratarstvu i povrtarstvu*, str. 68-69.
- Glamočlija, Đ., Mirjana Milovanović, Biljana Vucelić Radović, Radmila Stikić, Zorica Jovanović i S. Maksimović (2010): Uticaj gustine useva na prinos i nutritivna vrednost semena kvinoje (*Chenopodium quinoa* Will.). *XV savetovanje o biotehnologiji*. Zbornik radova, Vol. 15, str.123-128. Čačak.
- Greg, Schlick and David, Bubenheim (1993): *Quinoa an emerging New Crop with Potential for Celss* (NASA Technical Paper 3422).
- Grosso, N.R., Nepote, V., Guzman, C.A. (2000): Chemical composition of some wild peanut species (*Arachis* L.). *J. Agric. Food Chem.*, 48, pp. 805-809.
- Jacobsen, S. E. and Muica, A. (2002): Genetic resources and breeding of the Andean grain crop quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Plant Genetic Resorces Newsletter*, No. 130, pp. 54-61.
- Jacobsen, S. E. (2003): The Worldwide Potential for Quinoa. *Food Reviews International*, Vol. 19, Nos. 1&2, pp. 167-177.

PROBLEMI KORIŠĆENJA REKE KAO PRIRODNOG RESURSA I MOGUĆNOSTI NJENE RENATURALIZACIJE

Mirjana Roksandić¹, Jelena Milovanović²

¹Geografski fakultet, Univerzitet u Beogradu,

²Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: *Rečni tokovi su tokom ljudske istorije veoma korišćeni u razne svrhe, najpre za piće, a potom i za razne ljudske delatnosti (poljoprivreda, rudarstvo, transport, industrija, itd). Ljudi su pri tom menjali izgled reka, kanališući ih, skraćujući njihovu dužinu i slično. Prekomerna eksploatacija reka je dovela do ekoloških problema i brojnih negativnih posledica po ljudsko društvo kao što su velike poplave. Reanturalizacija rečnog toka podrazumeva vraćanje istog u što prirodnije stanje, obnavljanje flore i faune, kao i omogućavanje razvoja aluvijalne dinamike toka. Da bi se ovo ostvarilo postoje mnogobrojni problemi vezani za korisnička prava nad rekam, tretiranjem reke kao javnog dobra, zagađivanje islično. Proces renaturalizacije reka je dugotrajan, ali i isplativ i u skladu sa održivim razvojem, jer će se mlađim generacijama ostaviti u nasleđe čista i ekološki zdrava reka.*

Ključne reči: *rečni tok/ korišćenje reke/ renaturalizacija/ aluvijalna zona*

PROBLEMS OF UTILIZING RIVER AS A NATURAL RESOURCE AND RIVER RESTORATION POSSIBILITIES

Mirjana Roksandić¹, Jelena Milovanović²

¹Faculty of geography, University of Belgrade,

²Faculty of applied ecology Futura, Singidunum University

Abstract: *People have utilized river flows for different purposes, first as drinkable water, and later for economic activities (agriculture, mining, transport, industry ...). They have changed river courses by the processes of channelization and rectification. Overexploitation of rivers resulted with many ecological problems, like huge floods, etc. River restoration has an aim to return river into its natural state, renewing its flora and fauna, and redevelop hydrological dynamics. In order to achieve the natural state of a river there are many problems, like ownership over alluvial zones, using river as a public good, pollution, etc. River restoration process takes a long time, but it is cost-effective and sustainable, because younger generations will have pure and ecologically healthy river.*

Key words: *river/ utilizing river/ river restoration/ alluvial zone*

UVOD

Od svog postanka pa do danas čovek je bio upućen na korišćenje reke kao resursa pitke vode, a potom i za navodnjavanje, transport, ribolov i drugo. Neolitska plemena su koristila vodene tokove da bi došla iz jugoistočne u centralnu Evropu i naselila se na obodima rečnih dolina koje su im omogućavale vodu za piće, ribolov i bavljenje poljoprivredom u aluvijalnim zonama istih. Tokom istorije čovek je eksploatisao reke, menjao njihove prirodne osobine prilagođavajući ih svojim potrebama. Reke su bile kanalisane zbog saobraćaja (transporta ljudi i dobara), regulisane su branama i ustavima zbog kontrole vodnih resursa i odbrane od poplava, prirodna staništa reka su postala fragmentirana, a aluvijalne zone su smanjene i iskrčene usled procesa urbanizacije. Usled svega ovog, a

najpre zbog činjenice da katastrofalne poplave svake godine odnose ljudske živote i pričinjavaju enormnu materijalnu štetu, rešenja zapadno i centralnoevropskih država su okrenuta trendu **renaturalizacije reka**.

Poslednjih desetak godina poplave su sve učestalija pojava na području cele Evrope, a i šire. Tokom 1993. i 1995. godine poplave u dolini reke Rajne prouzrokovale su evakuaciju 250 000 ljudi iz te oblasti. Šteta zbog probijanja nasipa usled poplava u dolini reke Rone (u Švajcarskoj) je ocenjena na 3 do 5 milijardi franaka. Velike posledice u Srbiji je ostavila poplava mesta Jaša Tomić 2005. godine, kada je uništeno 200 kuća, a oštećeno još 800 uzrokujući evakuaciju 3235 stanovnika iz ovog mesta [1]. Materijalni gubici su, uzimajući u obzir gubitke u poljoprivredi, veliki.

U ovom radu će se govoriti o iskorišćavanju reke kao prirodnog resursa i problemima koji se javljaju usled njene neefikasne raspodele, zatim o opravdanosti procesa renaturalizacije reka i isplativosti ovog procesa.

Ciljevi procesa renaturalizacije reka

Najveći uticaj čoveka na reku je njeno kanalisanje i okupiranje prirodne plavne zone reka usled potreba urbanizacije predela. Stoga se i proces ponovnog uspostavljanja prirodnog stanja odnosi na plavnu, to jest **aluvijalnu zonu reka**.

Postoji više termina koji se odnose na ovu pojavu, ali tri bazična su: revitalizacija, revalorizacija i renaturalizacija [2].

Revitalizacija podrazumeva sve akcije vezane za popravljjanje (ponovo uspostavljanje) procesa dinamike vodenog toka i njegovih sedimenata (eroziju, sedimentaciju, ...) u aluvijalnoj zoni koja je izmenjena.

Revalorizacija čini skup akcija koje bi trebalo da se obavljaju unutar izmenjene aluvijalne zone i cilja se na uspostavljanje novih biotopa u rukavcima reka i močvarama oko istih.

Renaturalizacija obuhvata mere i akcije revitalizacije i revalorizacije, zapravo kreiranje novih ekosistema kao i ponovno uspostavljanje dinamike reka [3].

Države u zavisnosti od svojih ekonomskih mogućnosti i potreba, kao i pravno-zakonskog uređenja obavljaju proces

renaturalizacije reka. Ovaj proces najviše zavisi od same prirode vodenog toka i stepena njegove izmene od strane čoveka. Tako da sve zavisi od slučaja do slučaja, ali zajednički ciljevi svih projekata procesa renaturalizacije su sledeći:

- Poljoprivredni ciljevi-obrađive površine u plavnoj zoni koje nisu više profitabilne (zbog poplava) prepustiti prirodnom razvoju.
- Ribarstvo-stanište za mrestilište riba može biti obogaćeno restrukturiranjem rečnih kanala, formirajući prolaze za ribe, peščane nasipe i šljunkovita ležišta. Porast biodiverziteta kroz procese renaturalizacije i uspostavljanja veza sa močvarama i mrtavajama vodi ka porastu i poboljšanju ribljih zajednica.
- Razvoj prirode-bitne mere prirodnog razvoja jesu ponovno uspostavljanje meandara u prethodno produbljenim i ispravljenim kanalima, čime bi se uspostavilo stanište bogate divlje faune i močvarnih ptica. Prirodni izgled toka doprinosi i razvoju turizma usled ugodnosti i rekreacijskog potencijala reka.
- Zaštita od poplava-oslobađanje i širenje sraslih aluvijalnih ravni dovodi do zadržavanja mase vode i štiti nizvodne delove od poplava.

Proširivanje prostora koji pripada vodenim tokovima, to jest njihovim aluvijalnim zonama je najbitniji cilj procesa renaturalizacije reka. Da bi se reka približila svom prirodnom stanju mora imati mogućnost da prilikom visokih voda plavi svoju aluvijalnu zonu, da kreira meandre, erodira svoje obale i taloži aluvijalni materijal. Prostor koji zahtevaju ovi procesi je neophodan i bitan uslov za uspostavljanje dinamike rečnog toka. U aluvijalnim zonama se odvijaju brojne ekonomske i rekreativne aktivnosti stanovništva, tako da njihove granice moraju biti opisane granicama koje je država pravno definisala.

1. PROBLEMI KORIŠĆENJA REKE KAO PRIRODNOG RESURSA

Ekonomski sistem neće uvek podržavati efikasne raspodele resursa. Posebni uslovi pod kojima se javljaju neefikasne raspodele su: eksternaliteti, loše definisani vlasnički sistemi (kao što su zajednički resursi i javna dobra), nesavršenost tržišta za trgovinu vlasničkim pravima nad resursima (monopol) i drugo[4].

1.1. Korisnička prava

U tržišnoj ekonomiji koja dobro funkcioniše efikasna struktura prava vlasništva ima sledeće karakteristike:

1. isključivost (exclusivity) - sva dobit i troškovi koji se javljaju su rezultat posedovanja i korišćenja resursa od strane vlasnika resursa.
2. prenosivost (transferability)- sva vlasnička prava bi trebalo da budu prenosiva sa jednog na drugog vlasnika na dobrovoljnoj bazi.
3. ovršnost (enforceability) - vlasnička prava bi trebalo da budu osigurana od neželjene konfiskacije.

Prostor koji je neophodan za proces renaturalizacije reke je zemljište u njenoj aluvijalnoj zoni. Oduzimanje zemljišta u aluvijalnim zonama reka od njegovog vlasnika je na dobrovoljnoj bazi, odnosno vlasnik zemljišta dobija novčanu nadoknadu zakonom propisanu za svoje zemljište koje je u aluvijalnoj zoni reke, a koje je za potrebno za širenje rečnog korita.

Pitanje koje se postavlja je da li se privatnim vlasnicima zemljišta u aluvijalnim zonama reka isplati da prodaju svoje zemljište? Poplave su postale skoro redovna pojava i usled njih strada zemljište u njihovoj okolini. S obzirom da su poplave veliki rizik, a da države za svrhu kupovine zemljišta usled renaturalizacije reka mogu ponuditi solidne naknade, vlasnicima zemljišta u aluvijalnim zonama reka se isplati da prodaju svoju zemlju [5].

Osim privatnog vlasništva, druge mogućnosti za definisanje prava na upotrebu prirodnih resursa (reke spadaju u prirodne resurse) su i režimi:

- državnog vlasništva nad prirodnim resursima - gde Vlada poseduje i kontroliše dobra. Ovaj režim vlasništva nije karakterističan samo za bivše komunističke zemlje, već se u različitim stepenima javlja i u drugim državama. Parkovi i šume, su na primer, najčešće pod upravom i u vlasništvu države kako u kapitalističkim, tako i u socijalističkim državama;
- zajedničkog vlasništva - gde nad dobrom zajedno ima vlasništvo i upravlja određena grupa suvlasnika. Pravo na upotrebu resursa koji su u zajedničkom vlasništvu može biti formalno, zaštićeno zakonodavstvom, ili neformalno zaštićeno tradicijom ili običajima;
- *res nullius* režimi - gde niko ne poseduje u svom vlasništvu, niti kontroliše dobro. Prirodni resursi u ovom slučaju mogu biti eksploatisani po principu ko prvi dođe, prvi će ga koristiti, zato što ni jedan pojedinac, niti grupa nema legalno moć da ograniči ikome pristup. „Slobodan pristup“ resursima je označen kao „tragedija zajedničkog posedovanja“ resursa, jer neograničena upotreba istih će dovesti do njihovog konačnog iscrpljenja (ukoliko se radi o vremenski iscrpivim resursima). Mogućnost neograničene eksploatacije uništava bilo kakvu inicijativu za konzervacijom. Na primer neograničen ribolov na rekama, ili neograničeno crpljenje vode za navodnjavanje (ukoliko jedan pojedinac ne uzme koliko želi, drugi koji dođe će uzeti).

1.2. Reka kao javno dobro

Neki zajednički resursi životne sredine su javna dobra (prirodni pejzaž, vazduh, voda i biološki diverzitet). Biološki diverzitet uključuje dva srodna koncepta: sumu genetičke raznolikosti među individuama jedne vrste i broj vrsta u zajednici organizama. Bogatstvo biološkog diverziteta omogućava nove izvore hrane, energije, industrijskih sirovina.

Procesom renaturalizacije reka povećava se biološki diverzitet. Jedan od ciljeva ovog procesa je i povratak flore i faune koja je nekad bila u rekama, ali usled kanalisanja i stvaranja prepreka u vidu brana je nestala. Priobalne zone su izgubile svoju prirodnu

dinamiku i režim, sa posledicama opadanja biodiverziteta [6]. Flora priobalnog pojasa i samih reka će postati raznovrsnija i uključivaće retke vrste. Doći će i do uspostavljanja velike koherentne oblasti (koja uključuje reku i njeno priobalje) gde će biti povećane i poboljšane mogućnosti za gnežđenje i hranjenje raznih vrsta životinja [7]. Zbog betonskih obala priobalna flora je uništena, pa se procesom renaturalizacije, tj oslobađenjem reka od veštačkih, betonskih obala, ponovo može uspostaviti prirodna priobalna flora. Što se tiče faune slično je stanje, prepreke su onemogućavale slobodnu migraciju riba [8], dok je odsustvo flore, kao izvora hrane za faunu, dovelo takođe do njenog nestanka.

Problem se javlja sa proizvođačima električne energije. Ukoliko se proces renaturalizacije reka vrši u ravničarskim rekama, gde proširivanje rečnog korita ne utiče na vodni potencijal (zbog inače malog pada), to ne utiče na proizvođače struje. Međutim, ukoliko se radi o gornjim tokovima reka, proširivanje rečnog korita smanjuje proticaj, a to utiče na snagu hidroelektrana. Na primer, u Alpima (u Švajcarskoj) reka Rona je glavni izvor hidroenergije i proširivanje rečnog toka bi dovelo do remećenja proizvodnje električne energije, što generalno nije prihvaćeno iz sledećih razloga:

- dozvole za rad većine hidroenergetskih postrojenja u Švajcarskoj su važeće za narednih 80 godina;
- hidroenergetska postrojenja igraju značajnu ulogu u regulaciji evropske energetske mreže;
- hidroenergija se smatra obnovljivim izvorom energije sa poželjnim SO_2 balansom u poređenju sa raširenom električnom proizvodnjom fosilnih goriva.

Međutim moguća su tehnička rešenja koja bi zadovoljila obe strane i dovela do postizanja oba cilja (i proizvodnje hidroenergije i proširivanja rečnog toka u cilju renaturalizacije reke). Jedna od mogućnosti smanjenja visokih voda je skladištenje vode iz turbina u posebnim podzemnim rezervoarima ili retenacionim basenima pre njenog ponovnog ispuštanja u reku. Ovim procesom se uravnotežava pritanje velike količine vode u reku [8].

Aktivnosti kao što su renaturalizacija reke sa akcijama za poboljšanje mera zaštite od poplava i prihvatanje šema za proizvodnju hidroenergije (koje su ekološki opravdane), zahtevaju integrisani pristup i značajnu finansijsku potporu. Troškovi će biti prihvaćeni ukoliko se proizvedena hidroenergija u Alpima smatra za

„zelenu energiju“ [9], koja zahteva ekološku investiciju umesto subvencioniranja drugih, skupljih izvora energije.

1.3. Ostvarivanje efikasnosti

Problemi životne sredine se mogu javiti usled loše definisanih korisničkih prava, kada se ova prava menjaju pod nekim drugim, a ne konkurentskim uslovima i kad se društvena i privatna diskontna stopa razlikuju. Moguća rešenja ovih problema mogu se sagledati kroz: privatne pregovore, sudske sporove i pravnu regulativu.

Što se tiče sudskog sistema, on može uticati na rešavanje problema životne sredine tako što postavlja ili vlasnička pravila ili obaveze odgovornosti za učinjeno delo u cilju prevencije i popravljavanja nanete štete životnoj sredini. Po pitanju korišćenja reke s jedne strane su prava korišćenja njenog hidroenergetskog potencijala i flore i faune, a sa druge strane su prava društva u celosti na artaktivnost rečnog toka i zaštitu od nadolazećih poplava. Primenjujući vlasnička pravila sud jedino odlučuje čija prava su preeminentna i daje presudu protiv onog ko krši ta pravila. Pravila odgovornosti mogu korigovati neefikasnosti tako što prisiljavaju one koji su izazvali štetu da snose troškove njenog uklanjanja. A vrlo je evidentno postalo da je prevencija akcidenata isplativija, nego kasnije saniranje posledica istih. Deo ovih troškova ukoliko se ne učini ništa na sprečavanju štete, se odnosi i na takozvane transakcijske troškove, kao što su: sudski troškovi, advokatske takse, itd.

2. PROBLEM ZAGAĐIVANJA REKA

Jedan od ciljeva procesa renaturalizacije reka jeste i vraćanje reka u prvobitno, čisto i nezagađeno stanje sa određenim hemijskim sastavom, bez primesa otrovnih i štetnih supstanci nastalih korišćenjem rečnih voda u različite svrhe. Izvori zagađenja su različiti, mogu nastati kao posledica mnogih ekonomskih aktivnosti [10].

Zagađivanje kao posledica poljoprivredne aktivnosti baš u aluvijalnim zonama reka se ogleda u prenošenju otrovnih supstanci od raznih herbicida, pesticida i sličnih materija koje se koriste u

poljoprivredi, radi povećavanja prinosa i zarad postizanja isplativosti poljoprivredne proizvodnje. Vlasnici zemljišta u aluvijalnim zonama reka mogu ga koristiti za poljoprivrednu proizvodnju, čime ugrožavaju reke kao prirodne resurse, tako što ih zagađuju i u tom smislu iscrpljuju, pa će biti sve manje čiste vode za upotrebu.

Veoma veliki zagađivač vode i u hemijskom i u toplotnom smislu su industrije smeštene u okolini reka, koje svoje otpadne vode ispuštaju u reke. Nus proizvodi industrijske proizvodnje se često sa svim otrovnim supstancama ispuštaju u reke, što dovodi do promene hemijskog sastava iste, a to do odumiranja i nestanka rečne flore i faune adaptirane da žive u određenim sredinama. Rečnu vodu industrijska postrojenja koriste za rashlađivanje svojih motora, a posle toga je vrelu i nerashlađenu vraćaju u reke.

Postoje propisi i pravila doneti od strane države zarad sprečavanja rečnog zagađenja na ovakav način. Naime fabrike moraju imati određene filtere kroz koje bi trebalo da propuštaju svoje otpadne vode pre nego što ih ispuste u reku. Ovi uređaji nisu jeftini, ali ekonomski gledano isplativije je kupiti neophodne uređaje za prečišćavanje nego plaćati kazne zbog kršenja pravila dozvoljenih koncentracija ispusnih materija u rečnu vodu [11].

Proces renaturalizacije reka je vezan za aluvijalne zone reka, gde su uglavnom locirane industrije i poljoprivredne površine koji su, iz napred već rečenog, najveći zagađivači istih. Ciljevi procesa renaturalizacije su u saglasnosti sa načelima održivog razvoja. Ukoliko se reke sada pročiste i u njih vrati inicijalna flora i fauna, buduće generacije će moći da je koriste kao izvor čiste i zdrave vode.

3. COST-EFFECTIVENESS-ISPLATIVOST PROCESA RENATURALIZACIJE REKA

Štete od poplava su zaista veoma velike. Na primer, velike poplave su zadesile kanton Vale (jug Švajcarske) usled intenzivnih i dugotrajnih padavina u basenu toka reke Rone i njenih pritoka (posebno u basenima levih pritoka). Prema procenama Federalnog Zavoda za vode i geologiju na kraju 2000. godine poplave prouzrokovane ovim padavinama nanele su štetu od 670 miliona švajcarskih franaka i odnele 16 ljudskih života [12]. Sa finansijske tačke gledišta to je u rangu sa poplavama u maju 1999. godine (580

miliona švajcarskih franaka) i septembru 1993. godine (650 miliona švajcarskih franaka).

Proces vraćanja reka u njihovo prvobitno prirodno stanje je dugotrajan proces i rezultati će se videti tek nakon dužeg vremenskog perioda. Stoga se postavlja pitanje isplativosti ovog procesa. Ako se najpre uzme u obzir zaštita od poplava, isplativost je očigledna, biće spašena mnoga naselja, infrastrukture i druga fizička dobra koja se nalaze u dolinama reka. Na primer, šteta koju je prouzrokovala reka Saltina (pritoka Rone) 1993. godine u gradu Brigu, iznosila je 500 miliona švajcarskih franaka. Nakon toga izvršeni su radovi na ojačanju nasipa i preduzete su mere zadržavanja vučenog materijala koji je bio glavni uzrok poplava. Usled ovih radova Brig je bio pošteđen poplava 2000-te godine uprkos velikoj količini padavina. Takođe je radovima na proširivanju korita reke Klšbaš u Natru sprečena šteta od 200 miliona švajcarskih franaka.

Sa ovim procesom je predviđen i razvoj turizma. Reka čistija i u svom prirodnom stanju postaje atraktivnija turistima i javlja se niz novih turističkih ponuda. To za sobom povlači zapošljavanje dodatne radne snage i orijentisanje na razvoj ove grane privrede [13]. Sam pejzaž je puno privlačniji, a čista rečna voda se može koristiti za mnoge nautičke sportove, ribolov (sportski), izletnički turizam i slično [14].

ZAKLJUČAK

Danas su reke kao resurs čiste i ekološki zdrave vode postale retkost. Da bi se budućim generacijama ostavila u nasleđe čista voda i da bi mogli koristiti reke (što bi bilo u skladu sa kriterijumima održivog razvoja) potrebno je što pre reagovati i ispraviti učinjenu štetu, to jest vratiti reke u što približnije stanje njihovom prirodnom stanju.

Proces renaturalizacije reka je uhvatio veliki zamah u mnogim zapadno i srednjeevropskim državama, kao i u Severnoj Americi (SAD i Kanadi) i Australiji. Poslednjih godina ovaj proces se intenzivno razvija i u Kini i Japanu. Pored mnogobrojnih ciljeva procesa renaturalizacije reka (obnavljanje ihtiofaune, uspostavljanje novih biotopa, vraćanja atraktivnosti pejzažu i stoga njegova

upotreba u turističke svrhe,...) najprioritetniji cilj je zaštita od poplava. Upravo se ovaj proces i pokazao kao jedno od efikasnijih sredsotva zaštite od poplava, a samim tim i sprečavanja velikih ljudskih i materijalnih gubitaka.

Oslobađanjem obala od betonskih kanala, dolazi do stvaranja novih biotopa i uspostavljanja priobalne flore i faune, kao novog prirodnog resursa. Ovu pojavu prati i pojava širenja rečnog korita, što za sobom povlači i smanjenje proticaja, a to negativno utiče na rad hidroelektrana, pa se njenim vlasnicima ne isplati ovaj proces.

Iz svega do sada rečenog, može se zaključiti da bi za društvenu zajednicu u celini isplativije bilo izvršiti proces renaturalizacije reke, jer će se mlađim generacijama ostaviti u nasleđe čista i ekološki zdrava reka, tako da je po načelima održivog razvoja, izvođenje procesa renaturalizacije reka u potpunosti opravdano.

REFERENCE

- [1] Јаша Томић: <http://www.jasatomic.org.yu/english.htm>
- [2] P.H.Neinhuis, R.S.E.W.Leuven, "River restoration and flood protection : controversy or synergism ?", *Hydrobiologia*, 444, 2001, pp. 85-89.
- [3] Fiche zones alluviales n°5 Zones alluviales et revitalisation, l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), 2001..
- [4] T.Tienteberg, „*Environmental and natural resource economics*“, 6th edition, Addison Wesley, Boston, 2003.
- [5] M.Bucklez, H. M. Haddad, "Socially strategic ecological restoration: A game theoretic analysis shortened: Socially strategic restoration", *Environmental Management*, Vol. 38, No. 1, 2006, pp. 48-61.
- [6] S. Rohde, F. Kienast, M. Burgi, "Assessing the restoration success of river widenings: A landscape Approach", *Environmental Management*, Vol. 34, No. 4, 2004, pp. 574-589.
- [7] A. Dubgaard , M. K. Kallesoe, J. Landenburg, M. L. Petersen, "Cost-benefit analysis of the Skjern river restoration in Denmark", *Papers from Department of Economics and Natural Resources*, Social Science Series. Royal Veterinary and Agricultural University. Copenhagen. Oct.2002.

- [8] M. Fette, C. Weber, A. Peter, B. Wehrli, “Hydropower production and river rehabilitation: A case study on an alpine river”, *Journal of Environmental Modelling and Assessment*, 2006.
- [9] S. Bratrich, B. Truffer, K. Jorde, J. Markard, W. Meier, A. Peter, et al., „Green hydropower: A new assessment procedure for river management”, *River Research and Applications*, Vol. 20, 2004, pp. 865– 882.
- [10] Idées directrices, Course d’eau suisses pour une politique de gestion durable de nos eaux, OFEFP (Office fédéral de l’environnement, des forêts et du paysage) et OFEG (Office fédéral des eaux et de la géologie), 2003.
- [11] M. Lješević „Životna sredina-teorija i metodologija istraživanja“, Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, 2000. (in Serbian)
- [12] Les crues 2000-Analyse des événements/Cas exemplaires, Office fédéral des eaux et de la géologie, Rapports de l’OFEG, Série Eaux, No2, Berne 2002.
- [13] Plan sectoriel 3^{ème} correction du Rhône, Département des transports, de l’équipement et de l’environnement, Service des routes et des cours d’eau, Projet Rhône, Canton du Valais, mai 2005
- [14] P. A. Meyer, et al. “Elwha River Restoration Project: Economic Analysis, Final Technical Report“, *A report to the U.S. Bureau of Reclamation, the National Park Service, and the Lower Elwha S’Klallam Tribe*. 1995.

REVITALIZATION OF INDUSTRIAL ECOSYSTEMS WITH HELP OF ECOREMEDIATIONS

Mojca Kokot, Ana Vovk Korže, Nina Globovnik
International ecoremediation center, Faculty of Arts, University
of Maribor, Slovenia

Abstract: *At the end of the 20th century many political and economic changes have happened in Europe, which led to decline of industry and many factories closed their doors or they survived with a minimum volume of work. Today these industrial areas present degraded areas, because the industry cause many negative impact in environment. Industrial areas have increased the concentration of air pollutants, particularly SO₂ and NO_x, dust and also the noise has increased. In industrial areas changes in water balance happened because of impervious surface. Water from this surface drain and evaporates quickly and has negative impact on groundwater. Soil in the industrial areas has often elevated concentrations of cadmium, lead and zinc. These negative changes reduce the ecosystem functions of industrial areas and this leads to the decrease in self-cleaning ability of the environment. It is believed that in the 21th century, for the maintenance of ecosystem stability also the degraded industrial areas are important. Because it is possible to expose them again or improve the functioning of ecosystems, so that they can recover its ecosystem function. Degraded industrial ecosystems can be enhanced by ecoremediations. These are the natural system approaches to maintain and enhance ecosystem functions.*

In this paper we will present the potential revitalization of industrial ecosystems through various types of ecoremediation on the specific case of industrial area Tezno in Maribor, where one of the largest car factory in south-east Europe operated, it was called TAM. Now there is the largest logistics center in Slovenia, where high-tech industry is developed, which aim is also to increase the stability of ecosystem functioning in the area and the harmony of nature. This co-existence can be achieved with ecoremediations.

Key words: *industry/ ecosystem/ industrial ecosystem/ ecosystem function/ ecoremediation*

1. ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF INDUSTRIAL AREAS

The industry began to develop in the 18th century in Great Britain. In the 19th century, industrialization also expanded into other European countries. With that the image of agrarian landscapes began to change. Large industrial complexes replaced forests and fields; demolition of forest and agricultural ecosystems that have important ecosystem functions of natural balance has begun [1].

With the development of mass production in the twenty years of 20th century, the industrial areas moved from cities to the outskirts, where they could utilize the large surface area for industrial facilities. Industrial buildings were in an environment with large areas as shown by the following information, prior to 1922, there was required on average 1040 hectares of land area per person for industrial facilities. Since 1945, average land area per person for industrial facilities has risen to 4550 hectares of land [1].

These large industrial complexes adjust their production needs, so the consumption of natural resources increased at their maximum. The space-consuming treatment has changed the nature; the many areas has built-up, it started to run out of natural resources and there has been a change in the ecosystem, affecting the self-cleaning ability of the environment, resulting in reduced resilience of ecosystems. For example, the built-up areas prevent infiltration of rainwater into the subsoil. Water catchment, which feeds the groundwater from these areas, quickly runs off and these surfaces affect the reduction of groundwater. Industrial production itself with its operations and amount of waste increases air pollution and soil [2].

Industry in Slovenia is mainly on the area with large crescent from Maribor, through Celje, region called Zasavje, through Ljubljana and Kranj to Jesenice, where were located a large cement workstations, glass processing factories, industry of paper and pulp, iron, steel, therefore industries which were considered to be the largest polluter of the environment [2,3].

Slovenian most polluted places are places that represent the oldest industrial centers with a long industrial tradition. Most of these sites lie in the basins and valleys, where are unsuitable ecological conditions. The situation is improved after 1980, because

the amount of industrial emissions have been decreased, because from increased use of better fuels, building of water treatment plants and the closure of some factories, but the recent time the concentration of nitrogen, carbon oxides and ozone in these areas has been increased. An even greater problem of degradation of industrial sites in Slovenia is the soil pollution with heavy metals. Industrial activity is resulting in a selective accumulation of metals such as As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb and Zn. These elements are an important part of small quantities of soil ecosystem, but their excessive accumulation is harmful to the plants, animals and humans. However, we must not forget about the visual degradation of the urban environment near the old industrial factories, which is very visible [4,5].

Change in the economic system from a socialist to a market economy, has brought major changes. Most plants were eliminated, only few managed to get off the ground again. One of the rare cases is also plant called “Cona Tezno”, where a high-tech industry development sets a new foundation of the old industrial area.

2. THE IMPORTANCE OF INDUSTRIAL AREAS FROM THE ECOSYSTEM FUNCTIONS VIEWPOINT

Economists see the degraded areas in extremely small possibility of renewal; these objects in the environment and the wider area offer no potential for growth. They are not aware that these areas are important for maintaining ecological balance, so it is necessary to renew them. On the industrial areas we must look as anthropogenic ecosystems with its functions, which have the potential to maintain natural balance. The 6th Sixth Environment Action Programme of EAP Thematic Strategy on the urban environment requires a high quality of life, where the level of pollution will not affect on human health and the environment and it will promote sustainability areas [6.7]. This means that we must regulate as soon as possible the degraded industrial areas.

Many foreign authors see the future of industrial areas in the development of industrial parks, which will operate on the principle of the natural ecosystem. Frosh and Gallapagos [8] were the first who started to encourage the development of industrial ecosystem. In

their opinion an industrial ecosystem system should use energy and materials optimally, production of waste would be minimal and waste materials should be used in other processes. Their system was based on material flow and energy metabolism in the industry. Industrial ecosystem should act as industrial parks in the environment. Cote [9] describes the eco-industrial park as an industrial system in which the nature and economic resources are preserved. This can be achieved by reducing production and lower energy consumption and the continued use of waste. Roberts points out that eco-industrial parks present industrial symbiosis which includes physical changes to materials, energy and water according to their ability to maintain ecological balance [10]. Most of these eco-industrial parks are based mainly on the functioning of the natural cycle of matter, which means that to the environment no additional sources come, but all exceeded energy and waste is consumed in this area. The best example in Europe for industrial ecological park is Kalundborg in Denmark and some timber factories in Finland. Ecological Industrial Park in Kalundborg brings together companies such as thermal power plant, oil refinery, pharmaceutical factory, the factory manufacturing plastic products, production of sulfuric acid, cement works and also fish and local farming [11].

All these work in symbiosis, which means that they all have their mutual benefit. Due to symbiotic activity of all actors there is no additional energy and waste in the environment, but everything is used again. Most of the cases described above are in terms of industrial ecosystems internal reorganization, but nobody can see the industrial area as anthropogenic ecosystems with their functions. Also, no one is looking into solutions to increase ecosystem functions in ecosystems through sustainable methods, which could contribute to increase environmental stability. Destination of increasing industrial ecosystem functions is reflected in the fact that in addition to impacts on water (retention, water purification and the creation of the biotope) can simultaneously prevent the negative effects of noise, smell, wind, dust. Those problems could be solved by ecoremediational approaches that will prevent the causes and not consequences. Revitalization, which is based on natural ecosystems, can be already considered at the construction site plan and with that the sustainable development of the region can be realized, with that the problems of the industrial environment can be solved [7,12].

3. ECOREMEDIATIONS IN INDUSTRIAL ZONES

Ecoremediations are sustainable methods for reducing soil degradation and conservation of ecosystem stability. These sustainable methods imitate the functioning of natural ecosystems, which have in their orthogenesis developed many remediation systems. Basic features of ecoremediations are a high buffering capacity, self-cleaning ability, increasing biodiversity and water retention. Therefore, with ecoremediations, degraded areas can be revitalized and thereby dynamic balance in the environment can be increased and maintained in long-term. Additional value of ecoremediations is also that, they have a high preventive effect and contribute to the coexistence of man and nature, and are in they are very favorable from financial terms. From this perspective, ecoremediations use sustainable idea of developments in each area, since its incorporation in the environment includes all three pillars: economic, ecological and social. Therefore, we estimate ecoremediations for economically and ecologically, especially in the long run, among the best ways to protect the environment [7].

Use of ecoremediation in industrial environments plays an important role, because the use of natural approaches can prevent multiple impacts which are caused by man to himself and to the natural environment. Destination of increasing industrial ecosystem functions with ecoremediations is reflected in the fact that in addition to impacts on water (retention, water purification and the creation of biotope) can simultaneously prevent the negative effects of noise, smell, wind, dust. Such ecoremediation approaches will prevent the causes and not their consequences. Revitalization, which is based on the natural ecosystems, can be already considered at the construction site plan and with that the sustainable development of the region can be realized, with that the problems of the industrial environment can be solved. Ecoremediations indirectly affect the sustainability of ecosystems, which increases stability, biodiversity and increase the self-cleaning ability of the environment [7.14].

4. ECOREMEDIATIONS IN ZONE TEZNO

Zone Tezno is a complete business, logistics and industrial area in the southeastern part of Maribor and the largest of its kind in Slovenia. Full Zone covers an area of 108 hectares, of which 60 per cent are built-up areas and the remaining 40 per cent is still waiting for the sealing [13].



Figure 1: Zone Tezno (<http://www.conatezno.si>)

Base of the Zone Tezno is the automotive industry, as in this area one of largest automobile industries in the former Yugoslavia – Car Factory Maribor (TAM) operated, which had its beginnings in a factory of aircraft parts for the German military aircraft. Today Zone Tezno is designed as industrial and business city of open type, in which numerous industrial and service activities are located. The industrial sector is dominated by automobile and metal manufacturing industry with high quality technologies and local knowledge. [13]

Zone Tezno itself wants to be eco-friendly, so the managers expressed a desire to revitalize the area with ecoremediations. We anticipate that the major environmental problems of the area are: pollution of soil and negative water balance, mainly because Zone Tezno is located in near the groundwater that fed Vrbanjski plateau, from where it draws drinking water for the municipality of Maribor and beyond. Also on the region there are problems with noise and dust particles.

Problem itself can be solved with help of ecoremediation, which is why we propose the following types of ecoremediation methods [7]:

- Phytoremediations are natural systems, which with help of certain plant species clean soil. From soil are removed: pesticides, fertilizers, heavy metals, solvents, oils, explosives. The method is cheap and effective. Product of phytoremediations is biomass, which can be used for various purposes.
- Constructed wetlands for waste water from paved surfaces.
- Plant rain gardens installed in low-lying by-houses, commercial areas, in the middle of parking spaces using gravel and plants, where the process of filtering through them is going on. Rainfall is diverted from gutters, roofs, and parking drive-ins into garden and so much purified water then sinks into the groundwater. Soil absorbs filtered rain so with that can be then draw trees, grass. That helps reduce pollution of storm sewer.
- Vegetation barriers are the physical barrier to wind, noise, dust, smell and other aerosol compounds.



Figure 2: *Possible ecoremediations in industrial zone (rain garden, vegetation barrier)*

All these ecoremediation methods have a special aesthetic function, as they can be created within established public green areas and thereby they can obtain a specific social function, because we know that green space has a beneficial effect on human physical and mental well-being.

SUMMARY

Industrial areas are anthropogenic ecosystems, which the man has changed for his benefit. The industry has a negative impact on the environment with the different ways of polluting. The most common problems of these areas are contaminated soils with heavy metals that are dangerous to humans, increased levels of noise and dust in the air and visually degraded environment, where the minimum potential for the development is estimated. These areas are biological poor and self-cleaning capacity is minimal. From the ecological point of view, these areas are important, because with the revitalization of the natural systems, the degradation of the area can be reduced and the self-cleaning ability of ecosystems can be increased. The result of revitalization is the increase of the evolutionary potential of the area. Effective revitalization of the industrial areas can be achieved with ecoremediations that reduce the impacts of land degradation, increase the biodiversity of the area and

have long-term impact on the sustainability of the ecosystem. Ecoremediation methods are simple and inexpensive, so that their use can already be included in the planning of buildings. They also have a social function, because they increase the harmony between the man and nature. The using of ecoremediations does not only increase the natural balance in the ecosystem, but with them the sustainability of the whole area can be achieved.

REFERENCES

- [1] www.ci.salisbury.nc.us/lm&d/2020/pdfs/07-industrialareas.pdf, (24.1.2010).
- [2] Vrišer, I. (2000). *Industrijska geografija*, Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana.
- [3] Ivanetič, J. (1998). Rudarstvo. *Geografski atlas Slovenije*, Ljubljana.
- [4] Špes, M. (2000). Geografske značilnosti pokrajinsko ranljivih območij v Sloveniji, *Geographica Slovenica*, No. 33, pp. 9 – 45.
- [5] Regvar, M. (2008). Ekoremediacija kontaminiranih zemljin, sedimentov in odlagališč odpadkov, *Ekoremediacije – sredstvo za doseganje okoljskih ciljev in trajnostnega razvoja v Sloveniji*, Katar, Ljubljana, pp. 71 – 93.
- [6] Vovk Korže, A. (2008). Trajnostni razvoj z ekoremediacijami, *Ekoremediacije – sredstvo za doseganje okoljskih ciljev in trajnostnega razvoja v Sloveniji*, Katar, Ljubljana, pp. 17 – 33.
- [7] Vrhovšek, D., Vovk Korže, A. (2009). *Ekoremediacije*, Filozofska fakulteta, ERM, Univerza Maribor, Limnos, Maribor.
- [8] Frosh, R., Gallapagos, N. (1989). Strategy for manufacturing, *Scientific American*, Vol. 3, No. 261, pp. 94 – 102.
- [9] Cote, R., Ellison, R., Grant, J., Hall, J., in ostali. (1994). *Designing and operating industrial parks as ecosystems*. Dalhousie University, Nova Scotia.
- [10] Roberts, B. (2004). The application of industrial ecology principles and planing guidelines for the development of eco-industrial parks, *Journal of celaner production*, Vol. 12, pp. 997 – 1010.
- [11] <http://www.symbiosis.dk/>, (14.1.2010).

- [12] Vovk Korže, A., Vrhovšek, D. (2007). Ekoremediacije v življenju Ljudi, *Geografski obzornik*, Vol. 54, No. 3 – 4, pp. 4 – 7.
- [13] <http://www.conatezno.si/>, 12.3.2010.
- [14] Vovk Korže, A. (2009). *Obogatitev cone Tezno tako z ekološkega kot tudi z estetskega vidika*, Contact informator poslovne proizvodnje cone Tezno v Mariboru. Maribor.

METODOLOGIJA IZRADE EKOREMEDIJACIONOG PLANA ZAGAĐENOG VODNOG RESURSA

Tijana Čoporda Mastilović, Gordana Dražić, Ana
Đorđević

Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: *Ekoremedijacija podrazumeva u savremenoj nauci nov pogled na "popravku" zagađene životne sredine, koja svojim tretmanskim ekosistemskim postupkom pokušava da se približi prirodnom procesu regeneracije. Ovakav prirodni proces primenjuje se na sva tri medija životne sredine, a izbor ekoremedijacionog plana zavisi od problematike posmatranog terena. U ovom radu će biti prikazana metodologija u izboru adekvatnog ekosistemskog procesora u slučaju zagađenja kako površinske vode tako i podzemne vode u složenim hidrogeološkim uslovima terena. Prečišćavanje zagađenog vodnog resursa, u tom slučaju, podrazumevalo bi konstrukciju takvog ekosistema koji bi primenom bioremedijacije i fitoremedijacije doprineo inteziviranju procesa samoprečišćavanja i površinskih i podzemnih voda. Osnovni princip u sagledavanju i prevazilaženju ovakve problematike jeste integralistički pristup u razumevanju prirodnih uslova zatečenog stanja, posebno osvrćući se na komunikaciju površinskih i podzemnih voda, migraciju zagađujuće materije i njene biogeohemijske procese. Primer na kome će biti izneta cela problematika vezana je za opštinu Kikindu, gde je usled dugogodišnjih neracionalnih privrednih aktivnosti došlo do narušavanja kvalitativnih karakteristika vodnog resursa površinskih i podzemnih voda.*

Ključne reči: ekoremedijacija/ vodni resurs/ biogeohemijski proces/ ERM plan

ECOREMEDIATION PLAN METHODOLOGY DEVELOPMENT FOR POLLUTED WATER RESOURCES

Tijana Čoporda Mastilović, Gordana Dražić, Ana
Đorđević,
Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Abstract: *Ecoremediation in modern science means a new look at the "repair" of polluted environment, which by its treatment ecosystem process tries to approach the natural process of regeneration. This natural process is applied to all three environmental media, and the choice of ecoremediation plan depends on the observed field problems. This paper will display a selection of appropriate methodologies of ecosystem process in the case of surface water pollution and ground water in hydrogeological terrain complex conditions. In this case, purification of polluted water resources means the construction of such ecosystems which would use phytoremediation and bioremediation to intensify the process of surface and ground water self-purification. The basic principle in identifying and overcoming these problems is an integral approach to understanding the natural conditions of the current situation, specially referring to the communication between surface and ground water, pollutants migration and their biogeochemical processes. An example on which the whole problem will be presented is related to the municipality of Kikinda, where the degradation of qualitative characteristics of surface and ground water resources, has accrued due to many years of irrational industrial activities.*

Key words: *ecoremediation/ biogeochemical process/ water resource/ ERM plan*

UVOD

Na području opštine Kikinda došlo je do narušavanja ekološkog statusa vodnog resursa površinskih i podzemnih voda usled nekontrolisanih dugogodišnjih privrednih aktivnosti. Podzemne vode obuhvataju prvu izdan, kao i duboku izdan pod pritiskom na dubini od oko 200 metara koja se koristi za eksploataciju vode za piće i industrijske potrebe [1]. Dugogodišnjom analizom utvrđeno je da podzemne vode duboke izdani odstupaju od Pravilnika o higijenskoj ispravnosti vode za piće. Na osnovu rezultata iz Hidrometerološkog zavoda za 2008. godinu, nijedan od kanalisanih tokova ne spadaju u zahtevanu klasu [2]. Kanalisani tokovi opštine Kikinde čine sistem kanala DTD, a pripadaju mu Kikindski kanal sa pritokom reke Galadske, kanalisana reka Zlatica sa pritokom Đukošina rečica i magistralni kanal na ulasku u Tisu [3]. Potencijalni zagađivači vodnog resursa, na posredan ili neposredan način, na istraživanom terenu bile bi sledeće identifikovane privredne aktivnosti: *neracionalna eksploatacija podzemnih voda; koegzistencija nafte i gasa u eksploataciji sa nedovoljno ispitanim posledicama po podzemne vode, podzemni i nadzemni transpot gasa i nafte, tretman isplake, nekontrolisana eksploatacija gline, peska i šljunka;,, nerešen problem optadnih voda industrije i poljoprivrede, problem odlaganja komunalnog otpada, poljoprivredne aktivnosti-velika obradivost poljoprivredne površine i aktivni razvoj stočarstvo* [4,1,3].

Ovim radom prikazaće se metodologija izrade strategije unapređenja i zaštite vodnog resursa sa aspekta ekoremedijacije, na lokaciji Števančeve bare u centru grada Kikinde.



Slika4: Satelitski snimak Števančeve bare (Goggle Earth)

Izrada ERM plana⁷ ima višenamensku upotrebu, kao što je sanitacija čvrstog i tečnog otpada; revitalizacija degradiranih prostora kao što su napušteni kopovi mineralnih sirovina; očuvanje i povećanje biodiverziteta; razvoj obnovljivih izvora energije dobijanjem biomase upotrebljenih biljnih zajednica u fitoremedijaciji i dr. [5]. Na pomenutoj lokaciji razmotriće se uslovi mogućnosti izgradnje ekosistemskog procesora u cilju obnavljanja degradiranog jezera i površinskih okolnih tokova, odnosno kanala. Ceo proces ne bi bio uspešan ne uzimajući u razmatranje istovremeno i remedijaciju zagađenih podzemnih voda prve izdani, koje su u najvećem broju slučajeva povezane sa površinskim vodama, predstavljajući na taj način osnovni izvor hranjenja površinskih voda. Uspostavljanjem hidrauličke veze između površinskih i podzemnih voda odstvaruje se međusobna komunikacija u zavisnosti od hidrometeoroloških uslova. Analizirajući geološke i hidrogeološke uslove terena [6], kao i na osnovu rezultata dosadašnjih istraživanja [7,3,4], može se izneti da postoji izvesna komunikacija između prve izdani i površinskih voda Števančeve bare. Števančeva bara ili Staro jezero je zapravo vodena površina koja predstavlja proširenje nekadašnjeg rečnog toka Galadske kroz Kikindu, koja se sastoji iz bazena za rekreativno sportske svrhe i okolnih sporoootičućih kanala [3]. Pomenuta namenjena Števančeve bare je van upotrebe zbog lošeg kvalitativnog stanja [4].



Slika 2: Prikaz stanjaobodnog kanala Števančeve bare, april 2009
(foto T.Čoporda Mastilović)

⁷ ERM plan- planski dokument o upravljanju ekosistemom (5)

1. USLOVI IZGRADNJE EKOSISTEMSKOG PROCESORA

Definisan ekološki status, prvenstveno hidrološke i hidrogeološke karakteristike terena, a potom i ostali prirodni faktori, uslovljavaju izbor adekvatnog ERM plana na istraživanom području.

Složenost posmatrane lokacije, kao i celog terena opštine Kikinde, sa aspekta izgradnje i upravljanja ekosistemskim procesorom⁸ ogleda se u sledećem:

- Kontaminacija prve i druge (duboke) izdani, kao i površinskih voda [1,2,3,4]
- Potencijalna kontaminacija zemljišta s obzirom na veliku površinu njene obradivosti od 92%
- Dominantne zagađujuće materije koje su zabeležene u nedozvoljenim granicama su organske i huminske materije i amonijak, a ponegde i gvožđe, mangan, arsen, olov i metan u podzemnim vodama duboke izdani [1], a u površinskim vodama Števančeve bare je skraćenom analizom konstatovano prisustvo većih količina organskih materija [4]
- Zbijeni tip prve izdani sa slobodnim nivoom i visokim nivoom podzemnih voda [7,3] uslovljava bržu infiltraciju zagađujuće materije sa tretiranog zemljišta ili iz procednih voda divljih deponija
- Sporo otičući vodotoci (na celom području) [4] umanjuju efekat samoprečišćavanja
- Izvesna migracija, premeštanje zagađujuće materije usled:
 - Izvesne hidrauličke povezanosti površinskih tokova i prve izdani
 - Složenih hidrodinamičkih karakteristike izdani, odnosno usled smenjivanja izdani pod pritiskom i izdani sa slobodnim nivoom [7]
 - Hranjenja prve izdani na račun duboke izdani u pojedinim delovima rasprostranjenja [1,7]

⁸ Ekosistemski procesor-konstruisani ekosistem koji treba da intezivira prirodne procese prečišćavanja (5)

- Nedovoljna (nepouzdana) ispitanoost porekla, oblika pojavljivanja i biogeohemijskih procesa zagađujuće materije, naročito organskog porekla

2. METODOLOGIJA IZRADE ERM PLANA

Metodologija za izbor adekvatnog modula ekosistemskog procesora, odnosno izrada strategije ERM plana na primeru Števančeve bare, sastojala bi se iz sledećih koraka [8] (površina istraživanja, sem same lokacije, zavisila bi od planskih aktivnosti, kao i od razvoja i rezultata istraživanja):

- Identifikacija zagađivača - izrada integralnog katastra zagađivača (uticaj deponija, naftnih bušotina, tretman isplake, upotreba sredstava za pospešivanje poljoprivredne proizvodnje, razvoj stočarstva, tačkasti izvori zagađenja, emisije i imisije ostalih industrijskih proizvodnih procesa ...) kojom bi se izvršila analiza uticaja na životnu sredinu-vodni resurs, sa posebnim osvrtom na naftne bušotine koje probijaju vodonosne slojeve duboke izdani-na celom području opštine Kikinda sa posebnim osvrtom na lokaciju oko Števančeve bare
- Procena rizika (karakterizacija rizika) [9] – definisanje, karakterizacija zagađujuće materije, njeno poreklo i njen uticaj na površinske, podzemne vode i zemljište u vremenskom i prostornom planu, sa posebnim osvrtom na potencijalnu pojavu, postojanost i migraciju zagađujućih materija iz naftnih bušotina s obzirom da tome nije dosad poklanjanja posebna pažnja, a postoji velika količina organskih materija u vodama. U ovom slučaju za organske materije treba utvrditi vidove pojavljivanja i njihove karakteristike u vodama uopšte, a potom i ulogu mikroorganizama na njih. Takođe posebnu pažnja treba da posvetiti nedozvoljenom prisusustvu amonijaka, kao i svih ostalih zagađujućih materija. Krajnji rezultat treba predstaviti krajnjim efektom procesa u smislu njihove negativne ili pozitivne promene.

- Ekonomska analiza opravdanosti izgradnje ekosistemskog procesa i predlog procesa ekoremedijacije koji obuhvata podzemne, površinske vode i zemljište

Za karakterizaciju zagađujuće materije kao i praćenje migracije i biogeohemijskih procesa zagađujuće materije u vodnom resursu, neophodno je postaviti monitoring sistemu u sklopu celokupnih detaljnih hidrogeoloških i multidisciplinarnih istraživanja. Biogeohemijski procesi se izučavaju u sklopu biogeohemije koja predstavlja kombinovanu naučnu disciplinu mikrobiologije i geohemije [10]. Monitoring sistem bi se u ovom slučaju, s obzirom na hidrogeološku složenost terena, sastojao od baterije pijeometara i osmatračkih bunara u blizini površinskih tokova (a i u široj zoni, u zavisnosti od rezultata istraživanja) [11,12]. Pijeometri u sklopu baterije postavljali bi se na različitim dubinama određenih vodonosnih slojeva prve i duboke izdani. Takvim monitoring sistemom izvršilo bi se praćenje nivoa podzemnih voda prve izdani u odnosu na vodostaj površinskih tokova, kako bi se utvrdila hidraulička povezanost, odnosno hranjenje podzemnih voda na račun površinskih i obrnuto. Takođe, uzimanjem uzoraka vode za bakteriološku i hemijsku analizu za različite vodonosne slojeve prve i duboke izdani, kao i uzimanje uzoraka stenskog materijala u određenim vremenskim intervalima, pratio bi se kvalitet vode i proces migracije zagađujuće materije. Uporedo bi se uzimali uzorci površinskih voda i zemljišta za hemijsku i laboratorijsku analizu. Konačno terenskim i laboratorijskim analizama uzetih uzoraka utvrdili bi se biogeohemijski procesi, odnosno uslovi filtracije i migracije zagađujuće materije u svom kružnom procesu (površinske vode, zemljište, izdan). Migracija podzemnih voda po definiciji predstavlja zakonitosti premeštanja čestica zagađujućih materija u porama geološke sredine, uzimajući u obzir fizičke, hemijske, biohemijske, bakteriološke, radiološke i druge izmene samih zagađujućih materije, geološke sredine i podzemnih voda, proistekle usled procesa uzajamnog dejstva između tečne i čvrste faze, praćene određenim fenomenima [13]. Taj interaktivni odnos se manifestuje preko mnogobrojnih procesa: advekcija, mehanička i hidrodinamička disperzija, difuzija, sorpcija, biorazgradnja, biodegradacija, taloženje, hemijske reakcije (oksidacija, redukcija, hidroliza), izmena toplote itd. [13].

Laboratorijskim i terenskim istraživanjima o karakterizaciji zagađujuće materije, kompatibilnosti mikroorganizama, brzini degradacije i hidrogeološkim karakteristikama terena omogućuje se uslovi za izbor adekvatnog bioremedijacionog postupka za podzemne vode, fitoremedijaciju površinskih voda i podzemnih voda prve izdani, kao i bioremedijaciju površinskih voda. Izborom adekvatnog ERM plana nastaviće se kontinualan definisan monitoring u cilju održivog upravljanja postavljenim ekosistemskim procesorom.

Sve tri faze, sa krajnim rezultatima istraživanja, treba sintetizovati u GIS (Geografski Informacioni Sistem).

3. EKOSISTEMSKI PROCESOR NA ŠTEVANČEVOJ BARI

Na osnovu svega iznetog, daće se predlog izrade ekosistemskog procesa, koji bi definitivno bio definisan i zaključen tek nakon sprovedenih pomenutih istraživanja. Izrada ERM plana može da se odnosi posebno na remedijaciju površinskih voda, podzemnih voda i zemljišta, ili u kombinaciji na sva tri medija u zavisnosti od stepena zagađenja i hidrogeoloških karakteristika terena. S obzirom na hidrogeološke karakteristike terena i stepena degradaciju vodnog resursa, u našem slučaju se razmatraju metode kojim bi se obuhvatila remedijacija i podzemnih i površinskih voda, kao i zemljišta, s obzirom na potencijalnu kontaminaciju zemljišta u odnosu na površinu njene obradivosti. Iz tih razloga u sklopu ekoremedijacije vodnog resursa razmotriće se neki aspekti, odnosno prikazat će se neke od mogućnosti koje bi mogle da se uklope u modul ekosistemskog procesa na primeru Števančeve bare.

Pre svega treba napomenuti, da bi upravljanje određenim ekosistemskim procesom bilo uspešno, treba sprečiti dalje emitovanje zagađujućih materija, mehanizmom “zagađivač plaća”[14] u sklopu ekonomsko-pravnih instrumenata definisanim u Zakonu o zaštiti životne sredine⁹ i Zakonu o vodama¹⁰.

⁹ Zakon o zaštiti životne sredine, Službeni glasnik RS", br. 135 / 2004 i 36 od 15.05. 2009

¹⁰ Zakon o vodama, Službeni glasnik, br 30/10, od 7.5.2010

Moguće strategije koje se razmatraju u slučaju izgradnje modula ekosistemskog procesora konačno bi bile :

- Obezbeđivanje stalnog protoka kanalisanih tokova za bezbedno obavljanje ekoremedijacionog postupka
- Razmotriti efikasnost postojećih trščaka, kao i sadnje vrbe ili topole u fitoremedijaciji podzemnih voda uporedo sa remedijacijom površinskih voda
- Primeniti neku od bioremedijacionih tehnologija u inteziviranju procesa biodegradacije podzemnih voda, koja se sastoji od grupe injekcionih i ekstrakcionih bunara. U injekcioni bunar se ubacuje supstrat koji bi pospešio biorazgradnju zagađujuće materije putem mikroorganizama, a ekstrakcionim bunarom bi se tretirana voda u zavinosti od potrebe ubacivala ponovo u sistem injekcionih bunara ili u vodeni recipijent (13). U zavisnosti od biogeochemijskih uslova sredine mogu se primeniti sistemi sa ubacivanjem nitrata, sistemi sa vazдушnim raspršivanjem, sistemi sa ubacivanjem određene grupe mikroorganizama (biomnožavanje), kao i sistemi sa ubacivanjem vodonik-peroksida [13].
- Ubrzan sistem bioremedijacije podzemnih voda sa dodavanjem H_2O_2 i hranjivih materija [13] bi predstavljalo praktično konstruktivno rešenja ukoliko uslovi to dozvoljavaju jer je primenjeno i na površinske vode, podzemne vode i zemljište. Sistem se sastoji od infiltracione galerije i ekstrakcionog bunara u koje se one direktno ubacuju na taj način u podzemne vode. U blizini takvog sistema nalazi se osmatrački bunar. Ovaj metod kao takav je i primenjiv za zagađena zemljišta iznad nivoa izdani, kada se u hranjive materije preko nfiltracione galerije ubacuju u podzemlje kako bi stimulisale biochemijske reakcije. U tom slučaju je jako bitno da hranjive materije dospeju do bakterija u tlu a ne do biljaka koje rastu u tlu. Princip se sastoji u tome da se injekcioni raskop naliva vodom obogaćenom kiseonikom i hranjivim materijama. Između perioda nalivanja neophodno je

sačekati da se infiltracioni raskop osuši kako bi se kiseonik difundovao u zemljište. Voda koja se crpi, odnosno ispumpava može se ekstrakcionim bunarima odvesti u kanalizaciju ili drugi recipijent, u našem slučaju u obodne kanale Števančeve bare, ili može ponovo da cirkuliše kroz injekcione bunare ili infiltracione raskope.

- Bioremedijacija duboke izdani, ukoliko se dodatnim istraživanjem utvrdi da je prva izdan zagađena hranjenjem na račun duboke zagađene izdani.

ZAKLJUČAK

Osnovni cilj izrade ekosistemskog procesora je da promoviše održivi privredni razvoj uz maksimalno očuvanje prirodnog kapitala, prvenstveno voda i zemljišta, a u skladu a razvojem novih “zelenih tehnologija“. Metodologija izrade ekoremedijacionog plana se prvenstveno zasniva na integralnom pristupu upravljanja ekosistemom, koje podrazumeva pozitivnu i otvorena saradnja eksperata iz raznih oblasti (hemija, biologija, hidrogeologija, pedologija, hidrologija, geologija, mikrobiologija). Kada je u pitanju ekoremedijacija vode, podzemne i površinske vode ne smeju da se posmatraju odvojeno, bez obzira na kvalitet jednog od oblika vodnog resursa. Zbog moguće hidrauličke povezanosti površinskih i podzemnih voda i karakterističnih hidrogeoloških uslova terena koji omogućavaju filtraciju i migraciju zagađujuće materije, detaljnim multidisciplinarnim istraživanjem treba obezbediti efikasan rad ekosistemskog procesora. Pod takvim procesorom podrazumeva se onaj modul koji će nesmetano da omogući prirodne uslove remedijacije, pojedinačno ili istovremeno za sva tri oblika resursa u zavisnosti od stepena degradacija površinskih voda, podzemnih voda i zemljišta.

Na području opštine Kikinde, odnosno na lokaciji Števančeve bare, pravilan izbor konstrukcije ekosistema po opisanoj metodologiji prvenstveno ima za cilj da omogući remedijaciju zatečenog stanja površinskih voda, podzemnih voda pa i zemljišta. Uz dobro postavljen ekosistemski procesor i kontinualan monitoring, ERM planom sa druge strane, pokušava da se spreči dalja

degradacija, što u krajnjoj liniji vodi uspostavljanu antropogenog ekosistema koji može efikasno da ispolji sve svoje vrednosti.

Zahvalnica:

Ovaj rad je urađen u okviru projekta MNTR Republike Srbije ev.

Br. TR 20208, autori zahvaljuju Ministarstvu na podršci

REFERENCE

- [1] "Balby International"- preduzeće za inženjering, projektovanje i izvođenje, 2006: Studija "Analiza lokalnog vodnog resursa duboke izdani izvorišta "Šumice" u Kikindi, aspekt kvaliteta i kvantiteta i definisanje uslova eksploatacije narednih 20 do 30 godina", Beograd
- [2] Republički hidrometeorološki zavod Srbije,
<http://www.hidmet.gov.rs/>
- [3] Opština Kikinda, Regionalni centar za zaštitu životne sredine za Centralnu i Istočnu Evropu, Kancelarija u SCG, 2005: LEAP Opštine Kikinda, Beograd
- [4] Fakultet za primenjenu ekologiju "Futura", Univerzitet "Singidunum", 2009: Studija "Ekološki profil opštine Kikinde - ekološko ekonomski indikatori, mere i preporuke zaštite, očuvanja životne sredine", Beograd
- [5] Gordana Dražić, 2010: *Ekoremedijacije*, skripta, Fakultet za primenjenu ekologiju "Futura", Univerzitet "Singidunum", Beograd
- [6] OGK SFRJ opštine Kikinda, L 33-47, 1: 100 000
- [7] Rudarsko-Geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Departman za hidrogeologiju i zaštitu podzemnih voda, 2007: Projekat detaljnih hidrogeoloških istraživanja na teritoriji opštine Kikinda, Beograd
- [8] Tijana Čoporda Mastilović, Gordana Dražić (2010): Hidrogeološke karakteristike opštine Kikinda sa aspekta Ekoremedijacije, III Međunarodna konferencija "Remedijacija 2010", Beograd
- [9] Saša Bakrač, 2009: *Metodologija procene ekološkog rizika*, Univerzitet "Singidunum", Fakultet za primenjenu ekologiju "Futura", Beograd
- [10] Scott C. Christenson and Isabelle M. Cozzarel: The Norman Landfill Environmental Research Site: What

Happens to the Waste in Landfills?, <http://pubs.usgs.gov/fs/fs-040-03/pdf/fs-040-03.pdf>

[11] Milovan Rakijaš, 2010: Monitoring podzemnih i površinskih voda u svim fazama eksploatacije sanitarne deponije, *Međunarodna konferencija; Otpadne vode, komunalni čvrst otpad i opasan otpad, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, Subotica*

[12] Miomir M. Komatina, 1990: *Hidrogeološka istraživanja-primenjena hidrogeologija III*, RO "Geozavod", Beograd

[13] Neven Krešić, Slobodan Vujasinović, Ivan Matić, 2006: *Remedijacija podzemnih voda i geosredine*, Rudarsko-Geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd

[14] Vladan Joldžić, 2008: *Ekološko pravo*, Univerzitet „Singidunum“, fakultet za primenjenu ekologiju „Futura“, Beograd

ECOREMEDIATION BY MEANS OF AFFORESTATION

Viera Petrášová, Katarína Melichová
Faculty of European Studies and Regional Development,
Slovak University of Agriculture in Nitra

Abstract: *This paper contains socio-economic analysis, which studies impacts of three national projects of afforestation of non-forest land in Slovakia, implemented since the second half of the 20th century. On the basis of historical facts and achieved results, it points out strengths and weaknesses of these projects. Paper also contains historical facts, that indicate purpose and reason behind afforestation in times, when in land law, rights of use were superior to proprietary rights. It studies current conditions of afforestation of non-forest land, financed through Rural development plan and defines its socio-economic impacts. In conclusion taking into account all findings and implications of this comprehensive analysis, paper suggests how to continue with efforts and activities in land protection by means of forestation, while contributing to improvement of quality of life in rural areas as well.*

Key words: *Afforestation/ Non-forest land/ Ecoremediation/ Socio-economic conditions*

INTRODUCTION

Mankind has been interested in land and its use since early agricultural beginnings. Total land area without the possibility of expansion is the most determining factor for man. Optimal exploitation of productive potential of land is subject to intensive research, especially in the last century, when the progress in agricultural production enabled surplus production of agricultural commodities and unprofitability of agricultural production. Limited resources for financial support in case of agricultural production force experts from EU countries to revalue the use of agricultural land. Besides limitations of financial character, many problems with

greenhouse effect, climate changes and danger of erosion emerge. In present day, when it comes to land, accent is given to tackling the problem of profitable use, determining the potential of agricultural land as requirement for available production and human capital in production process of food and other commodities, along with respect for ecologic requirements and landscape protection and preservation of rural settlements through higher employment in agricultural and forestry sector.

METHODOLOGY

Issue of optimizing the distribution of stock of land between agriculture, forestry and other sectors, where the land is an important factor is current, and it has been since mankind started interfering with landscape and evolution of nature. In Slovakia in the prehistoric period forests covered most of its territory. With progressing settlement primary vegetation was substituted with secondary, mostly agricultural communities that served the purpose of ensuring food supply and other necessary commodities produced from plants. This process is accessory to evolution of mankind, which can meet the constantly growing demand only by the means of intensification in bioproduction of arable crops.

Continuous elimination of ground vegetation, its substitution with arable crops result in unfavorable effects as well, which not only do not ensure increase of bioproduction, on the contrary they can result in decrease. Among these unfavorable effects are degradation and devastation of nature and decrease in land fertility. Ultimate and very striking phase of this degradation are barrens. Revitalization of lands like this has been solved mostly by the means of forestation.

Effort in reforestation of degraded land and non-forest land has long lasting tradition in Slovakia. Beginnings in afforestation date back to 17th century, when aeolian soil was forested. In the period of 1st Czechoslovakian republic in years 1937-39 approximately 350 hectares was afforested annually. The most extensive activities in forestation of land on our territory were enforced after adoption of General Development Plan for Agriculture, Forestry and Water

Management (GDP AFWM) in year 1945. This plan had been implemented for over 20 years.

Afforestation in Europe is performed for different reasons. Therefore, this paper processes literary sources about methods of forestation implemented in Europe on the basis of analysis of causes. We processed these sources by method of eliminating induction in a way that points out the most important determinants of forestation and influence on afforestation. By method of deduction we have elaborated a suggestion for measures increasing the synergy of effects of this process on rural areas and on inhabitants of rural areas.

1. AFFORESTATION PROGRAMS

The main aim of GDP AFWM was to finally resolve distribution of land resources of the country in terms of most efficient use of each hectare of land. The goal of the plan was also to address the issue of long-term development of agriculture, forestry and water management, such as delimitation of land resources, zoning of agricultural production, water and forest ameliorative measures, fertilization of lands destroyed and devastated in the past, soil protection from erosion, the question of purity of our streams, clean air, the possibility of increasing water supplies of the country etc.

The program was a key document for the gradual elimination of gaps in the protection and use of land resources. It became the starting point for a new distribution of cultures, the economic potential of land use and intensification of agricultural and forestry production. It was aimed at eliminating the negative consequences of human land use, including reducing damage to the natural environment. Despite some shortcomings in the selection of sites for afforestation, including the legal proprietary settlement, we can conclude that by afforestation, an important part of devastated land was returned to the forestry.

After adoption of GDP AFWM on basis of project of general delimitation of land resources according to Government Decree No. 606/1961, Slovakia has set to reforest 262,000 hectares of land. From this acreage, 49.10% falls within eroded soil, 34.79% for low-productive land, 10.77% for soils in the aquatic areas, 4.84% for land

intended for planting fast-growing plants, 0.25% for the establishment of forest belts and 0.25% for sand soil.

As stated in [1] Petrášová, V. - Zálesňák - Lalkovič, M., lands for afforestation have been established:

- a) In accordance with slope position over 25 °, altitude 750 m above sea level, the average annual temperature below 6 ° C, average annual rainfall of 800 mm, allowed the use of the slope of 18 ° C as the basic criterion for determining areas for afforestation,
- b) Depth of soil profile.

Evaluation of the program was not actually carried out.

Forest stand that has been planted can be evaluated, particularly now, namely in terms of production and stability of forest stands. From the socio-economic point of view, in this period, particular issues of land protection and consolidation of plots had been addressed. At that time right of use has been superior to land ownership.

In the next period in 1991, the Czechoslovakian government has dealt with attenuation agriculture program in which, inter alia, focus is aimed on the change in use of land resources through grassing and afforestation. This Program was in 1994 adopted by the Government of Slovak republic. This concerned the agricultural land of the type "N" – non suitable for agro-ecosystems and in some case of the type "T4" – low-productive permanent grassland.

Localized agricultural land is crucially situated in areas where agricultural production was virtually the only economic activity for the local population. Since forest management is essentially less demanding from potential workforce point of view, afforestation is accompanying effect of migration of population to central villages and cities, with well known negative effects. Afforestation in these areas should be controlled in a way, so that better utilization of productive potential of soils of higher quality in the region can be ensured, although this region does not meet the criteria considered in the supra-regional, national standard. In these cases, it is necessary to restrict the unprofitable production, which is typical for the forestry at the beginning of production and puts pressure on the subsidies from the state budget.

Afforestation was concentrated in the areas of high concentration of forests, in which a significant increase in already high density of forests might not be desirable in terms of landscaping

features. The afforestation program of non-forest land has considered the afforestation of plots, which are exclusively in private ownership or joint ownership, as well. During this period, the proposed land area for afforestation was 44 to 55,000 ha of non-forest land. The land was classified in spite of the fact that attenuation of agricultural production was handled, namely from the aspect of soil protection.

a) Land non suitable for agricultural production, "N" is type of land with the extremely poor soil properties, namely:

- Thickness of plow layer of soil up to 0.1 m and more than 50% of gravel and scree in this layer;
- Content of gravel and scree in plow layer above 80%;
- Presence of boulders on the surface at a density that prevents use of land in agricultural sense;
- Permanently waterlogged (groundwater level continuously at the surface) with impossibility of treatment for agricultural use of land;
- Degradation of land by natural seeding of ground wood, which is not suitable for disposal;
- Gradient of slope at 25 °;
- Gradient of slope at 15 ° - 25 ° with the use of agricultural land in cultures that causes conditions for direct soil devastation by erosion;
- Lack of access and inadequate width for agricultural mechanization;
- 0.15 hectares in area, where land can not be connected to the surrounding agricultural lands for agricultural uses.

b) Land non suitable for agricultural production, afforestation is justified by the general interest in the ecologiasation of the region and agricultural activities, regardless of the possible productive potential of land, in particular:

- Land partially overgrown with forest trees that are advisable to maintain in the system of ecological stability of the territory,
- Contaminated land on which ameliorative measures have to be taken and subsequently afforestation performed for land protection purposes,

- Sites that are part of the framework projects for recovery of the most vulnerable areas of Slovakia and the attenuation of impact of anthropogenic activity on agricultural land and rural areas (wind, water and soil erosion),
- The establishment of anti-erosion strips on borders of sloping land in particular, to replace the balks that in broken terrain or topography in addition to the property boundaries play an important role in protection from erosion.

c) Land, which is suitable for agricultural production with respect to their productive potential, but they should be afforested mainly for environmental reasons such as:

- Implementation of the territorial system of ecological stability in a particular locality,
- The creation of new, reconstruction and expansion of existing windbreaks,
- Planting, renovation and expansion of streamside stand, tree and scrub vegetation,
- Increasing the representation of the total forest area within intensively used agricultural land.

The objectives of this program of afforestation are of the economic and ecological nature. The total production potential of land should have increased especially with regard to improvement of the ecological stability and, consequently, the environment. Implementation of the Program, in particular public beneficial functions was the reason why the costs for afforestation were reimbursed from the state budget. Lack of funds meant that the program was canceled in 1999. By that time 667 ha of private land was afforested and nearly 3000 ha of area with cross timber has been settled.

1.1 Financial support for program of afforestation of non-forest land

EU contribution to the afforestation of non-forest land to individual countries is governed by Council Regulation (EEC) No. 2080/92. Land has been forested according to this directive.

Owners and users have been reimbursed for:

- The costs of elaborating an assessments of projects,

- Reimbursement of planting material of the owner, in case that owner forested specified land at his own expense,
- The cost of permanent change in the type of land by afforestation in forest providing period (up to 7 years) and this up to a maximum amount of costs referred to in afforestation projects. The owner could get up to 80% deposit for the project. The final award of grants was conditioned by quality of project and by handing over the carried out work to the competent forestry authorities.

2. SUPPORTING EU POLICY IN 2004 – 2013 PERIOD

The program of afforestation of agricultural land with standard type of trees is in line with forestation policy of SR and with EU measures, and it is aimed at supporting forestry, which should contribute to reconstruction and development of ecological and social functions of forests in rural areas. Purpose of the first afforestation of agricultural land is to extend and improve forest resources in order to protect the environment and mitigate climate change. Any first afforestation should be adapted to local conditions and should be in harmony with the environment and enhance biodiversity. Agricultural land proposed for afforestation in accordance with the state developed long-term concept covers area of approximately 23,000 ha.

Afforestation of agricultural land, in the period 2004-2006, was supported by the Rural Development Plan. 15 projects with a total acreage of forested land by conventional species, which covered 100 ha have been submitted and approved, of which 13 projects of afforestation were carried out with mixed species, 1 project with broadleaf and 1 with conifers.

Owners and users during afforestation per area unit cover:

- the cost of afforestation of land,
- Premium per hectare afforested to contribute to cover its maintaining for a maximum period of five years,
- an annual premium per hectare as a contribution to cover loss of income resulting from afforestation for a maximum period of 15 years for farmers or their associations, who

worked the land before its afforestation or for any other natural person or entity under private law.

Currently, there is a great interest in the program, but deep-going problems with project implementation caused the poor enforcement of afforestation. In terms of improving the socioeconomic conditions in rural areas, it has the following disadvantages:

- Projects expenditure refund (the owners do not have enough funds),
- Complex projects, a large administrative burden (in previous times there were special projects for helping owners with demanding administrative procedures),
- Nonexistent linkage to employment does not create synergy of activities in the social environment of the regions (municipalities, landowners, tenants of land and businesses employed on the land ...)

3. DISCUSSION AND CONCLUSION

Afforestation program for agriculturally nonutilisable non-forest land was part of the government attenuation program in agriculture, but also the program that should contribute to restoration of ecological stability of the Slovak countryside. Increasing the acreage of forest land contributes to the long-term improvements in forest resources, prevents the greenhouse effect and encourages the absorption of carbon dioxide and eliminates the effects of climate change. As stated in [2] Jarábková, J and [3] Fáziková, M, until recently, when there was work-related migration of rural population outside rural areas, the question of care for the countryside arises. In the protection of landscape and nature as well, necessary work needs to be carried out, but also in care for the further development of tourism. In Slovakia, tourism is currently very important to the whole economy of Slovakia. Tourism is characterized by many services in which rural residents find work.

Development in the effects of afforestation in rural country can be generalized in several stages (Table. 1):

Table 1. *Trend in expected effects of afforestation:*

period	1. stage 17 th cent. – 1950	2. stage 1951 – 1990	3. stage 1991 – 2010	4. stage 2010 – ...
effects	- soil protection	- soil protection, - landscaping* * in EU countries at the beginning of 90ties	- soil protection, - attenuation of agricultural production, - landscaping	- soil protection, - attenuation of agriculture, - climate changes, - reducing greenhouse effect - rural tourism, - employment

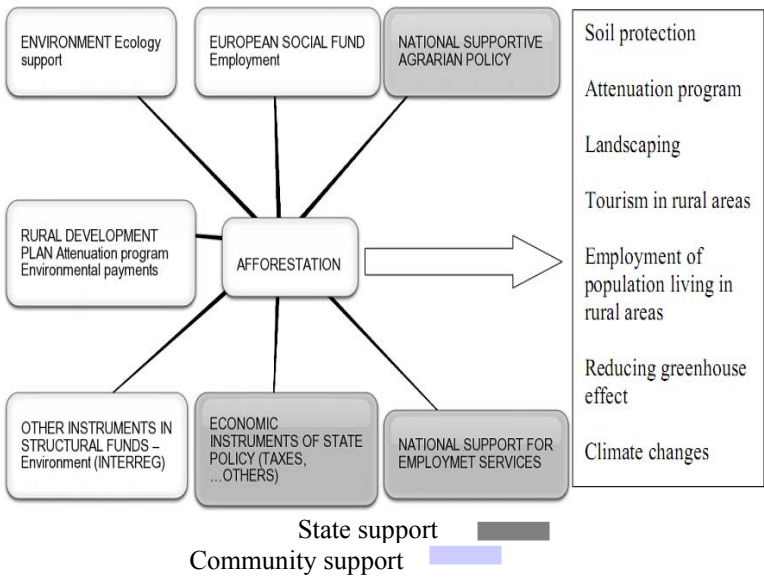
The forest policy should encourage the development of tourism in present day and in the near future, however it did not become the part of rural policy in Slovak republic. Rural tourism can not exist without the aspect of rural area. The topics on the tourism, the engagement of human sources into development of rural activities and on the current situation of tourism, which can not exist without the forest industry were elaborated by Jarábková, J. [4] and [5] and Fáziková, M. and Milotová, B. [6]. The forest industry shall be integrated into the rural area and all kind of support shall be used in order to achieve the synergic effect. The social sources within this field may not be shared by the fields of activities (agriculture, tourism, forestry, crafts...) but it shall cover all capacity of rural sources.

The program of afforestation in Slovakia is carried out by woodlanders, but without direct cooperation with farmers. Separate management of forest and agricultural land and loss of relationship between farmers and forest management, influenced by period of years 1950 - 1990 mean that the program is best promoted through a special state-funded institution. In Poland, where special agricultural cooperatives were not formed, the program for the afforestation of land is implemented for 12 years. It is supported by state funds and

the EU. Program is implemented by farmers themselves and state forest institution.

In Slovakia the program may be supported, besides the farmers' own resources, by financial funds for development of the Slovak labor market, for maintaining ecological balance in the country by eliminating soil degradation, for reducing the greenhouse effect as well. The current situation is illustrated in Fig.1.

Figure 1. *System of support for afforestation program in Slovak republic*



Effects of afforestation of non-forest soils are extensive. Good farmer must consider how to best use their land. In addition to the publicly beneficial functions of the new forest, for which this program is supported by state and EU, there can be real benefits for the owner. He can grow trees for the production of split billets, especially in case of planting the fast-growing trees.

REFERENCES

- [1] Petrášová, V. - Zálesňák - Lalkovič, M.: *Zalesňovanie nelesných pôd*. Les, ÚVVP Zvolen, 1997, roč. 53, príloha, 34 s. (in Slovak)
- [2] Jarábková, J: *Typológia obcí z hľadiska ich pripravenosti na rozvoj aktivít cestovného ruchu*. In: Konferencia mladých vedeckých pracovníkov Fakulty ekonomiky a manažmentu : Nitra 5.12.1999. - Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2000. - ISBN 80-7137-675-2. - s. 194-199. (in Slovak)
- [3] Fáziková, M-Milotová B.: *Methodological and methodical approaches to measure the quality of life in rural municipalities*, In Regions - countryside - environment 2009 : international scietific conference, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2009. - ISBN 978-80-552-0224-2. - S. 15.
- [4] Jarábková, J: *Ľudský potenciál a jeho zapojenie do rozvojových aktivít vidieckych obcí* In : *Ekonomika životného prostredia a trvalo udržateľný rozvoj* : IV. diel : Zborník vedeckých prác. - Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2000. - ISBN 80-7137-718-X. - s. 130-135. (in Slovak)
- [5] Jarábková, J: *Finančná a inštitucionálna podpora rozvoja cestovného ruchu v Slovenskej republike* In: *Pripravenosť asociovaných krajín na štruktúrnú politiku EÚ* : Zborník vedeckých prác : Nitra 16.-17.5.2002. - Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2002. - ISBN 80-8069-028-6. - s. 487-491. (in Slovak)
- [6] Fáziková, M: *Life quality determinants of the rural areas in Slovakia the concept of the research at the FESRD UP to 2015* In *Acta regionalia et environmentalica* : vedecký časopis pre regionálne a environmentálne vedy = the scientific journal for regional and environmental sciences. - Nitra, 2004-, 2004 : Slovenská poľnohospodárska univerzita. - ISSN 1336-5452. - Roč. 6, č. 1 (2009), s. 1-5.

EKOREMEDIJACIJA U POLJOPRIVREDI – RATARSTVU

Aleksandar Jović

Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: *Ekoremedijacija je princip koji omogućava obnavljanje i renaturalizaciju degradiranih prostora i/ili zaštitu prirodnog kapitala. Ekoremedijacija u poljoprivrednoj odnosno ratarskoj proizvodnji podrazumeva korišćenje prirodnih procesa u zaštiti i unapređenju korišćenja prirodnih resursa u ostvarivanju te proizvodnje, ovde se pre svega misli na zaštitu i unapređenje poljoprivrednog zemljišta, vode i vazduha. U Srbiji postoji potreba za čišćenjem određenih površina poljoprivrednog zemljišta koje su zagađene opasnim materijama. Primena fitoremedijacije u čišćenju tako zagađenog zemljišta nameće se kao alternativa skupim i agresivnim poznatim procesima čišćenja životne sredine.*

Da bi se eliminisali negativni uticaji ratarske proizvodnje odnosno poljoprivrede na životnu sredinu, neophodno je razvijati sasvim novi pristup u toj proizvodnji, koji treba da obezbedi trajanje i samoobnavljanje pojedinih prirodnih faktora. Ovaj pristup počiva na poštovanju bioloških zakonitosti prirodne sredine u kojoj se odvija ratarska proizvodnja.

U zaštiti zemljišta od degradacije najznačajnije su preventivne mere, uočavanje opasnosti i iznalaženje odgovarajućih rešenja za njihovo prevazilaženje. Zbog toga je neophodna kontrola „zdravlja“ zemljišta, to jest monitoring kvaliteta zemljišta. Međutim pošto ipak dolazi do degradacije zemljišta, potrebno je primenjivati odgovarajuće mere sanacije određenim tehničkim i tehnološkim postupcima, gde su postupci ekoremedijacije veoma bitni.

Ključne reči: *ekoremedijacija/ fitoremedijacija/ zagađenje zemljišt/ degradacija zemljišta/ poljoprivredna proizvodnja*

ECOREMEDIATION IN AGRICULTURE – FARMING

Aleksandar Jović

Faculty of Applied Ecology Futura, Singidunum
University

Abstract: *Ecoremediation is the principle which allows renaturalization and recovery of degraded space and / or protection of natural capital. Ecoremediation in agricultural crop production includes use of natural processes in the protection and promotion of the use of natural resources in the realization of the production, here primarily refers to the protection and improvement of agricultural land, water and air. In Serbia there is a need for cleaning certain areas of agricultural land contaminated by hazardous substances. The application of phytoremediation to clean polluted soil so imposed as an alternative to costly and aggressive cleaning processes of the environment.*

In order to eliminate the negative impacts of agriculture on the environment, it is necessary to develop an entirely new approach to the production, which should provide the duration and self-healing of certain natural factors. This approach is based on respect for the laws of biological environment in which crop production takes place. The protection of land degradation are the most important preventive measures, identification of hazards and finding appropriate solutions to overcome them. It is therefore necessary control "health" of land, which is monitoring soil quality. But as yet there is a degradation of land, it is necessary to apply appropriate measures of rehabilitation with certain technical and technological procedures, where procedures of ecoremediation is very important.

Key words: *ecoremediation/ phytoremediation/ soil pollution/ soil degradation/ agricultural production*

UVOD

Poznato je, da je u poslednjim decenijama došlo do naglog razvoja društva, urbanizacije, industrijalizacije kao i povećanja stanovništva u svetu. Sve ovo je dovelo, da se počnu intenzivnije koristiti prirodna bogastva Zemlje. Kada je reč o poljoprivredi odnosno ratarskoj proizvodnji ona je sve intenzivnija i za povećanje iste između ostalog koriste se značajne količine veštačkog đubriva i drugih zaštitnih sredstava, a što često doprinosi zagađenju zemljišta, vode, vazduha, a i samoj degradaciji.

1. POLJOPRIVREDA – RATARSTVO

Poljoprivredna proizvodnja je jedna od najstarijih privrednih delatnosti. Ona je po mnogo čemu specifična, jer njen razvoj zavisi od čitavog niza prirodnih i društvenih faktora. Osnovni cilj poljoprivredne proizvodnje je da obezbedi dovoljno zdrave hrane za stanovništvo planete Zemlje. Prošlo je vreme ekstenzivne poljoprivredne proizvodnje sa svojim negativnim posledicama na prirodnu sredinu, a došlo je vreme nauke sa posebnim zahtevima za racionalno korišćenje prirodnih resursa u prvom redu, zemljišta i vode. Veliki broj činilaca je doprineo povećanju prinosa ratarskih kultura, a najznačajniji su: primena dostignuća naučno-istraživačkog rada u oblasti genetike i oplemenjavanju biljaka omogućuje stvaranje velikog broja novih sorti biljnih kultura visokog genetičkog potencijala rodosti; došlo je do usavršavanja metoda gajenja ratarskih kultura, najviše pod uticajem razvoja industrije, poljoprivrednih mašina, mineralnih đubriva i pesticida.

Za neko zemljište “dobrih” karakteristika za ratarsku proizvodnju, kaže se da je: meko i lako se drobi, lako se cedi i brzo zagreva u proleće, ne puca prilikom nicanja useva, dobro upija padavine, dobro zadržava vlagu u sušnom periodu, sadrži brojne populacije mikroorganizama ...

Zemljišni prostor, pre svega njegov produktivni deo ugrožene je aktivnošću čoveka. Te aktivnosti često plodno poljoprivredno zemljište isključuju iz ratarske proizvodnje nekad privremeno, nekad trajno. Pomenute aktivnosti su poseda urbanizacije, industrijalizacije, površinskih kopova uglja i drugih ruda, puteva i

drugo. Prema nekim podacima u Srbiji se na ovaj način svake godine izgubi više od 4.000 hektara plodnog zemljišta.

U poslednje vreme se piše i govori zagađujućim supstancama vezanim za ratarsku proizvodnju, pre svega o mineralnim đubrivima, pesticidima, teškim metalima ... Poslednjih godina kao opasan neprijatelj zemljišta pojavljuju se i takozvane kisele kiše. Neki podaci govore da su kisele kiše ugrozile preko 10.000.000 hektara zemljišta, pre svega u Evropi i Severnoj Americi. Erozijom zemljišta (kao prirodnim procesom, koji se može ubrzati sečom šuma i pogrešnim korišćenjem zemljišta) značajno se doprinosi ispiranju i odnošenju najsitnijih i najplodnijih čestica rastresite podloge zemljišta. Uzroci erozije su različiti: izlivanje reka, velike padavine, jaki vetrovi i dr.

Da bi se zemljište zaštitilo od zagađujućih supstanci moraju se znati izvori zagađenja, količine zagađujućih materija i njihovo štetno dejstvo. Analiza zemljišta predstavlja jedan od najbitnijih procesa u samoj zaštiti zemljišta. Analizom zemljišta dobijaju se informacije o stanju zemljišta, na osnovu kojih se donose odluke o đubrenju zemljišta u smislu količine i vrste đubriva, kao i o vremenu njihove primene. Međutim, praksa ratarskih proizvođača u našoj zemlji, često je bez predhodnih analiza, a što za posledicu ima često nepoželjne rezultate. Ovo može dovesti do zakiseljavanja zemljišta, jer su mnoga đubriva fiziološki kisela, a postoji mogućnost da ispiranjem ili poniranjem dospeju i do podzemnih voda te ih zagađe. Stalna i neracionalna upotreba nekih fosfornih đubriva može dovesti do povećanja radioaktivnih materija u zemljištu. Da bi se ovo sprečilo doneti su zakonski propisi o maksimalno dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu.

Tabela 1. Maksimalno dozvoljeni sadržaj opasnih i štetnih materija u zemljištu prema važećim propisima Republike Srbije

Redni broj	Hemijski elementi	Maksimalno dozvoljen sadržaj u mg/kg zemlje
1.	Kadmijum	do 2
2.	Olovo	do 100

3.	Živa	do 2
4.	Arsen	do 28
5.	Hrom	do 100
6.	Nikl	do 50
7.	Fluor	do 300
8.	Bakar	do 100
9.	Cink	do 300
10.	Bor	do 50

2. EKOREMEDIJACIJA U POLJOPRIVREDI – RATARSTVU

Ekoremedijacija u poljoprivrednoj odnosno ratarskoj proizvodnji podrazumeva korišćenje prirodnih procesa u zaštiti i unapređenju korišćenja prirodnih resursa u ostvarivanju te proizvodnje. Već je istaknuto da razvoj odnosno industrija, rudarstvo, turizam pa i sama poljoprivredna proizvodnja a i druge grane privrede, pored značajnog doprinosa razvoju, doprinose i poremećaju u prirodi odnosno životnoj sredini.

Jedan od načina sanacije degradiranog zemljišta je remedijacija. U zavisnosti od vrste i obima zagađenja kao i od zagađenog prostora – zemljišta, primenjuju se različite metode remedijacije.

Aktivnosti na remedijaciji se izvode kroz sledeće faze:

1. Istraživanje u cilju identifikacije vrste i obima zagađenja
2. Izrada modela disperzije zagađujuće materije u zemljištu
3. Laboratorijski pilot testovi remedijacije
4. Terenski pilot testovi remedijacije
5. Izvođenje remedijacije uz kontrolu uzorkovanja i merenja

Negativni uticaj intenzivne proizvodnje u ratarstvu, ali i u celokupnoj privredi, predmet je ozbiljnih rasprava u mnogim razvijenim zemljama, već od početka 80-ih godina 20. veka.

Kao rezultat tih rasprava proistekli su novi sistemi ukupne poljoprivredne proizvodnje, a unutar nje i ratarske proizvodnje. Sve ovo traje i danas, jer svi novi predloženi alternativni sistemi u proizvodnji počivaju na manje intenzivnoj tehnologiji proizvodnje, sa većim naglaskom na očuvanje agroekosistema. Međutim, na drugoj strani broj stanovnika se stalno povećava, pa su potrebe za hranom sve veće. Zbog ovog antagonizma mnogo lakše se utvrdi šta nije dobro u postojećoj tehnologiji, nego kako proizvesti dovoljno hrane pri ekstenzivnoj agrotehnici. U praksi najrazvijenijih zemalja agrarne proizvodnje danas su prisutna tri sistema gajenja ratarskih kultura, a to su:

- Postojeća intenzivna tehnologija gajenja ratarskih kultura,
- organska poljoprivreda i
- održiva odnosno integralna poljoprivredna proizvodnja.

U zagađujuće materije zemljišta, prema nekim istraživanjima u Srbiji, spadaju: teški metali, pesticidi, PCB, PAH-ovi, radio nuklidi, kisele kiše, otpadne vode, čestice prašine, uglja, ruda, neki patogeni organizmi i drugo. Veći deo zagađujućih materija dospeva u zemljište direktno kao posledica intenzivne obrade, ili se prirodno mogu naći u takvom tipu zemljišta. Ne treba zaboraviti i da jedan deo toksičnih materija može doći indirektno u zemljište od strane drugih zagađivača (fabrike, otpadne vode, spiranje jalovine ...). Pod dejstvom zagađujućih materija degradirano zemljište se samoprečišćava, sve dok tu mogućnost odnosno sposobnost ne izgubi.

Teški metali (živa, nikl, olovo, bakar, gvožđe, cink i dr.) su toksične materije, koje se uključuju u lanac ishrane, pri tome predstavljajući dugoročan rizik za biodiverzitet na dugoročnom nivou. Rizik može da se ogleda kroz: pogoršanje zdravlja ljudi, biljaka ili životinja; promena kvaliteta i strukture zemljišta; kontaminacija podzemnih ili površinskih voda. Odgovori na probleme vezane za zagađivanje zemljišta su pokušaji na planu prečišćavanja. Tako se neki prirodni procesi vezani za sposobnost određenih biljaka iskorišćavaju u svrhu remedijacije to jest čišćenja zemljišta. Ekoremedijacija je princip, koji omogućava obnavljanje i renaturalizaciju degradiranog prostora i/ili zaštitu prirodnih resursa u ovoj proizvodnji. Ekoremedijacija predstavlja metod integralnog upravljanja ekosistemom kroz očuvanje, prečišćavanje i unapređenje

elemenata ekosistema podržavajući samoodrživost kroz dinamičku promenu strukture ekosistema.

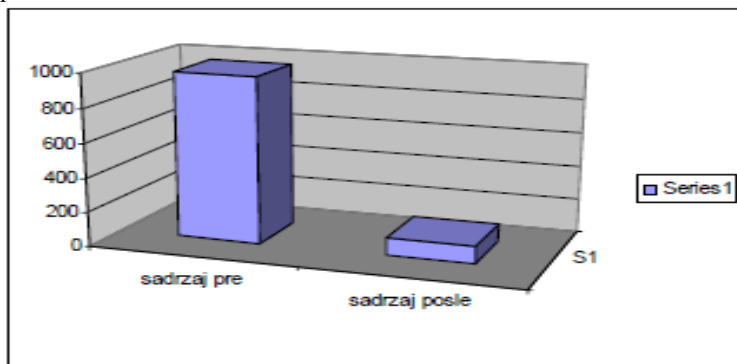
Danas se u nauci zna za 500 samoniklih i nekoliko vrsta gajenih biljaka, koje se koriste u remedijaciji. Međutim, samonikle biljke imaju malu biomasu pa se poslednjih godina veći značaj pridaje gajenim biljkama, jer proizvode veću biomasu pa su prihvatljivije kao superakumulatori zagađivača iz zemljišta i vode. Biljke doprinose i razvoju diverziteta i aktivnosti mikroflore u zemljištu, koja takođe ima veoma važnu ulogu u transformaciji zagađivača. Danas se zna za 200 vrsta mikroorganizama koje samostalno ili u nekoj kombinaciji mogu da razgrađuju različite zagađivače bilo organskog ili neorganskog porekla prisutne u zemljištu. Korišćenje biljaka za remedijaciju zagađenih zemljišta i voda naziva se fitoremedijacija. Metod fitoremedijacije u odnosu na klasične načine je znatno efikasniji i jeftiniji. Fitoremedijacija se deli na:

- Fitoekstrakciju (postupak se koristi uglavnom za teške metale i radionukleide) – princip fitoremedijacije je sledeći: na kontaminirano tlo se posade biljke koje zatim iz tla izvlače zagađivače te ih inkorporiraju u svoju biljnu masu, postupak se ponavlja nekoliko puta kako bi se tlo što bolje očistilo od zagađujućih materija.
- Rizofiltraciju (postupak kojim biljka apsorbira teške metale iz vode putem korena, ili ih koren apsorbira na svoju površinu te ih na taj način imobilizuje iz vode)
- Fitostabilizaciju (postupak kojim biljka zadržava zagađivače u svojoj blizini, odnosno u zoni oko korena i time sprečava njihovo dalje širenje u tlo i podzemne vode)
- Fitovolatilizaciju (postupak kojim biljke nakon što apsorbiraju zagađujuće materije iz tla ili vode, menjaju oblik organskim molekulima iz toksičnog u netoksični, biljke pretvaraju zagađivač u polimerizovani oblik te ga skladište u svom tkivu)

Potreba za čišćenjem određenih površina poljoprivrednog zemljišta zagađenih opasnim materijama i u Srbiji postoji. Primena fitoremedijacije u čišćenju takvog prostora nameće se kao alternativa skupim i agresivnim procesima čišćenja u životnoj sredini. Fitoremedijacija je primenjena u projektu čišćenja zemljišta u okolini Fabrike akumulatora Sombor. O ovome istraživači Marija

Vlajković i ostali u svom radu “Zelena tehnologija za održivost zemljišta”, saopštavaju:

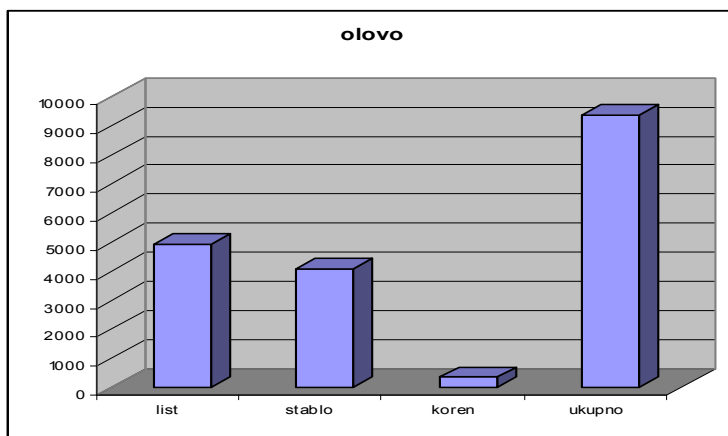
“Fitoakumulacija olova iz zemljišta – indukovana fitoekstrakcija podrazumeva tok fitoremedijacije sa indukcijom (dodavanjem helatnih agenasa). U toku 2000. – 2001. Godine, sprovedeno je istraživanje indukovane ili vođene fitoremedijacije ex situ na zemljištu sa kontaminiranog terena, primenom biljne vrste *Brassica juncea*. U manjem stepenu su korišćene i *Helianthus annus*, *Calamagrostis epigeios*, *Tussilago farfara* i *Sysimbrium orientale*. Usvajanje olova iz zemljišta od strane biljne vrste *Brassica juncea*, je nakon fitoremedijacije iznosilo ukupno 9342,62 mg/kg. Najviše olova *Brassica juncea* je akumulirala i translocirala u zelene listove, stablo i koren. Sadržaj olova u zemljištu nakon primene indukovane fitoremedijacije u jednoj žetvenoj sezoni je snižen više od deset puta”.



Grafikon 1. Sadržaj olova u zemljištu pre i posle fitoremedijacije

Istraživanje se sastojalo iz:

1. Identifikacija terena
2. Hemijske analize zemljišta pre upotrebe fitoremedijacije
3. Sađenje biljaka fitoakumulatora
4. Primena agrikulturnih i tehničkih mera za rast i razvoj biljaka
5. Sakupljanje i sušenje biljaka
6. Analiza zemljišta posle završene fitoremedijacije
7. Hemijske analize zelenih ostataka biljaka
8. Određivanje faktora CF (faktora koncentracije) biljaka



Grafikon 2. *Raspored usvojenog olova u biljnoj vrsti Brassica juncea*

Da bi se eliminisali negativni uticaji ratarske proizvodnje na životnu sredinu, neophodno je razvijati sasvim novi pristup toj proizvodnji, koja treba da obezbedi trajanje i samoobnavljanje pojedinih prirodnih faktora. Održiva proizvodnja obezbeđuje ekonomičnost u proizvodnji ratarskih kultura, a obezbeđuje i zaštitu životne sredine. Održiva proizvodnja u ratarstvu, je prema tome neka vrsta kompromisa između ratarske proizvodnje koja počiva na primeni intenzivne tehnologije gajenja biljnih kultura i organske proizvodnje u ratarstvu.

ZAKLJUČAK

Imajući u vidu da je zemljište jedan od osnovnih prirodnih faktora, uslov opstanak živog sveta, a da su površine obradivog zemljišta ograničene, zemljište se danas nalazi u žiži interesovanja u celom svetu. Kvalitet ratarskih proizvoda odnosno poljoprivrednih proizvoda u velikoj meri zavisi od zemljišta, zbog čega se očuvanje njegovih:

- hemijskih
- fizičkih i

- mikrobioloških svojstava ima kako ekološki tako i ekonomski značaj.

U zaštiti zemljišta od degradacije, najznačajnije su preventivne mere, uočavanje opasnosti i iznalaženje odgovarajućih rešenja za njihovo prevazilaženje. Zbog toga je neophodna kontrola “zdravlja” zemljišta to jest monitoring kvaliteta zemljišta.

Međutim pošto ipak dolazi do degradacije zemljišta, potrebno je primenjivati odgovarajuće mere sanacije određenim tehničkim i tehnološkim postupcima, među kojima se izdvaja ekoremedijacija. Jer se ona nameće kao alternativa skupim i agresivnim procesima zaštite i čišćenja životne sredine.

Ratarsku proizvodnju u budućnosti treba zasnivati na načelima održive ili integralne ratarske proizvodnje.

REFERENCE

- [1] Dr Gordana Dražić, Slavoljub Marković, *“Ekoremedijacija”*, Futura Beograd, 2009.
- [2] Dr Gligorije Antonović i ostali, *“Ekologija i zaštita životne sredine”*, Zavod za udžbenike, Beograd, 1995.
- [3] White P.J., “Phytoremediation assisted by micro-organism”, *Trends in Plant Science* 6 (11), 502, 2001.
- [4] Mara Vlajković, Bojka Blagojević, Jasminka Đorđević-Miloradović, Mirjana Stupar, Dragana Radić-Jovanović, *“Zelena tehnologija za održivost zemljišta”*, Eco-Conference 2001 - Novi Sad, 2001.
- [5] Sekulić P., Kastori P., Hadžić B., *“Zaštita zemljišta od degradacije”*, Naučni institut za agronomiju, Novi Sad, 2003.
- [6] Jablanović M., *“Biljke u zagađenim ekosistemima”*, Naučna knjiga, Beograd, 1991.
- [7] Janković M. M., *“Biodiverzitet”*, Institut za zaštitu bilja, Beograd, 1995.
- [8] Veselinović D., Gržetić I., Đarmati D., *“Stanje i procesi u životnoj sredini”*, Beogradski univerzitet, 1995.

RECONSTRUCTION AND GROWTH OF FOREST ON ABANDONED CARBONATE SOILS IN SLOVAKIA

Rudolf Petráš, Julian Mesco
National Forest Centre –Forest Research Institute, Zvolen

Abstract: *Growth of stands of forest tree species on abandoned carbonate soils about 20-40 years after their establishment is assessed. Empirical material was obtained in 1995 from 4 permanent research plots in the locality Hrhov, where limestone forms geological parent rock, and from 3 experimental plots in the locality Periská with dolomite parent rock. Stands composed of a mixture of Austrian pine, Scots pine and Manna ash may be considered the most suitable stands. The mentioned tree species have also the best height and diameter growth. Both pine species reach on the studied soil locations average site classes, and in future they may fulfil also production function. The results confirm recent finding that Austrian pine, Scots pine together with Manna ash are the most suitable tree species for afforestation even of the most extreme abandoned land, mainly on carbonate parent rock. Any marked differences have not appeared in their growth what concerns limestone or dolomite parent rock.*

Key words: abandoned land/Austrian pine/Scots pine/Manna ash

INTRODUCTION

Reconstruction of forest lands by their reforestation has a long history on the territory of Slovakia. First written records come from the 17th century. The Forest Order of the empress Maria Theresa of 1770, according to which mainly territories with lack of wood had to be afforested, follows them. Also the first forest law of 1880 imposed an obligation to afforest lands damaged by erosion, landslides, avalanches and others. The notice of the Ministry of Ploughing issued in 1893 regarded afforestation of newly included abandoned lands under state administration. On the basis of this

notice there were afforested about 6,500 ha of lands until 1945. Though immediately after 1945 there were efforts to afforest abandoned lands quickly, they were not successful. In 1954 there was adopted General plan of the improvement of agriculture, forest and water management. Main objective of this plan was delimitation of agricultural and forest land resources. Lands unsuitable for agricultural purposes were included into forest land resources and they were intended for afforestation. In the first stage lands on extreme sites were afforested, and in the second stage lands with permanently low yields. Decision on afforestation of about 260,000 ha of lands for the period 1959-1980 was the result of delimitation. After its implementation the forest coverage of Slovakia had to increase by 5%. Regarding the mentioned area about one half was afforested, and one half of afforested lands were formerly abandoned lands with extreme site conditions. In Slovakia mainly bad soil properties, bad air and soil microclimate and namely bad water regime represent extreme site conditions. Last effort with large-scale afforestation of non-forest lands was carried out in 1994 when the government of SR adopted a programme on afforestation of lands not usable in agriculture. The programme was cancelled after five years and at present non-forest lands are afforested only sporadically.

1. RECONSTRUCTION OF FOREST ON CARBONATE SOILS

Forest Research Institute started to participate in the programme of afforestation of abandoned lands in 1961. Forest researchers dealt mainly with ways of afforestation of abandoned carbonate lands. These lands had the most extreme conditions and it was the reason that the afforestation failed. TUŽINSKÝ (1998) states that in that period there were established 24 experimental plots where various tree species were tested, as well as various soil preparations, quality of planting stock and its treatment after planting out. Experimental plots were established in two typically carbonate localities (Fig. 1), one locality Periská in western part of Slovakia (ZACHAR et al. 1969) and locality Hrhov in southeastern part (ZACHAR et al. 1973). Locality Periská was situated on dolomite limestone (in the Brezovské Mountains) and locality Hrhov on

limestone of Slovakian Carst. Both localities represent the worst category of abandoned lands. Devastation and degradation effects mainly of anthropogenic origin excluded completely these plots from reproduction process. There were opinions in forest practice that their recultivation or eventual afforestation is impossible.

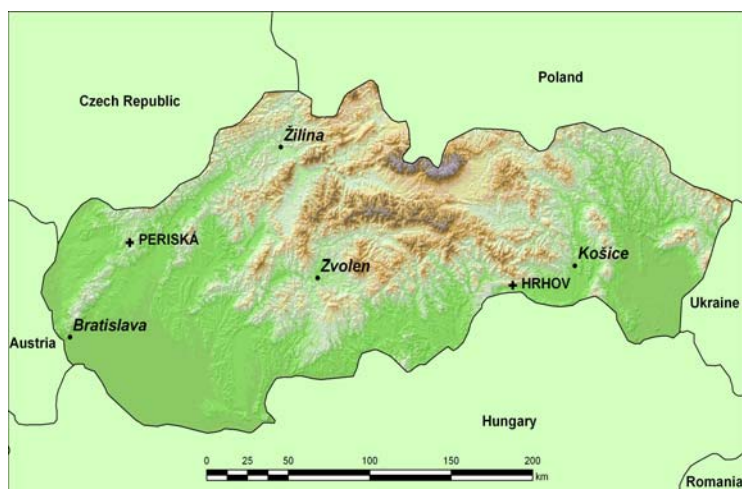


Fig. 1 *Locality Periská and Hrhov in south and east part of Slovakia*

In the locality Hrhov there were established several series of experimental plots during the period 1959-1965. The plots were mainly grey, naked and relatively steep stony slopes with southeastern aspect. In the locality Periská experimental plots were established from 1957. Both localities have moderately warm up to warm sub-humid climate with annual average temperature of about 8° C, total annual precipitation 700-750 mm and altitude about 300-550 m. Extreme character of these localities lies, first of all, in their geological and soil conditions, which are characteristic for naked parent rock, and insufficient soil layer. What concerns topographic elements, slope gradient and broken relief with various, but mostly southern slope orientation, are decisive. They are characteristic mainly for lack of soil moisture.

The aim of the paper is to assess the growth of forest tree species and their stands on abandoned carbonate soils in Slovakia

about 20-40 years after their establishment and to evaluate production potentials of studied sites by means of stands growth.

2. EMPIRICAL MATERIAL

On the plots, which were afforested in the years 1957-1965, experimental plots were established and measured in 1995. Measurements were aimed at finding number of trees according to tree species, their mean diameters, heights and age of tree species. In the locality Hrhov 4 experimental plots were established. All of them were located on southern slope with slope gradient 18-20° and at the altitude 300-350 m. Age of studied stands was 30-35 years. In the locality Periská there were 3 experimental plots, all on southeastern – southwestern slope with slope gradient 25-30° and the altitude 350-400 m. Age of stands was 20-38 years.

3. RESULTS

3.1 Numbers of trees and tree species composition

Total numbers of trees per 1 ha dropped with higher age of stands in the same way in both localities, namely from about 15,000 trees at the age of 20 years to 2,000 trees at the age of 38 years (Fig. 2). The examined stands are mixed of 3-6 tree species with various proportions:

Austrian pine (<i>Pinus nigra</i> Arnold)	10 – 76%,
Scots pine (<i>Pinus silvestris</i> L.)	5 – 61%,
Manna ash (<i>Fraxinus ornus</i> L.)	0 – 64%,
Mahaleb cherry (<i>Prunus mahaleb</i> L.)	0 – 23%,
Silver lime (<i>Tilia tomentosa</i>)	0 – 11%
Turkey oak (<i>Quercus cerris</i> L.)	0 – 8%,
Pedunculate oak (<i>Quercus robur</i> L.)	0 – 21%,
Whitebeam (<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz)	0 – 2%,
European beech (<i>Fagus sylvatica</i> L.)	0 – 5%

It is obvious from the given overview that Austrian pine, Scots pine and Manna ash have decisive proportions.

Their common proportion ranges from 71% to 100%. These tree species proved the best in the afforestation of the studied localities. Also ZACHAR et al. (1969, 1973) confirmed that Austrian pine together with Manna ash are the most suitable tree species for the afforestation of the most extreme abandoned lands on all kinds of parent rock. In addition to trees, there occur on the plots also shrubs as Common juniper, European cornel, Whitebeam, European barberry and Hawthorn.

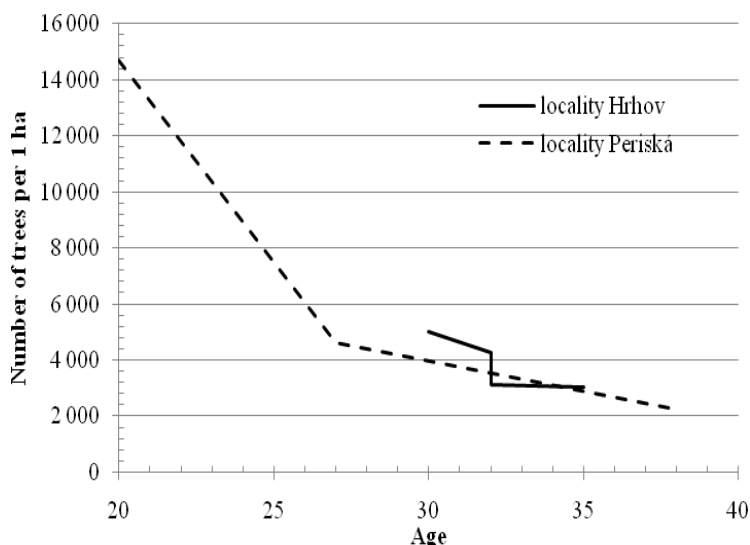


Fig. 2 Numbers of trees per 1 ha of experimental plots according of age

3.2 Height and diameter growth of tree species

Height and diameter growth characterizes the best not only every tree species but also the quality of site, where respective tree species grow. Austrian pine reaches the greatest height (Fig. 3), and particularly in the locality Periská it is about 5-12 m at the age of 20-38 years. Mean height increment is 0.25-0.32 m. Scots pine reaches lower height by about 2 m. Manna ash reaches markedly lower heights, namely in the locality Periská at the age of 20-27 years only about 3 m, and in the locality Hrhov at the age of 32-35 years about

4-4.5 m. Its mean increment is 0.1-0.15 m. This value results not only from lower height growth of Manna ash but also from frequent damage by forest game. If browsing of terminal buds damages trunks of trees they grow to several lateral sprouts.

It is similar for diameter growth (Fig. 4). Austrian pine reaches the greatest diameters. In the locality Hrhov at the age of 30-35 years average diameter is 14-12 cm and in Periská locality 8-14 cm at the age of 20-37 years. Mean diameter increments are about 0.35-0.45 cm. Manna ash has average diameter only 1.5-2.0 cm in Periská locality and 4.0-4.5 cm in Hrhov. Mean increment of ash is only 0.06-0.14 cm. Of other tree species height growth of oak and Mahaleb cherry within the range 1.0-5.0 m is interesting similarly to the heights of beech trees of about 4.0-5.0 m in the locality Periská. Other tree species, first of all shrubs, reach heights only within 0.5m.

In addition to comparing average heights and diameters also their variability was assessed. The result was a finding that Austrian pine reacts to the differences in the quality of site the least of all tree species.

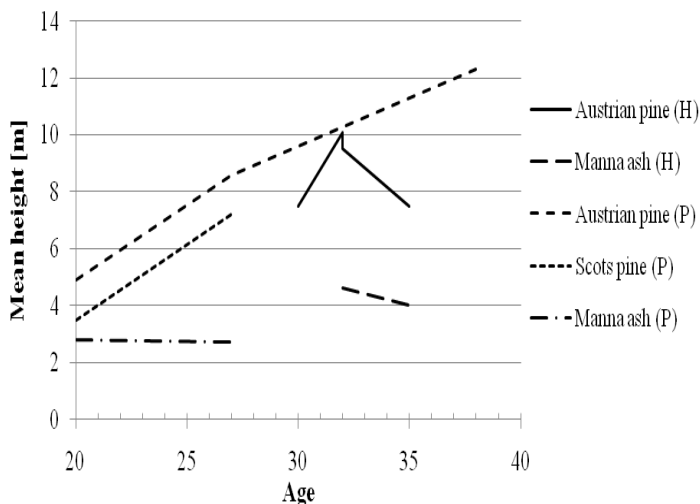


Fig. 3 Mean height of the tree species on experimental plots of locality Hrhov (H) and Periská (P)

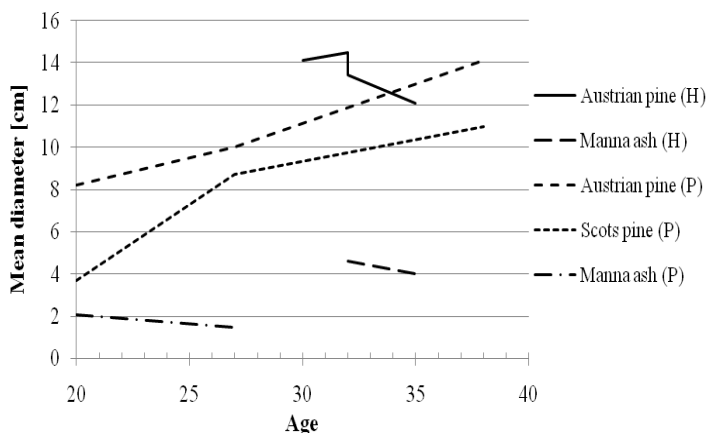


Fig. 4 Mean diameter of the tree species on experimental plots of locality Hrhov (H) and Periská (P)

3.3 Quality of site in studied localities

It was assessed according to site classes of studied stands in both localities. Site indexes (mean heights in the age 100 years) were determined according to domestic yield tables (HALAJ et al. 1987). Tree species from Hrhov reach site indexes in the range 16-26 and from Periská locality 16-28. Austrian pine and Scots pine reach in the locality Hrhov the same site indexes in the range 18-26, Manna ash has site indexes 16-18 and oaks 18-20. On experimental plots in the locality Periská is the range of site indexes, with some small exceptions, more similar to each other what concerns respective tree species, and especially of Austrian pine which has site indexes in the range 22-24. Scots pine has site indexes in the range 20-22. Manna ash has site index 16 and beech 18.

Though original intention of the afforestation of degraded lands was only establishment of any forest stand, after about 20-40 years we may state that both pine species may reach even site classes. It means that a protective forest may become in future also a forest producing wood. Other tree species have not such potential

SUMMARY

Growth of the stands of forest tree species on abandoned carbonate lands in Slovakia is assessed about 20-40 years after their afforestation. Empirical material was obtained in 1995 on 4 permanent research plots in Hrhov locality where limestone is parent rock, and on 3 experimental plots with dolomite parent rock in Periská locality. We may consider the stands formed of the mixture of Austrian pine, Scots pine and Manna ash the most suitable. The mentioned tree species reach also the best height and diameter growth. Both pine species reach on the studied sites average site classes what means that in future they may fulfil also wood production function. The results confirmed the knowledge that Austrian pine, Scots pine together with Manna ash are the most suitable tree species for afforestation even of the most extreme abandoned lands, especially on carbonate parent rocks. Any more significant differences in their growth on limestone or dolomite parent rock were not found.

REFERENCES

- HALAJ, J., GRÉK, J., PÁNEK, F., PETRÁŠ, R., ŘEHÁK, J., 1987: *Rastové tabuľky hlavných drevín ČSSR*. [Yield tables of main tree species]. Bratislava, Príroda 1987, 361 pp.
- TUŽINSKÝ, L., 1998: *Delimitácia pôdneho fondu a história zalesňovania nelesných pôd* [Delimitation of soil ground and history of afforestation of non-forest lands]. In: Zalesňovanie nelesných pôd stále aktuálne [Afforestation of non-forest lands is still actual], Zvolen, Lesnícky výskumný ústav Zvolen, 1998, p. 9-13
- ZACHAR, D., ČERMÁK, V., INTRIBUS, R., CHARVÁT K., LEONTOVIČ, R., MIDRIAK, R., TRANČÍK, P., 1969: *Výskum spustených pôd Periská a ich zalesňovanie* [Research of deteriorated soils in Periská and their afforestation]. Lesnícke štúdie, No 2, 1969, Bratislava, Príroda, 144 pp.
- ZACHAR, D., INTRIBUS, R., LIPTÁK, J., MIDRIAK, R., SLIVKAK, J., 1973: *Výskum zalesňovania spustených pôd v Slovenskom krase* [Research on the afforestation of devastated soils in the Slovak Karst]. Lesnícke štúdie, No 16, 1973, Bratislava, Príroda, 164 pp.

MIKROBIOLOŠKA AKTIVNOST DEPOSOLA RUDNIKA MAJDANPEK I MOGUĆNOST PREŽIVLJAVANJA SADNICA U NJIMA

Vesna Golubović Ćurguz, Dragana Dražić, Milorad
Veselinović, Zoran Miletić
Institut za šumarstvo, Beograd

Izvod: *U Srbiji je površinska eksploatacija dominantna u ukupnoj eksploataciji sirovina. Pri površinskoj eksploataciji mineralnih sirovina deponovanjem otkrivke nastaju novoformirani supstrati koji se nazivaju deposolima ili tehnogenim zemljištima. To su zemljišta čiji se dubinski profil sastoji od slojeva različitog litološkog sastava otkrivke koje su nesistematски deponovane. Prema granulometrijskom sastavu to su uglavnom supstrati lakog mehaničkog sastava (peskovite ilovače ili ilovasti peskovi) ili nešto težeg (glinovite ili peskovite ilovače). Hemijske osobine ispitivanih deposola pokazuju izuzetno visoka kiselost, povišen sadržaj Cu i Pb u površinskom sloju i izražen nedostatak organske materije, a samim tim i ukupnog azota. Iako deposole rudnika bakra u Majdanpeku karakteriše visoka varijabilnost svojstava, na svim ispitivanim lokalitetima konstatovana je veoma slaba mikrobiološka aktivnost. Dobijeni rezultati svih urađenih analiza ukazuju da to mogu biti ograničavajući faktor u biološkoj rekultivaciji, zato je u neposrednoj okolini rudnika neophodna sadnja biljaka koje su inokulisane mikoriznim gljivama jer su to područja sa niskim prirodnim inokulnim potencijalom. Inokulacijom biljnih vrsta mikoriznim gljivama korenov sistem sadnica postaje adaptiran na ekstremne uslove zemljišta što rezultira poboljšanim upijanjem hranljivih materija čime se postiže bolji rast biljaka, i to znatno više u odnosu na nemikorizirane.*

Ključne reči: *deposoli/ mikrobiološka aktivnost/ sadnice/ mikorizne gljive*

MICROBIOLOGICAL ACTIVITY OF THE DEPOSOLS OF MAJDANPEK AND POSSIBILITY OF SURVIVAL SEEDLINGS ON IT

Vesna Golubović Ćurguz, Dragana Dražić, Milorad
Veselinović, Zoran Miletić
Institute of Forestry, Belgrade

Abstract: *Surface mining, as a method of exploitation of mineral and other raw materials, has been increasingly used throughout the Republic of Serbia. The newly formed soils, obtained by overburden removal during surface mining, are referred to as deposols or technogene soils. They are soils whose deep cross section consists of layers of different lithological composition of unsystematically dumped soil. The physical properties of the deposol are characterised by the light texture content (sands or loamy sands) or heavy (clays, loams or silty loams). These soils are also characterised by the high concentration of the soil acidity, high concentration of the toxic metals (Cu, Pb) and they do not contain organic matter. The deposols of copper mine in Majdanpek are characterised by the high variability of the properties and extremely weak microbial activity. Based on the results of our researches that characteristics can be the limiting factor in the recultivation, and the areas in the vicinity of mines the planting of the plants inoculated by the mycorrhizal fungi is necessary, since these areas are characterized by the high content of heavy metals, and low natural inoculated potentia. By the inoculation of the plant species by mycorrhizal fungi the root system of the seedlings adapts to the extreme soil conditions, which results in the increased adoption of the nutritive matter, by which the better growth of plants is achieved, to a considerably greater extent in comparison with the non-mycorrhizal fungi.*

Key words: *deposol/ microbiological activity/seedlings/ mycorrhizal fungi*

UVOD

Površinska eksploatacija je jedan od najstarijih načina iskopa mineralnih sirovina, a u Srbiji je dominantna u ukupnoj eksploataciji sirovina [1]. Današnji površinski kopovi, zahvaljujući razvoju tehnike i tehnologija, zauzimaju ogromna prostranstva, a sirovina se eksploatiše na velikim dubinama. U eksploataciji obojenih metala kod nas su najzastupljeniji veliki i duboki površinski kopovi od kojih su najznačajniji rudnici u Majdanpeku i Boru.

Rudnik bakra Majdanpek je poznat još iz rimskog doba, a površinska eksploatacija je započela 1958. godine. Kao posledica rudarskih aktivnosti, degradirano je više od 800 ha površine. Prvobitni šumsko planinsko-brdski teren je iskopavanjima i deponovanjem deposola (odložene jalovine) pretvoren u potpuno drugačiji oblik reljefa. Formirane su mnogobrojne neravne površine sa depresijama i uzdignutim kupama. Po sastavu ovaj odloženi supstrat predstavlja konglomerat različito kombinovanih po sastavu i količini, litoloških slojeva otkrivke [2]. Odlagališta jalovine su strma, erodirana i visoke kiselosti (pH je najčešće 2.9-3.4), a karakterišu ga i visoke koncentracije toksičnih metala koji mogu biti ograničavajući faktor u rekultivaciji. Upravo iz ovih razloga, a i zato jer su to područja sa niskim prirodnim inokulnim potencijalom u okolini rudnika neophodna je sadnja biljaka koje su inokulisane mikoriznim gljivama. Prisustvo mikorizne simbioze na korenu sadnica drveća je često jedini preduslov za preživljavanje i rast tih sadnica pod nepovoljnim uslovima spoljne sredine [3]. U ovoj zajednici obe komponente imaju koristi od zajedničkog života. Gljiva (mikobiont) doprinosi povećanju mase korena [4], što omogućava biljci da usvoji hranljive materije koje su na većoj dubini od korena. Odnosno, doprinos gljiva kao simbionta na korenu omogućava bolje snabdevanje biljke hranljivim materijama iz zemljišta, što rezultira poboljšanjem rasta biljaka, i to znatno više u odnosu na nemikorizirane. Pored apsorpcije hranljivih materija ektomikoriza može da zaštiti korenov sistem od naseljavanja patogenih i saprofitskih mikroorganizama [5]. Stoga mikorizirane sadnice treba formirati u rasadniku pri proizvodnji sadnog materijala jer nakon sadnje, zemljište utiče na prisustvo mikoriznih gljiva svojim fizičkim i hemijskim osobinama, a pre svega povećanim koncentracijama teških metala koji mogu biti pojedinačno prisutni

[6], ili je više elemenata zajedno [7, 8]. Ektomikoriza utiče na povećanje rasta i lakši prijem sadnica na ugroženim mestima jer su ektomikorizne gljive obligatno povezane sa korenom biljaka domaćina i povećavaju rezistentnost biljaka u odnosu na različite stresove okoline (zaštiti od suše, temperaturnih ekstrema i smanjenju negativnih uticaja teških metala na biljke) [9,3].

Ovako formirane sadnice mogu se koristiti za rekultivaciju antropogeno oštećenih zemljišta pri površinskoj eksploataciji prirodnih resursa (uglja, metala i dr.) kao i za uspješnije pošumljavanje obešumljenih degradiranih zemljišta.

1. MATERIJAL I METOD RADA

Na deposolu rudnika Majdanpek je sa pet različitih, slučajno odabranih lokaliteta, uzorkovan supstrat za proveru fizičko hemijskih osobina, mikrobiološke aktivnosti i sadržaja teških metala (Cu, Pb, Ni i Cd). Fizičko hemijske analize uzoraka zemljišta izvršene su u pedološkoj laboratoriji Instituta za šumarstvo. Konzervacija i priprema uzoraka za ukupan sadržaj svih elemenata urađen je prema UNEP-UN (ECE 1998) [10], metod 9190 SH i metod 9190SA dok je sadržaj teških metala u supstratima (Cu, Pb, Cd, Ni) određen metodom atomske apsorpcione spektrofotometrije

Za analizu zemljišne mikroflore uzimani su uzorci sa svih ispitivanih lokaliteta iz horizonta dubine do 10 cm. Analizirana je ukupna mikroflora na zemljišnom agaru, oligonitrofilni mikroorganizmi na Eržbijevom agaru, amonifikacione bakterije iz ciklusa kruženja azota na MPA podlozi, gljive na Čapekovom i aktinomicete na sintetičkom agaru Krasiljnikova. Zasejavanje je vršeno na ovim podlogama zemljišnom suspenzijom 0,1 ccm u razredjenju 10^{-3} . Podaci o broju mikroorganizama preračunati su na 1 gr vazdušno suvog zemljišta.

2. REZULTATI RADA

2.1. Fizičko osobine deposola

Fizička svojstva deposola karakteriše lak teksturni sastav. Po teksturnoj klasi četiri ispitana deposola (A, B, C i E) pripadaju peskovitim ilovačama, ali sa veoma izraženim međusobnim razlikama.

Tabela 1. *Teksturni sastav deposola*

	krupan pesak	sitan pesak	prah	glina	ukupan pesak	ukupna glina	teksturna klasa
Lrb(cm)	%	%	%	%	%	%	
A (0-10)	33.0	35.2	8.0	23.8	68.2	31.8	Peskovita ilovača
B (0-10)	22.2	37.9	17.9	22.0	60.1	39.9	Peskovita ilovača
C (0-10)	32.5	28.7	16.0	22.8	61.2	38.8	Peskovita ilovača
D (0-10)	23.6	25.3	18.6	32.5	48.9	51.1	Peskovito glinovita ilovača
E (0-10)	29.2	30.4	18.0	22.4	59.6	40.4	Peskovita ilovača

Deposol sa lokaliteta D se po teksturnom sastavu jako razlikuje od ostalih (tabela 1). Pripada klasi peskovito-glinovitih ilovača, poseduje drugačije hemijske osobine, što ukazuje da se radi o deposolu sasvim drugačijeg mineraloškog sastava, odnosno da nije iz istog ili sličnih litoloških slojeva otkrivke.

2.2. Hemijske osobine supstrata

U ispitanim deposolima, konstatovana je izuzetno visoka aktivna i supstituciona i hidrolitička kiselost na svih pet ispitivanih lokaliteta (Tabela 2).

Tabela 2. *Hemijske karakteristike deposola*

Lrb	dubina	pH		slobodni	ukupni		pristupačni	
		H ₂ O	KCl	CaCO ₃	humus	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	cm			%	%	%	mg/100g	mg/100g
A	0-10	2.10	1.90	-	4.80	0.07	1.8	1.74
B	0-10	2.30	2.00	-	0.97	0.09	0.3	1.97
C	0-10	2.80	2.00	-	0.86	0.08	0.4	2.58
D	0-10	2.30	1.90	-	0.88	0.17	14.6	3.60
E	0-10	3.30	2.40	-	0.97	0.14	0.3	5.20

Suma adsorbovanih baznih katjona, nije mogla da se analizira kod uzoraka A, B i D, čija je aktivna kiselost 2.1 do 2.3, a supstituciona 1.9 do 2 pH jedinica. Za titraciju dobijenog ekstrakta utrošak 0.1M NaOH je bio veći nego za titraciju čistog ekstrakcionog sredstva. To ukazuje da su u ovim deposolima prisutne hidrolitički jako kisele soli (najverovatnije sulfati), a da je adsorptivni kompleks zasićen kiselim katjonima (H, Al i Fe) koji smanjuju alkalnost zemljišnog rastvora čime se objašnjava jako izražena hidrolitička kiselost uzoraka A, B i D. Sadržaj ukupnog humusa na svim lokalitetima je izuzetno nizak, izuzev na lokalitetu A. Sadržaj ukupnog azota nizak je na svim ispitivanim lokalitetima, što ukazuje na izuzetno širok C/N odnos i slabe uslove za mineralizaciju organskog azota i njegovo pojavljivanje u pristupačnim oblicima. Ispitivani deposoli su siromašni u lako pristupačnim oblicima kalijuma i fosfora, koji su u izuzetnom deficitu, što za posledicu ima slabu ili nikakvu zastupljenost biljaka na ovim lokalitetima. Jedino je kod lokaliteta D konstatovana dobra obezbeđenost fosforom.

2.3. Sadržaj teških metala u deposolu

Rezultati analiza zemljišta na oglednim površinama (Tabela 3) pokazuju da ova antropogena zemljišta imaju povišen sadržaj Cu i Pb u površinskom sloju. Verovatno je razlog tome lak mehanički sastav, tj. mali sadržaj glinenih čestica kao adsorbenata.

Tabela 3. *Sadržaj teških metala (ppm) u uzorcima deposola*

Lokalitet	Opis uzorka i prisustvo vegetacije	Cu	Pb	Cd	Ni
A	žuto-sivi (dominira siva)-bez vegetacije	20,3	7,9	0,1	9,3
B	žućkasto-sivo-okor-bez vegetacije	90,0	8,1	0,2	0,9
C	crvenkasta-bez vegetacije	32,8	7,3	0,0	0,7
D	žutosiva (dominantna žuta)-bez vegetacije	37,3	6,5	0,0	11,3
E	Žuto-crvena-blizu stabla breze	55,5	8,1	0,0	1,0

Teški metali su prisutni u tragovima u svim nezagađenim zemljištima kao rezultat raspadanja matičnog supstrata, kao elementi u tragovima. Zbog toga su široko rasprostranjeni u zemljištima, biljkama i životinjama. Neki teški metali su esencijalni za biljke kao mikroelementi (Cu, Mn, Fe i Zn) jer su uključeni u metaboličke procese. Međutim, iako korisni u malim količinama, ovi elementi postaju štetni kada se pristupačne forme u zemljištu nalaze u velikim količinama. Teški metali olovo i kadmijum nemaju esencijalni značaj za biljke, odnosno ne predstavljaju neophodne elemente za funkcionisanje biljnog organizma [11].

Bakar je jedan od najslabije pokretljivih teških metala u zemljištu. Rastvorljivost, mobilnost i pristupačnost biljkama, u najvećoj meri zavise od pH zemljišta. Olovo je prisutno u zemljištu u veoma širokom opsegu. Prirodni sadržaj u zemljištu potiče od matične stene ili zagađenja i obično se smanjuje od površine. Olovo se vezuje za organsku materiju i zajedno sa rastvorom organske materije migrira kroz profil. Njegova slaba pokretljivost u zemljištu se povećava povećanjem kiselosti. Biljke su uglavnom veoma osetljive na prisustvo olova [11].

2.4. Biološke osobine odloženog supstrata

Rezultati analize deposola ukazuju na veoma slabu mikrobiološku aktivnost (tabela 4). Konstatovana je veoma slaba zastupljenost svih ispitivanih grupa mikroorganizama, a prisustvo *Azotobacteria* nije uopšte konststovano.

Tabela 4. *Mikrobiolološke karakteristike deposola Majdanpek (g⁻¹)*

Lokalitet	Ukupan broj bakterija x 10 ⁴	Ukupan broj diazotrofa x 10 ⁴	Azotobacter x 10 ²	Gljive x 10 ³
A	22.3	16.71	nema	nema
B	32.3	25.31	nema	nema
C	41.4	22.8	nema	nema
D	33.9	27.4	nema	nema
E	51.5	18.02	nema	nema

3. PREDNOSTI SADNJE MIKORIZIRANIH SADNICA

Postupkom tehničke (rudarske) rekultivacije, fizički se kreira nova slika prostora, ublaženih kontura, sa formiranjem završnog plodnog humusnog sloja, ali tek sa biološkom rekultivacijom vraća se život u oštećen predeo. Sadnjom različitih mikoriziranih vrsta drveća i žbunja formirale bi se nove biljne zajednice u kojima bi započeli složeni cenološki procesi i dalje spontano naseljavanje, kako flore, tako i faune. Sinergijski, oni deluju na zemljište, obogaćujući ga organskom materijom i inicirajući mikrobiološku aktivnost i pedogenetske procese, odnosno meliorativno deluju na zemljište.

3.1. Uticaj mikoriznih gljiva na snadbevanje biljaka vodom, makro i mikroelementima

Mikorizne gljive utiču na povećanje otpornosti biljaka na sušu kroz dejstvo nekoliko različitih mehanizama: povećanja usvajanje vode, prilagođavanje osmoze, promene elastičnosti ćelijskih zidova.

Posebnost kod ektomikoriznih vrsta gljiva predstavlja gljivični omotač koji potpuno pokriva korenčiće koji vrše apsorpciju. Protok vode između biljaka i zemljišta odvija se kroz mikorizne gljive, pa one kroz upijanje vode utiču na sadržaj hranljivih elemenata u biljkama. Kapacitet micelija gljiva za snabdevanje vodom je veoma važan zbog procesa transpiracije i fotosinteze [4]. Viši stepen upijanja vode po jedinici dužine korena u mikoriznim biljkama može brže iscrpsti vodu iz zemljišta u rizosferi. Na ovaj način se razdvajaju hranljivi elementi preko difuzije ukoliko je navodnjavanje zemljišta povećano uz pomoć eksternih hifa ili transportom vode kroz hife.

Azot je jedan od veoma važnih elemenata prihrane koji je odgovoran za rast i razvoj drveća, a i za njegovu produktivnost. Ektomikorizne gljive se često razvijaju u zemljišnim slojevima gde je azot prisutan u velikim količinama u organskom obliku [12], i sposobne su da razlože makromolekule azota i omoguće upijanje. Na taj način učestvuju u različitim fazama metabolizma azota. Asimilacija fosfata mikoriznim korenovima odvija se kroz procese mobilizacije, apsorpcije, akumulacije i prenosom do tkiva domaćina. Jedan od mehanizama kojim mikorizne gljive povećavaju usvajanje fosfora iz zemljišta je produkcija kisele fosfataze koja se nalazi u plazmi membrane Hartigove mreže, koju biljke detektuju vrhovima ektomikoriziranog korena [7].

3.2. Mikorizne gljive i zaštita od patogena

Istraživanja mnogih istraživača [5,13] potvrđuju da su mnogobrojni mehanizmi dejstva mikoriznih gljiva u zaštiti od zemljišnih patogena. Gljivični omotači mogu formirati potpuno jedinstvene i različite mehaničke barijere prema pojedinim patogenima jer u potpunosti prekrivaju vrh korena i korteks. Ektomikorize mogu pružiti zaštitu lučenjem antibiotskog sekreta iz gljiva ili stimulacijom korenovih ćelija biljaka domaćina da luče antimikrobne metabolite čime se ubijaju ili inhibiraju pojedini patogeni.

3.3. Faktori koji mogu uticati na redukciju ektomikorize

Na zemljište negativno mogu uticati ljudi svojim aktivnostima, čime se stvaraju nepovoljni uslovi za razvoj mikoriznih gljiva pa se drastično smanjuje njihov diverzitet. U oštećenim zemljištima za 90% se smanjuje broj ektomikoriza u odnosu na šumsko zemljište koje nije pretrpelo nikakve intervencije [14]. Teški metali koji su toksični za sve organizme kada su prisutni u većim koncentracijama u zemljištu mogu uticati na mikrobiološku populaciju menjanjem broja, sastava i diverziteta mikroorganizama [12]. Tolerantnost pojedinih vrsta mikoriznih gljiva na prisustvo teških metala uslovljena je specifičnostima pojedinih vrsta. Neophodno je poznavanje ovih specifičnosti da bi se pojedine vrste mogle preporučiti kao veoma pogodni gljivični simbionti za buduću remedijaciju zagađenih područja zbog stimulativnog uticaja na rast i produktivnost biljaka. Pozitivna iskustva sa čistim kulturama mikoriznih gljiva u uslovima povišenog sadržaja teških metala u laboratorijskim uslovima [15] potvrđena su sadnjom mikoriziranih sadnica na terenu pa se preporučuje upotreba ovih gljiva kao bioremedijatora [8] u zagađenim zemljištima ili kao bioindikator zagađenja [16].

ZAKLJUČAK

Neosporna je činjenica da će se mineralne sirovine u Srbiji i u budućnosti eksploatisati površinskom eksploatacijom. Ovaj vid eksploatacije u budućnosti pored već degradiranih područja dodatno degradirati životnu sredinu uništavajući antropogene i prirodi bliske ekosisteme. Sadnjom različitih vrsta drveća i žbunja antropogeno se formiraju nove biljne zajednice u kojima započinju složeni cenološki procesi i dalje spontano naseljavanje kako flore, tako i faune. Vremenom, rekultivisani i revitalizovani prostor urasta u okolni predeo i stvara harmoničnu i funkcionalnu celinu.

REFERENCE

- [1] Pejčinović.J.,Urošević.D., "Problemi održanja životne sredine u rudarstvu Srbije", Zbornik radova, Rudarstvo i zaštita životne sredine, Beograd, 1996
- [2] Dražić, D. "Multifunkcionalna valorizacija predela i ekosistema stvorenih rekultivacijom odlagališta površinskih kopova Kolubarskog basena". Monografija. ISBN 86-7650-000-2. Izdavač: Savezni sekretarijat za rad, zdravstvo I socijalno staranje – Sektor za životnu sredinu, Beograd, 2002
- [3] Rudawska, M., Leski, T., Gornowicz, R. "Mycorrhizal status of *Pinus sylvestris* L. nursery stock in Poland as influenced by nitrogen fertilization". *Dendrobiology*. vol.46, 2001, pp. 49-58,
- [4] Dahm, H. "Role of Mycorrhizae in Forestry". In Rai, M.K.(eds) "Handbook of microbial biofertilizers". 2005, pp. 241-270
- [5] Marx, D. H., Marrs, L. F., Cordell, C.E. "Practical use of the mycorrhizal fungal technology in forestry, reclamation, arboriculture and horticulture". *Dendrobiology*. vol.47,2002, pp.27-40
- [6] Puhe, J. "Growth and development of the root system of Norway spruce (*Picea abies*) in forest stands-a review". *Forest ecology and management*. 175 (1-3), 2003, pp.253-273
- [7] Kieliszewska-Rokicka, B., Kurczynska, E. U., Leski, T. "Physiological activity of ectomycorrhizas in a moderately polluted forest (Ratanica catchment. southern Poland)". *Dendrobiology*. vol.45, 2000, pp.47-59
- [8] Khan, A. G., Kuek, C., Chaudhry, T. M., Khoo, C. S., Hayes, W. J." Role of plants, mycorrhizae and phytochelators in heavy metal contaminated land remediation". *Chemosphere*. 41, 2000, pp.197-207
- [9] Godbold, D. L., Fritz, E., Huttermann, A." Aluminium toxicity and forest decline". *Ecology* Vol.85, 1988, pp. 3888-3892
- [10] UNECE: "Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling. assessment. monitoring and analysis of Air Pollution on Forests" 1998.
- [11] Kadović, R., Knežević, M. "Teški metali u šumskim ekosistemima Srbije", Beograd, 2002, pp.1-279
- [12] Rudawska, M. "The mycorrhizal status of Norway spruce". In Tjoelker, M. G., Boratynski, A., Bugala,W. (eds.) "Biology and ecology of Norway spruce", 2007

- [13] Zak, B.: " *Role of mycorrhizae in root disease*". Ann. Rev. Phytopatol. 1964: , pp.377-382
- [14] Amaranthus, M. P., Perry, D. A. " *Effect of soil transfer on ectomycorrhiza formation and the survival and growth of conifer seedlings in disturbed forest sites*". Can. J. For. Res. 17, 1987, pp.944-950
- [15] Golubović Ćurguz,V., Tabaković-Tošić, M.,Veselinović, M., Raičević, V., Dražić, D.,Jovanović,Lj., Kiković, D. " *The influence of the heavy metals on the growth of ectomycorrhizal fungi*" . Minerva Biotechnologica 22, 2010, pp.17-22
- [16] Leyval, C., Turnau, K., Haselwander, K. "Effect of heavy metal pollution on mycorrhizal colonization and function: physiological, ecological and applied aspects". *Mycorrhiza* 7, 1997, pp. 139-153

ZAŠTITA I UNAPREĐENJE SREBRNOG JEZERA

Nenad Mitić¹, Dejan Marković¹, Katarina Marić²

¹Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum, ²Narodna biblioteka Srbije

Izvod: *Srebrno jezero nastalo je u sklopu izgradnje hidroenergetskog sistema „Đerdap“, od 1970 – 1972 godine, radi zaštite priobalja od uticaja uspora Dunava, tako što je nasipima pregrađeno staro korito Dunava između Zatonja i Belog Bagrema kod Velikog Gradišta. Svrha jezera ogledala se pre svega u tome da je isto trebalo da bude glavni drenažni kolektor u koga bi se slivale površinske i podzemne vode. Vrlo brzo Srebrno jezero je postalo jedno od glavnih turističkih centara u Srbiji. Na obali jezera izgrađeni su turistički objekti i brojna vikend naselja. Vremenom eutrofikacioni procesi u kombinaciji sa još tri glavne grupe zagađivača uticali su na prevremeno takozvano „starenje“ jezera. 1994. godine u oktobru na inicijativu Opštine Veliko Gradište urađena je prva "Studija Srebrnog jezera – rezultati istraživanja, ocena stanja i predlog mera sanacije i zaštite", koju su obavili stručnjaci sa Instituta za hidrogeologiju Rudarsko–geološkog fakulteta, Instituta za zemljište i Poljoprivrednog fakulteta iz Beograda. Zaključak Studije je bio da je Srebrno jezero dovedeno u takvo stanje da je preduzimanje određenih mera, kako za kontrolu kvaliteta vode u jezeru, tako i u cilju sprečavanja njenog daljeg degradiranja, više nego neophodno. S druge strane ne preduzimanje bilo kakvih mera podrazumevalo bi progresivno pogoršavanje postojećeg stanja Srebrnog jezera što bi dovelo do napuštanja osnovne namene njegovog korišćenja za turističke svrhe, sportove na vodi i ribarstvo. Predložene mere na sanaciji bile su pre svega čišćenje mulja, komunalno uređenje naseljenih područja oko jezera, regulacija Kiseljevačkog potoka i dr. Potrebne analize fizičkih, fizičko-hemijskih, hemijskih, kao i bioloških osobina mulja uradio je "Gradski zavod za javno zdravlje - Centar za higijenu i humanu ekologiju – Laboratorija za humanu ekologiju i ekotoksikologiju" iz Beograda, dok je fizičko-hemijske i mikrobiološke analize vode uradio "Zavod za javno zdravlje" iz Požarevca.*

Ključne reči: *Srebrno jezero, unapređenje*

PROTECTION AND IMPROVEMENT OF SILVER LAKE

Nenad Mitić¹, Dejan Marković¹, Katarina Marić²

¹Faculty of Applied ecology Futura, Singidunum University,

²National Library of Serbia

Abstract: 1970 – 1972, in the order to protect the river Danube banks from the slowing down of the Danube.

In the old river bed of the Danube dams were raised up resulting in forming the artificial lake.

The purpose of the lake was to be the main drainage collector of the surface and underground waters in the area.

However, in addition to it, Silver Lake became one of the most popular tourist resorts in Serbia. A settlement of holiday-houses, restaurants and hotel was built in the area around the lake.

In the meantime eutrophication process combined with other three kinds of the polluters caused the so-called “early ageing” of the lake.

In October 1994, on the initiative of the local government of the Veliko Gradiste, the first study “The Study of Silver lake” was done. The research was conducted by experts from Faculty of Mine and Geology – Institute of hydrogeology, Institute of Soil Science and Faculty of Agriculture from Belgrade.

The results of the research, the estimation of the quality of the water as well as the measures for the improvement and further protection of the lake were included in the Study.

The conclusion was that the quality of Silver Lake water was poor, thus there should be undertaken certain measures concerning the control of the water quality as well as the prevention from further pollution of the lake.

Otherwise, failing in undertaking any measure would cause a progressive degrading of the current state of the Silver Lake, which would have further negative effects on using the lake for tourist purpose, water sports and fishing.

Key words: *Silver Lake, improvement*

UVOD

Srebrno jezero je izgrađeno u sklopu izgradnje hidroenergetskog sistema „Đerdap“, od 1970 – 1972 godine, radi zaštite priobalja od uticaja uspora Dunava, tako što je nasipima pregrađeno staro korito Dunava između Zatonja i Belog Bagrema kod Velikog Gradišta.

Površina vodenog ogledala Srebrnog jezera iznosi oko 3.203.703 m², sa dužinom merenom po osnovi od 12.020 m i širinom od oko 250 m. Najveća izmerena dubina iznosi oko 10 m, dok je prosečna dubina oko 5 m sa mestimičnim sektorima gde je dubina od 7 – 9 m.

Prvobitna namena jezera bila je da služi kao glavni drenažni kolektor u koga se slivaju površinske i podzemne vode.

Pored osnovne namene, zahvaljujući blizini većih gradskih centara (Beograd, Kragujevac, Smederevo, Požarevac), vremenom je postalo veoma atraktivno za razvoj turizma, sportova na vodi i ribarstava. Na obali jezera izgrađeni su turistički objekti i brojna vikend naselja. Uz samo jezero se nalaze od ranije sela Zatonje, Kisiljevo i Ostrovo. Vreme i eutrofikacioni procesi zajedno sa pomenutom infrastrukturom uticali su na takozvano „starenje“ jezera.

Početkom jula 1994. godine došlo je do naglog hemijskog i biološkog zagađenja vode. Nakon dugotrajnih visokih dnevnih temperatura došlo je do naglog zahlađenja uz intenzivne padavine što je rashladilo površinski sloj vode i uslovalo podizanje mulja sa dna jezera. "Higijenski zavod" iz Požarevca uzeo je uzorke i uradio hemijske i bakteriološke analize voda na tri različita lokaliteta duž jezera u više navrata. Prvi rezultati su ukazali na veoma loš kvalitet u pogledu fizičko – hemijskog i bakteriološkog sastava. Utvrđeno je prekoračenje vrednosti BPK5 (biološka potrošnja kiseonika posle pet dana) u svim analiziranim uzorcima i broj koliformnih klica koji je iznosio i do 120 puta preko dozvoljenih normi za II kategoriju voda za kupanje. Kao takva voda Srebrnog jezera se ne preporučuje za kupanje i turistička sezona je praktično bila prekinuta na samom početku i celo leto 1994. godine je, što se turizma tiče, bilo izgubljeno.

Na inicijativu Opštine Veliko Gradište započeta su kompleksna istraživanja jezera i njegove neposredne okoline radi iznalaženja uslova i mogućnosti sanacije u celini ili jednog manjeg dela koji bi mogao nesmetano da se koristi za kupanje.

1. POČETNA ISTRAŽIVANJA I REZULTATI

Nakon naglog hemijskog i biološkog zagađenja vode Srebrnog jezera 1994. godine usledila su prva ozbiljnija istraživanja koja su obavljena već u periodu od oktobra 1994. godine do juna 1995. godine. Istraživanja su obavili stručnjaci sa Instituta za hidrogeologiju Rudarsko–geološkog fakulteta, Instituta za zemljište i Poljoprivrednog fakulteta iz Beograda. Na osnovu rezultata, urađena je "Studija Srebrnog jezera – rezultati istraživanja, ocena stanja i predlog mera sanacije i zaštite".

Na početku, ispitivanja su pokazala da je došlo do popravljavanja stanja i vraćanje u normalu i u dozvoljene granice, odnosno norme za II kategoriju voda za kupanje. S obzirom da se jezero koje je tada bilo staro preko dvadeset godina nalazilo u fazi pojačane eutrofikacije i mogućnosti čestih promena hemijskog i biološkog sastava vode, bilo je potrebno preduzeti mere za utvrđivanje činjeničnog stanja i izradu gore pomenute Studije koja će biti podloga za dalje aktivnosti u iznalaženju neophodnih rešenja u pogledu sanacije i zaštite.

Priroda se ponaša po pravilima. Da bi se utvrdili razlozi i sprečilo dalje zagađivanje, a naročito da ne bi dolazilo do naglog pogoršavanja kvaliteta voda, trebalo je utvrditi uzroke koji dovode do takvih situacija.

Terenskim istraživanjima i njihovom laboratorijskom obradom proučavani su efekti prirodnih procesa u jezeru koji su doveli do utvrđivanja uzroka. Nakon utvrđivanja uzroka mogu se postaviti pravilna tehnička rešenja za sprečavanje daljih zagađenja i sanaciju tada postojećeg stanja.

Program istraživanja je obuhvatio:

1. Hidrogeološke istražne radove (izrada hidrogeološke karte područja, karta ugroženosti jezera od zagađivanja, hemijsku i bakteriološku analizu podzemnih voda i voda u jezeru);
2. Pedološke istražne radove (analize fizičkih i hemijskih osobina mulja, kao i prisustvo teških metala);
3. Hidrobiološka istraživanja (određivanje kvalitativnog i kvantitativnog sastava planktonskih organizama kao i faune dna);
4. Ihtiološka istraživanja (određivanje sastava i zastupljenosti pojedinih ribljih vrsta).

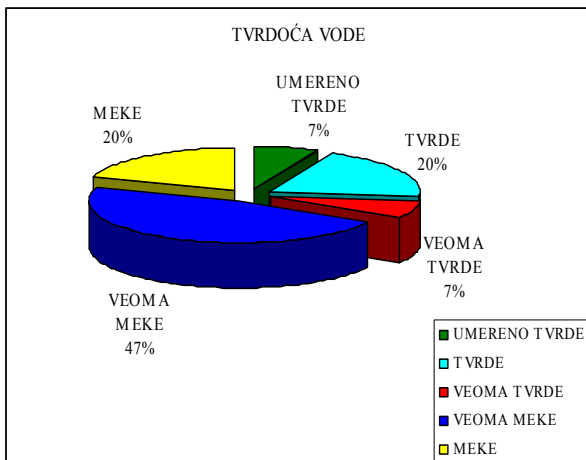
Nakon analiza podataka Saveznog hidrometereološkog zavoda o visinama padavina i temperaturama vazduha na metereološkoj stanici Veliko Gradište za period od 1949-1991. godine došlo se do zaključka da istražno područje pripada umereno-kontinentalnom klimatu. Ovakve klimatske karakteristike, naročito kada su visine padavina iznad prosečnih godišnjih, utiču na povećanu infiltraciju i prihranjivanje izdanskih voda, a time i povećane prilive u Srebrno jezero s obzirom na konstantni nivo koji se održava crpnim sistemom.

Hidrografsku mrežu istražnog područja čine reka Dunav, Kisiljevački potok, gusta mreža prirodnih i veštačkih kanala koji su izgrađeni za potrebe odvodnjavanja i navodnjavanja, kao i samo

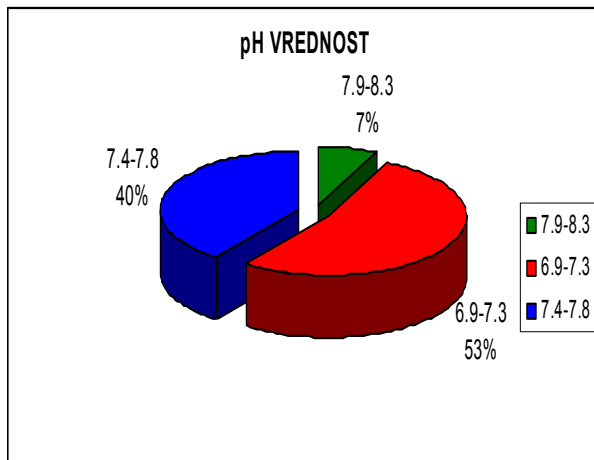
Srebrno jezero. Grubim hidrauličkim proračunom na osnovu srednjeg godišnjeg proticaja reke Dunav od $5466.043 \text{ m}^3/\text{s}$ na mernoj stanici Veliko Gradište, nivoa 69.70 mnm kod crpne stanice Dunavac konstatovano je da je ukupni doticaj u jezero iz pravca Dunava $Q=1 \text{ m}^3/\text{s}$, dok iz pravca oboda u jezero ističe oko $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Na režim podzemnih voda, pored padavina i dotoka iz zaleđa, najveći uticaj imaju vodostaji Dunava, odnosno režim rada HE „Đerdap“. Formiranjem uspora Dunava 1972. godine oscilacije nivoa podzemnih voda se značajno smanjuju.

Obimna hidrohemijska istraživanja podzemnih voda urađena oktobra 1994. godine upoređena su sa analizama iz 1966. godine i zaključeno je da se srednja vrednost pH podzemnih voda povećala, tvrdoća se smanjila, hidrohemijski tip vode se promenio od magnezijumskog do kalcijumskog, a mineralizacija vode se malo povećala. Hemijski sastav podzemnih voda Srebrnog jezera prikazan je na slici 1 i 2.



Slika 1. Ciklogrami hemijskog sastava podzemnih voda



Slika 2. Ciklogrami hemijskog sastava podzemnih voda

Na osnovu hemijskog i bakteriološkog sastava voda, kao i na osnovu terenskih istraživanja izdvojene su tri grupe zagađivača, po načinu i vremenu zagađivanja.

Prva grupa obuhvata stalne zagađivače i to naselja Ostrvo, Kiseljevo i Zatonje i mulj iz jezera. Stalni izvor bakteriološkog zagađivanja podzemnih i površinskih voda predstavljaju septičke jame građene na neadekvatan način, neuređene štale i obori, stajsko dubrivo ne deponovano na za to određena mesta i divlje farme svinja. U ovu grupu zagađivača ubraja se i jezerski mulj koji je avgusta 1994. godine prouzrokovao ekscenno zagađenje Srebrnog jezera.

Druga grupa obuhvata povremene, odnosno, sezonske zagađivače u koje ubrajamo kamp i vikend naselja, kao i hotel sa ukupnim kapacitetom od preko 40000 gostiju po sezoni.

U treću grupu spada poljoprivredna delatnost koja se intenzivno odvija u zaleđu jezera na oko 2100 ha uz masovnu upotrebu veštačkih đubriva i hemijskih sredstava za zaštitu bilja koji zbog povoljnih filtracionih karakteristika terena dospevaju u podzemne vode koje ih unose u jezero. Radi utvrđivanja stepena zamuljenosti Srebrnog jezera, odnosno rasporeda i debljine mulja kao glavnog uzročnika pogoršanja kvaliteta vode, izvršena su merenja po profilima od Belog bagrema do Zatonja sa međusobnim rastojanjem od 500m, pri čemu je izvedeno 28 profila. Osrednjavanjem debljine mulja po profilima utvrđeno je da je ukupna zapremina mulja približno iznosila $3,7 \times 10^6 \text{ m}^3$. U donjem delu jezera je manji sadržaj mulja. Tom prilikom konstatovano je da je polovina jezera od Belog bagrema sa manjim sadržajem mulja u odnosu na gornju polovinu jezera između Kiseljeva i Zatonja zbog rada crpne stanice, kojom se pospešuje „veštačko tečenje“ tako da se mulj delimično izbacuje zajedno sa vodom u vidu suspendovanih čestica. Maksimalna zamuljenost, odnosno debljina mulja iznosila je 3,5 m, a u proseku kretala se u granicama od 1,0 do 1,5 m.

Tabela 1. *Debljina i procentualni sadržaj mulja – deo tabele*

Profil	Dubina vodenog stuba (m)	Dubina do dna (m)	Debljina mulja (cm)	Sadržaj mulja (%)
A ₁	5.80	6.35	55	9
B ₁	5.65	5.85	20	3
Z ₁	2.70	4.40	170	40
C ₁	4.10	5.90	180	30
T ₁	3.00	6.50	350	54

Hemijske karakteristike mulja urađene su za 10 profila, a njihov rezultat je bio sledeći:

- količina silicijum-dioksida (SiO₂) kretala se od 39.47 do 57.40 težinskih %, što ukazuje da peska ima u većini slučajeva manje nego ukupne organske materije (humifikovana, plus nerazloženi biljni i životinjski ostaci);
- gvožđe (Fe) se nalazilo u koncentracijama od 23.000 do 31.600 mg/kg što su vrednosti koje su u dozvoljenim granicama za mulj;
- koncentracije mangana (Mn) kretale su se od 810 do 1375 mg/kg;
- reakcija pH mulja u H₂O bila je neutralna, a vrednosti su varirale od 6,90 do 7,20, dok je reakcija pH mulja u nKCl takođe bila neutralna i kretala se u rasponu od 6,90 do 7,00;
- humusa je u datom mulju bilo od 1,82 do 3,29 tež. %, što je na ukupnu organsku materiju (42,60 – 60,53 tež.%) predstavljao samo mali njen deo i što je dovelo do zaključka da mulj većinom sačinjavaju nerazloženi biljni ostaci;
- koncentracije ukupnog azota (N) u mulju kretale su se od srednje obezbeđenosti za biljke tj. 0,16 tež.% do dobre obezbeđenosti od 0,28 tež.%;
- količine lako rastvorljivog fosfora (P₂O₅) pristupačnog biljkama, kretale su se od srednjih 15,70 do 17,90 mg/100 gr zemlje, pa do jako visoke obezbeđenosti od 20,0 do > 35,0 mg/100 gr zemlje;
- količine lako rastvorljivog kalijuma (K₂O) kretale su se od niskih 9,80 mg/100 gr do visokih > 20,0 mg/100 gr zemlje.

Usledio je zaključak da se elementi neophodni za rast biljaka N, P i K nalaze u povećanim koncentracijama, što u kombinaciji sa dobrom obezbeđenošću mulja manganom i gvožđem, čini jako povoljnu sredinu za intenzivan razvoj biljaka pod vodom.

Bakteriološka ispitivanja su ukazala na visoki sadržaj koliformnih klica i drugih bakterija fekalnog porekla.

Ovom Studijom obuhvaćena su i ispitivanja mulja Srebrnog jezera na sadržaj teških metala. Rezultati su pokazali da je sadržaj nikla gotovo u svim ispitivanim uzorcima mulja bio visok, s tim da je čak u nekoliko uzoraka taj sadržaj dvostruko premašivao maksimalno dozvoljene granice. Ispitivane koncentracije i ostalih metala (P, Zn, Cu, Cr, Cd) u blizini kupališta bile su poprilično visoke.

1.1. Rezultati bioloških ispitivanja mulja Srebrnog jezera

Biološke analize obavljene su u okviru zajednica faune dna Srebrnog jezera. Ispitivanja kvalitativnog i kvantitativnog sastava bentocenoza na 18 odabranih lokaliteta, poslužila su za obavljanje saprobiološke analize koja počiva na izdvajanju bioindikatora saprobnosti, izračunavanju indeksa saprobnosti S i definisanju saprobiološke zone kojoj pripada određena zajednica. Ovde ćemo navesti samo nekoliko lokacija.

Saprobnost je jedan od glavnih faktora u oceni ekološkog statusa akvatičnih ekosistema.

Prema Elster-u, saprobnost je definisana količinom organske materije, u vodi odnosno u sedimentima, koja je na raspolaganju za biohemijsku razgradnju odnosno za životnu aktivnost hidrobionata i «metabolizam» akvatičnih ekosistema u celini.

U ispitivanjima Srebrnog jezera u martu 2007. godine, izvedeni su zaključci o kvalitetu mulja odnosno o količinama organske materije u podlozi na koju su konstatovane grupe organizama prilagođene u konkretnim uslovima životne sredine i koje te uslove odražavaju (koncept bioindikacije).

Probe faune dna uzete su 15. i 16. marta 2007. godine grabilom tipa Van Veen, zahvatne površine 270 cm^2 .

Organizmi su određivani do najniže sistematske kategorije, vrste koja je nosilac bioindikacije saprobnosti. Saprobni sistem je po Sladeček- u.

Brojnost organizama preračunata je na jedinicu površine i izražena kao broj individua po kvadratnom metru.

Indeks saprobnosti S izračunat je po metodi Pantle-Buck- a.

a) Gradištanska plaža, oko 80 m od obale; N 44° 45' 54.8" EO 21° 28' 45.1"

U kvantitativnom uzorku faune dna uzetom sa dubine od 5 m, gde je podloga bila mešavina mulja i lesa, crno-žute boje sa primesama sitnog detritusa, konstatovana je zajednica bentlnih organizama koju su činili predstavnici četiri grupe: Nematoda, Copepoda, Diptera i Diptera - Chironomidae. Broj organizama u probi faune dna iznosio je 4.958 ind. m⁻². U kvalitativno siromašnoj zajednici zabeleženo je sedam taksona od kojih su samo dva bioindikator saprobnosti, a koji su indikovali postojanje poli-alfa-mezosaprobnih uslova sredine. Vrednost indeksa saprobnosti S bila je 3,54, što govori o velikim količinama organske materije u podlozi.

b) Požarevačka plaža, ispred tobogana, sredina Jezera; N 44° 45' 49.3" EO 21° 28' 30.1"

U kvantitativnom uzorku faune dna uzetom sa dubine od 5,5 m, gde je podloga bila crni mulj sa primesama lesa, konstatovana je zajednica bentlnih organizama koju su činili predstavnici četiri grupe: Nematoda, Copepoda, Diptera i Diptera - Chironomidae. Broj organizama u probi faune dna iznosio je 5.698 ind. m⁻². U uniformnoj zajednici zabeleženo je šest taksona od kojih su samo dve bioindikatorske vrste saprobnosti, a koje su indikovale postojanje poli-alfa-mezosaprobne uslova sredine. Vrednost indeksa saprobnosti S bila je 3,56, što govori o velikim količinama organske materije u podlozi.

c) Ušće Kiseljevačkog potoka, oko 10 m od obale; N 44° 44' 18.0" EO 21° 43' 37.2"

U kvantitativnom uzorku faune dna uzetom sa dubine od 2,5 m, gde je podloga bila crni mulj sa primesama peska i krupnog detritusa, konstatovana je zajednica bentlnih organizama koju su činili predstavnici šest grupa: Bryozoa, Nematoda, Oligochaeta, Trichoptera, Diptera i Diptera - Chironomidae. Broj organizama u probi faune dna iznosio je 8.510 ind. m⁻². U relativno raznovrsnoj zajednici zabeleženo je deset taksona od kojih su šest

bioindikatorske vrste saprobnosti, a koje su pojedinačno indikovale beta-alfa-mezo-, alfa-mezo- i polisaprobnost. Konačni saprobni status je u oblasti alfa-mezo-saprobnosti. Vrednost indeksa saprobnosti S bila je 3,24, što govori o velikim količinama organske materije u podlozi.

ZAKLJUČAK

Stanje jezera 1995. godine, kada je rađena Studija, u pogledu kvaliteta zadovoljavalo je kriterijume propisane II kategorijom voda. Jezero je podložno incidentnim zagađivanjima s obzirom na vek trajanja i stepen zamuljenosti. Glavni uzročnici povremenog hemijskog i bakteriološkog zagađenja su naslage mulja i naselja na obali jezera. Jezero se nalazi u fazi intezvnog starenja tako da su neophodne mere za njegovo spašavanje ukoliko se želi zadržati za osnovne namene u turizmu, sportovima na vodi i ribarstvu.

Od izrade Studije je prošlo jedanaest godina. Jedanaest godina nije bilo finansijskih sredstava da se preduzmu mere za spašavanje Srebrnog jezera. Decembra 2006. godine, obezbeđena su sredstva, da bi se nakon godinu dana pristupilo prvoj fazi čišćenja dna jezera od mulja. U sklopu ovih radova izvršilo se kompletno snimanje dubina dna jezera, merenje debljina mulja na dnu, uzimanje uzoraka i analiza mulja. Takođe počela je izrada Generalnih i Glavnih projekata (sa odgovarajućim istražnim radovima) za komunalna uređenja naselja na obalama jezera kao i izrada Glavnog projekta regulacije Kisiljevačkog potoka.

REFERENCE

- [1] Gavrilović Lj., Dukić D., *Reke Srbije*. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva (2002), Beograd.
- [2] Stanković M. S., *Zagađenost i zaštita reka Srbije*. Zbornik radova, *Naša ekološka istina*, Tehnički fakultet iz Bora(1995), Bor.
- [3] S. Sakan, P. Polic, I. Brćeski, M. Knezev, A. Djordjevic, P. Jaksic, D. Vujanovic, Water Quality Parameters of the Tisza River, *J. Environ. Prot. Ecol.* **4** (2002) 828

- [4] Š. Đarmati, D. Veselinović, I. Gržetić, D. Marković, *Životna sredina i njena zaštita*, Knjiga 2 – *Zaštita životne sredine*, Beograd, Fakultet za primenjenu ekologiju - Futura (2008), 141
- [5] Jones, J. G. (1990). Pollution from fish farms. *Journal of Institution of Water and Environmental Management*, 4 (1), 14-18.
- [6] Gregory McIsaac, Surface Water Pollution by Nitrogen Fertilizers, *Encyclopedia of Water Science*, 2003, 950-955.
- [7] Spyros K. Golfinopoulos, Anastasia D. Nikolaou, Maria N. Kostopoulou, Nikos K. Xilourgidis, Maria C. Vagi and Dimitris T. Lekkas, Organochlorine pesticides in the surface waters of Northern Greece, *Chemosphere*, Volume 50, Issue 4, January 2003, Pages 507-516.
- [8] Uredba o klasifikaciji voda, "Službeni glasnik SRS" br. 5/68
- [9] Applications of environmental chemistry: A practical guide for environmental professionals, Chapter 3 *Major Water Quality Parameters*, Ed. Eugene R. Weiner, CRC Press Boca Raton, (2000), p 69
- [10] Water Quality Assessments. 1996. Water Quality assessments: *A guide to the use of biota, sediments and water in environmental modeling*. Ed. D. Chapman. Published on behalf of UNESCO United Nations Education, Scientific, and Cultural Organization; WHO World Health Organization; UNEP United Nations Environmental Programme. Chapman & Hall, London.
- [11] Krenkel, P.A. and V. Novotney. 1980. *Water Quality Management*. Academic Press, New York
- [12] Pravilnik o opasnim materijama u vodama, "Službeni glasnik SRS" br. 31/82
- [13] Uredba o kategorizaciji i klasifikaciji međurepubličkih i međudržavnih vodotoka, "Sl. list SFRJ" br. 6/78

REKULTIVACIJA JALOVIŠTA RUDNIKA BAKRA

Stevan Dožić, Matilda Đukić, Sara Lukić, Danijela
Đunisijević Bojović
Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu

Izvod: *Flotacijsko jalovište rudnika bakra Bor koje postoji nekoliko decenija nije rekultivisano iako predstavlja problem za životnu okolinu, a pre svega za delove naselja u gradu. Do sada nije bilo dovoljno napora da se posrednom rekultivacijom rešava ovaj problem već se više puta radilo na neposrednoj rekultivaciji. U radu su prikazani rezultati oglada postavljenog na delu jalovišta u neposrednoj blizini naselja u kome su u okviru biološke rekultivacije korišćene različite varijante oplemenjivanja supstrata i čiste jalovine pri sadnji i gajenju nekoliko vrsta drveća i trave. Istraživanja na oglednom polju pokazuju da je upotreba većeg broja drvenastih vrsta u rekultivaciji jalovišta rudnika u Boru moguća pri čemu su najbolji uspeh pokazale sadnice posađene u sloju plodne zemlje na jalovini kao i mešavini zemlje i jalovine, a od korišćenih vrsta najbolje preživljavanje, rast i fiziološku vitalnost pokazali su bagrem, jasen i javor a najslabije smrča i hrast lužnjak.*

Ključne reči: *biološka rekultivacija/ flotacijsko jalovište Bor/ sadnicedrveća*

RECLAMATION OF THE COPPER MINE CHATSE

Stevan Dožić, Matilda Đukić, Sara Lukić, Danijela
Đunisijević Bojović
Faculty of Forestry, University of Belgrade

Abstract: *The old flotation chatse of the copper mine in the city of Bor was not reclaimed several decades although it was the great treat to the environment especially for the parts of the settlement. There was not any effort with intermediary amelioration but only with direct measures of reclamation. In this paper are presented some results with of the experiment which was realised with the works of biological reclamation. On the part of the chatse in the vicinity of the city, some variants of meliorated and sterile substrates were used to grow several woody plants species and grass.*

This analysis show that several woody species is possible to grow on this sterile supstate. The best results were achieved with species that were planted in the fertile soil over the sterile substrate from the copper mine. Among the woody species, Robinia pseudoaccacia, Fraxinus excelsior and Acer pseudoplatanus show the best survival percent, growth and physiological vitality.

Key words: *biological reclamation/ flotation chatse Bor/ woody plants*

UVOD

Biološka rekultivacija je složen i dugotrajan postupak koji zahteva multidisciplinarni pristup, prethodnu analizu stanja na terenu i izvođenje po fazama a potom i naknadno praćenje procesa i stalne korekcije. U praksi su česti primeri neuspešnih bioloških rekultivacija zbog neadekvatne pripreme ili izvođenja radova ili zbog naknadnog štetnog antropogenog uticaja na rekultivisane površine.

Pri radu na rekultivaciji degradiranih prostora veoma je važan način pripreme terena, izbor ogovarajućih sadnica, adekvatna biljna vrsta, veličina, starost, način proizvodnje ,tahnika sadnje kao i mere nege nakon sadnje. Primena različitih metoda za bolji prijem , rast i

razviće sadnica u toku gajenja kao što su prihranjivanje odgovarajućim vrstama đubriva (organska, mineralna, spororazlažuća, mikrobiološka), primena mikrobnih inokulanata i sl. Takođe je preporučljivo korišćenje različitih supstanci za zadržavanje vode u supstratu kao što je hidrogel i slične materije koje mogu pomoći u prevazilaženju nedostatka vlage ili ublažavanje tog nedostatka pri smanjenoj količini padavina i njihovog lošeg rasporeda odnosno neravnomerne distribucije tokom vegetacionog perioda, što je najčešći slučaj klimatskim uslovima Srbije.

Gajenjem biljaka, posebno listopadnih vrsta tokom dužeg niza godina dolazi do postepenog spontanog obnavljanja hranljivih materija koje se nakupljaju putem odbačenog lišća, prizemene flore i regeneracijom zemljišnih mikroorganizama. Rekultivisane površine, nakon ove regeneracije zemljišta mogu biti korišćene za proizvodnju biomase, sirovine za proizvodnju energije tj. biogoriva, stočne hrane, idr.

Pri eksploataciji rude kao što je slučaj sa borskim rudnikom bakra pri površinskim kopovima dolazi do deponovanja velike količine jalovine i pojave kiselih otpadnih voda što predstavlja činioce značajne degradacije zemljišta. U Boru je preko 68% ukupnih rudarskih površina pokriveno odlagalištima i jalovištima[4, 5].

Ranije provedena istraživanja pokazuju da jalovina vremenom dovodi do velikih ekoloških problema jer

se sastoji od peska, mulja, pirita, zaostalih sulfida metala, reagenasa i drugih materija štetnih po okolinu.

Na jednom od odlagališta, koje se nalazi na ivici gradske zone, deponovana je jalovina na oko 30 hektara površine ovoj površini postavljen je ogled. Cilj ovog rada je bio da se primenom metode pošumljavanja i praćenjem razvoja sadnica drvenastih vrsta utvrdi mogućnost za saniranje velikih trajno oštećenih zemljišnih površina. Zadatak istraživanja je bio utvrđivanje ekofiziološkog potencijala pojedinih vrsta drvenastih biljaka na ekstremno antropogeno indukovanu degradaciju ekosistema u ovom području. Analiza reakcije sadnica može da da odgovor o mehanizmima za adaptaciju na degradiranu sredinu.



Slika 1. Odlagalište flotacijske jalovine u Boru

1. MATERIJAL I METOD

Za ogled je korišćen supstrat postojeće jalovine i plodne zemlje uzete sa deponije zemlje koja se nalazi u okolini Bora.

Sadnice drvenastih biljaka su proizvedene u rasadnicima „Srbijašuma“ u Boru i Požegi. Korišćene su jednogodišnje sadnice sledećih vrsta drveća: bagrem (*Robinia pseudoacacia* L.), pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.), javorolisni platan (*Platanus acerifolia* (Aiton) Willd.), hrast lužnjak (*Quercus robur* L.), divlja trešnja (*Prunus avium* L.), poljski jasen (*Fraxinus excelsior* L.), smrča (*Picea abies* L.) i javor (*Acer pseudoplatanus* L.). Takođe, postavljen je ogled u kontrolisanim uslovima u laboratorijskim uslovima na Šumarskom fakultetu u Beogradu gde su gajeni sejanci *Ailanthus altissima* (Mill.) čiji je rast praćen u toku 3 meseca. Swingle. Pri izboru sadnica kriterijumi su bili različiti, otpornost na nepovoljne uslove suše (bagrem, kesten), kisele reakcije supstrata (smrča), brzi rast (javor, platan), mogućnost akumulacije aerosedimenata na lišću (platan) ili jednostavnija proizvodnja sadnica (trešnja, bagrem).

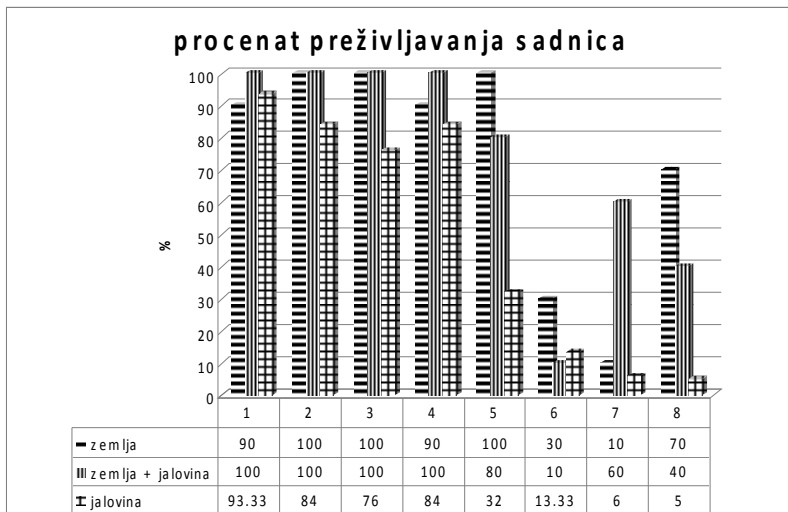
Pre sadnje izvršena je priprema predviđene površine veličine oko 10 ari. Sadnja je izvršena u tri različite podloge: 1. plodna zemlja, 2. mešavina zemlje i jalovine u odnosu 1 : 1 i 3. čista jalovina.

Pripremljeno je 6 oglednih polja sa različitim supstratima, podeljena su na 56 ogledne parcele sa po 10 biljaka u svakoj pri čemu su parcele raspoređene po metodu slučajnog rasporeda.

Sadnja je obavljena u jesenjem periodu a potom su sprovedene odgovarajuće mere nege zalivanje, a u 2009. godini okopavanja biljaka (jun i oktobar), u junu i prihranjivanje sadnica (kombinovanim NPK đubrivom, u količini od 20 g po sadnici). U toku vegetacione sezone 2009. godine praćen je rast i razvoj sadnica i ocenjivan je procenat preživljavanja i fiziološka vitalnost.

2. REZULTATI

Prikazani su preliminarni rezultati prijema biljaka u poljskom ogledu kroz procenat preživljavanja svake vrste na različitim supstratima biljaka (grafikon 1). Na kraju vegetacionog perioda prve godine izvršena je i analiza fiziološke vitalnosti preko procenata suhovrhii i hlorotičnih biljaka (grafikon 2).



1-kesten, 2-javor, 3-bagrem, 4 -platan, 5-jasen, 6- hrast, 7-smrča, 8-
divlja trešnja

Grafikon 1 . Rezultati prijema biljaka na oglednom polju

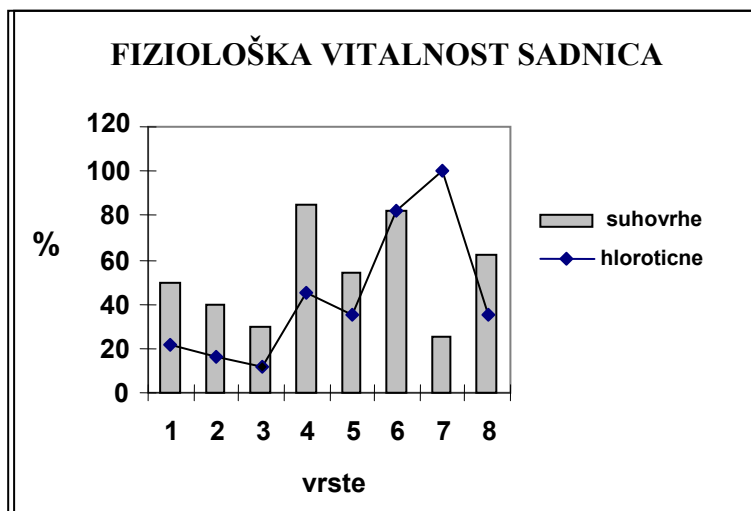


A

B

C

Slika 2. Ogled na odlagalištu flotacijske jalovine u Boru: A zemlja na jalovini, B- mešavina zemlje i jalovine i C- čista jalovina



1-kesten, 2-javor, 3-bagrem, 4 -platan, 5-jasen, 6- hrast, 7-smrča, 8- divlja trešnja

Grafikon 2. Prikaz fiziološke vitalnosti - procenat suhovrhih i hlorotičnih sadnica

3. DISKUSIJA

Ranijom analizom flotacijske jalovine konstatovana je visoka kiselost ($\text{pH} \sim 3$) nastala usled prirodne hemijske i biološke oksidacije sumpora (iz pirita i drugih sulfida). Ovi kiseli supstrati nepovoljnih fizičko-hemijskih osobina bez humusa, dovoljno azota i drugih hranljivih materija uslovljavaju veoma ograničen rast i razviće biljaka. Da bi se supstrat popravio neophodno je povećati pH vrednost do slabo kisele i neutralne reakcije tako što će se dodati deo zemlje sa dosta humusnih metrija i dodavanjem organskih i mineralnih đubriva. U tako obogaćenom supstratu moguće je uspešno gajiti sadnice.

Iz grafikona 1 može se zaključiti da je prosečan procenat prijema drvenastih vrsta (pitomi kesten, platan, javor, bagrem, jasen) u zemlji visok i iznosi od 90 – 100 %, kao i na podlozi koju čini smeša jalovine i zemlje on iznosi od 80 -100 %. U jalovini je takođe utvrđen visok prijem sadnica kestena, javora, bagrema i platana (76–93 %). Procenat prijema sadnica divlje trešnje, hrasta i smrče u jalovini je mali i kreće se u opsegu od 5 do 13,33 %. Nešto je veća uspešnost prijema ovih drvenastih vrsta na pripremljenim podlogama sa zemljom i iznosi od 10-70 %.

Za ogled su izabrane pretežno autohtone lišćarske vrste (hrast, javor, divlja trešnja, jasen, kesten) ali i neke alohtone vrste (bagrem, platan), da bi se utvrdila brzina razlaganja lišća nakon odbacivanja u oglednim uslovima i uticaj na poboljšanje karakteristika jalovine. Smrča, kao jedina četinarska vrsta je korišćena da bi se utvrdilo da li je moguće koristiti je na siromašnom i kiselom tlu.

Generalno, najveći prirast u toku vegetacije je postigao bagrem, zatim javor pa jasen dok su ostale vrste imale izraženu pojavu suhovrnosti, veoma jake hloroze i slabog rasta, posebno smrča, hrast i divlja trešnja (grafikon 2). Vrste koje su pokazale dobar uspeh u smislu rasta i preživljavanja su se relativno dobro održale i u čistoj jalovini iako su uslovi veoma nepovoljni, pre svega zbog veoma niske pH vrednosti. Ostale vrste su pokazale veoma slabu fiziološku vitalnost i mali procenat preživljavanja što se pre svega odnosi na smrču, divlju trešnju i hrast lužnjak.

Efekat prihranjivanja nije bilo moguće analizirati zbog veoma kratkog perioda pa se očekuje da će eventualno u narednoj vegetaciji ti efekti biti vidljivi. Iskustva sa prihranjivanjem sadnica smrče

pokazuju da se dodavanjem osnovnih makroelemenata može značajno uticati na prirast i fiziološku vitalnost [3].

Da bi opstale sadnice biljaka na ovako nepovoljnim terenima, neophodno je primeniti mere nege koje uključuju okopavanje, zalivanje i unošenje hranljivih materija.

Istraživanje sa rekultivacijom travnim vrstama *Agrostis capillaris* i *Festuca rubra* na odlagalištu jalovine pri eksploataciji rude cinka pokazala je da je moguće regenerisati vegetaciju, popraviti fizičko hemijska svojstva supstrata kao i razvoj mikoriznih gljiva nakon 5 godina uz prethodno obogaćivanje jalovine kompostom i sredstvom za imobilizaciju jona metala [6].

Iskustva stečena u sličnim sredinama nije moguće primeniti jednostavnim kopiranjem primenjenih metoda, jer su uslovi kod većine rudarskih aktivnosti specifični i traži se najbolji pristup prilagođen svakom konkretnom objektu [1].

Drvenaste vrste se koriste u rekultivaciji rudničkih površina jer stvaraju velike količine organske materije koja podstiče procese kruženja materije u jalovinskom materijalu. Ove biljke mogu da modifikuju osobine podloge kroz održavanje ili povećanje količine organske materije, biološku fiksaciju azota, uvećanje infiltracije vode i njenog zadržavanja u podlozi, redukcijom gubitka hranljivih materija putem erozije i luženja, popravkom fizičkih osobina zemljišta, redukovanjem kiselosti zemljišta i poboljšanjem uslova za rad zemljišnih mikroorganizama[2].

Treba naglasiti da je nega tek zasnovane kulture u prvim godinama njenog razvoja, od presudnog značaja za njen opstanak, zbog izloženosti biljaka nepovoljnim uslovima supstrata i negativnim uticajima aerozagađenja, ali i postojećih klimatskih ekstrema.

Preliminarni rezultati eksperimentalnih istraživanja rađenih u laboratorijskim uslovima Šumarskog fakulteta sa klijavcima kiselog drveta pokazuju da su najvažniji stresni činioci niska pH supstrata, nedovoljna količina organske materije i nedostatak hraniva. Pored toga verovatno je i prisustvo toksične koncentracije metala i drugih materija.

U procesu spontane regeneracije zemljišta i prirodne vegetacije na rekultivisanim površinama dolazi do promene najvažnijih mehanizama tolerancije koji podrazumevaju izlučevine korena, bolje

korišćenje hranljivih materija, nakupljanje silicijuma, razvoj mikoriznih gljiva ili korenskih bakterija.

Ovi preliminarni rezultati istraživanja mogu pomoći u kreiranju ekološki održive i ekonomski opravdane metodologije za rekultivaciju prostora degradiranih piritnom jalovinom.

ZAKLJUČAK

Istraživanja na oglednom polju flotacijskog jalovišta u Boru ukazuju da je upotreba drvenastih vrsta u rekultivaciji jalovišta moguća uz adekvatne načine pripreme podloge, obogaćivanjem plodnom zemljom, sa stalnim praćenjem promena na pojedinim vrstama i primenom neophodnih agro-tehničkih mera za održavanje istih.

Dobar uspeh tj. prosečno visok procenat preživljavanja (preko 80%) postigle su sadnice posađene u plodnoj zemlji na jalovini i mešavini jalovine i zemlje. Ovo pokazuje da je moguće uspešno koristiti mešavinu jalovine i plodne zemlje što značajno smanjuje troškove rekultivacije.

Od korišćenih vrsta najbolji prijem, rast i fiziološku vitalnost pokazali su bagrem, jasen i javor koji su imali najmanji broj suhovrhih i hlorotičnih jedinki. Smrča, platan, hrast, pitomi kesten i divlja trešnja imali su znatno slabiji uspeh. Uspeh bi bio sigurno bolji saniranjem kisele reakcije.

Ovi preliminarni rezultati svakako nisu dovoljni da se donesu konačni zaključci o pogodnosti ove metode. Neophodno je povećati broj biljaka i vrsta a praćenje i analiza i u narednim godinama će pokazati opravdanost korišćenja ove metode i vrsta biljka.

REFERENCE

- [1] Dožić S. (1985): *Istraživanje upotrebljivosti nekih šumskih vrsta drveća i žbunja u amelijaciji laporca*, doktorska disertacija, Beograd.
- [2] Dožić S., Obratov-Petković D., Đukić M., Maksimović M. (2002): Biološka rekultivacija arišem na odlagalištu površinskog kopa "Ugljevik". *Sedmi simpozijum o flori jugoistočne srbije i susednih područja, Dimitrovgrad, 109.*
- [3] Đukić M., Đunisijević D., Grbić M., Skočajić D., (2004): Uticaj prihranjivanja na rast jednogodišnjih sadnica smrče u različitim supstratima. *Glasnik Šumarskog fakulteta*, 89, Beograd, 103-113.
- [4] Mitrović Z., Jovanović R., (2007): *Sto godina borskog rudarstva 1903-2003. Sedamdeset pet godina basenskih flotacija 1929-2003.* Štamparija "Tercija" D.O.O.Bor
- [5] Marjanović T., Trumić M., Marković LJ, (urednici): (2003): *Lokalni ekološki akcioni plan opštine Bor*, Bor.
- [6] Vangronsveld, J. V., Colpaert and K. K. Van Tichelen (1996) : Reclamation of a bare industrial area contaminated by non-ferrous metals: Physico-chemical and biological evaluation of the durability of soil treatment and revegetation., *Environmental Pollution*, Volume 94, Issue 2, , P. 131-140

EKOREMEDIJACIJA DEPONIIJA PEPELA

Brankica Rašković, Đurđica Ivković

Izvod: *Leteći pepeo nastao u procesu proizvodnje električne energije može da se tretira kao otpad ili kao resurs koji tek treba u potpunosti da se iskoristi. Najveći deo letećeg pepela odlaze se suvim i vlažnim metodama. Obe metode podrazumevaju odlaganje letećeg pepela na deponijama na otvorenom terenu. Potencijalno štetni efekti ovakvog postupanja sa letećim pepelom uključuju eroziju vetrom i vodom i ispiranje toksičnih supstanci u podzemne vode. Primena isključivo mikroorganizama u ekoremedijaciji terena kontaminiranih metalnim polutantima nije uspešna. Ekološki najprihvatljivija alternativa je revegetacija napuštenih odlagališta pepela. Uspostavljanjem vegetacije postiže se nekoliko efekata : vrši se stabilizacija pepela i sprečava se njegova erozija vetrom i vodom, smanjuje se ispiranje koje nastupa usled gubitka vode evapotranspiracijom, obezbeđuju se skloništa i staništa za divlje vrste. Tri su važna aspekta uspešne revegetacije: odabir odgovarajuće biljne vrste, unošenje zemljišta ili organskih poboljšivača kvaliteta zemljišta, i uvođenje biotehnoloških poboljšivača kvaliteta zemljišta sa odgovarajućim vrstama i sojevima.*

Ključne reči: *leteći pepeo/ ekoremedijacija/ revegetacija*

ECOREMEDIATION OF ASH DUMPS

Brankica Rašković, Đurđica Ivković

Abstract: *Fly ash produced in the process of coal combustion for power generation can be treated as a waste or a resource yet to be fully utilized. It is mainly disposed by dry or wet methods and thus ends up in landfills on open land. The potentially harmful effects of this practice include wind and water erosion and leaching of*

substances into groundwaters. The solely use of microorganisms in the process of bioremediation has been proven unsuccessful. The most acceptable alternative is revegetation of abandoned ash disposal sites because it stabilizes the surface against wind and water erosion. Vegetation establishment has several beneficial effects: stabilization of ash against wind and water erosion, reduction of leaching which results from water loss in the process of evapotranspiration, provision of shelter and habitats for wild species. Main factors which determine the efficiency of revegetation are: selection of appropriate plant species, incorporation of soil or organic amendments into the surface to improve its quality, application of biotechnological soil amendments with suitable species and strains.

Key words: *fly ash/ reclamation/ revegetation*

UVOD

Sagorevanjem uglja u termoelektranama proizvodi se velika količina različitih ostataka (tzv. CCR – coal combustion residues), kao što su leteći pepeo, šljaka i materijali iz izduvnih gasova nastali u procesu odsumporavanja. Od ukupne količine ostataka sagorevanja, oko 70 – 75% čini leteći pepeo, koji se sastoji od sitnih mineralnih čestica koje se kreću ka gornjim delovima kotla i zatim izlaze iz njega zajedno sa izduvnim gasovima. Ove čestice se izdvajaju iz izduvnih gasova i zatim se odlažu. Leteći pepeo nastao u procesu proizvodnje električne energije može da se tretira kao otpad ili kao resurs koji tek treba u potpunosti da se iskoristi. Najveći deo letećeg pepela odlaže se suvim i vlažnim metodama. Obe ove metode podrazumevaju odlaganje letećeg pepela na deponijama na otvorenom terenu. U procesu suvog odlaganja, leteći pepeo se odlaže na deponijama ili u bazenima. U toku vlažnog odlaganja, leteći pepeo se ispira vodom i cevima se transportuje do veštačkih akumulacionih jezera, laguna i taložnih bazena u vidu muljevite smeše (guste suspenzije). Nakon izvesnog vremena iz ovih odlagališta pepela vrši se drenaža vode. Zakonske regulative vremenom postaju sve strožije, što postepeno povećava troškove odlaganja. Zbog toga su se poslednjih godina razvile brojne primene ostataka sagorevanja (CCR). Uglavnom se koriste u proizvodnji

cementa, betona, opeke, kao zamena za drvene proizvode, za stabilizaciju zemljišta, izgradnju puteva, revitalizaciju zemljišta i kao poboljšivač kvaliteta poljoprivrednog zemljišta. Procenjuje se da je korišćenje ostataka sagorevanja uglja u razvijenim zemljama nešto više od 20 %. Čak i u zemljama sa visokim procentom iskorišćenja letećeg pepela, velika količina letećeg pepela se odlaže na deponijama ili u taložnim bazenima. U proseku se oko 70% letećeg pepela proizvedenog u svetu odlaže na deponijama korišćenjem suvih ili vlažnih postupaka. Potencijalno štetni efekti ovakvog postupanja sa letećim pepelom uključuju eroziju vetrom i vodom, kao i ispiranje supstanci (kao što su soli i teški metali) u podzemne vode. Posebno su fine čestice pepela na površini podložne eroziji vetrom i predstavljaju glavni izvor prašine na okolnom terenu. Kada fine čestice pepela dospeju u vazduh, one mogu da prouzrokuju iritaciju i inflamaciju očiju, kože, grla i gornjih disajnih puteva čoveka. Toksični i/ili mutageni konstituenti ovih čestica su metali, policiklični aromatični ugljovodonici i Si. Pored toga, neke metale (Se, Cd, Cu i Zn) čovek može ingestijom da unese u svoj organizam u koncentracijama koje su više od preporučenih, hraneći se ribom koja živi u vodama u blizini deponija ili povrćem i voćem koje se uzgaja na pepelištu.

Ekološki najprihvatljivija alternativa je revegetacija napuštenih odlagališta pepela. Fitoremedijacija je tehnika u kojoj se korišćenjem biljaka uspešno uklanjaju zagađivači koji dospevaju u zemljište, a koji su poreklom iz letećeg pepela. Na osnovu sudbine kontaminanata, postoji 5 tipova fitoremedijacionih tehnika : fitoekstrakcija, fitotransformacija, fitostabilizacija, fitodegradacija i rizofiltracija. Uspostavljanjem vegetacije postiže se nekoliko efekata : vrši se stabilizacija pepela i sprečava se njegova erozija vetrom i vodom ; smanjuje se ispiranje koje nastupa usled gubitka vode evapotranspiracijom ; obezbeđuju se skloništa i staništa za divlje vrste ; stvara se estetski prijatan predeo. Neka odlagališta pepela su napuštena decenijama unazad, neka su relativno nova, dok se druga aktivno pune. Da bi se ovakvim predelima dugoročno moglo upravljati, neophodno je razumeti njihovu prirodu, kao i prirodu materijala koji se na njima nalaze, njihov potencijal i do sada zabeležene uticaje na životnu sredinu. Zbog procesa raspadanja treba uzeti u obzir i promenu ponašanja materijala tokom vremena.

1. OBRAZOVANJE OSTATKA SAGOREVANJA UGLJA

Ugalj se sastoji od sagorljive organske materije i različite količine neorganskog materijala. Nesagorljiva frakcija u uglju stvara čvrste ostatke (CCR) u toku sagorevanja. Fizičke i hemijske karakteristike ovih rezidua zavise od prirode matičnog uglja, karakteristika kotla i načina rada kotla, kao i od uslova nakon sagorevanja. Oko 90% termoelektrana na ugalj koristi suvi sprášeni ugalj koji se uduvava u kotao i sagoreva na 1200 – 1700°C. Mineralne rezidue sastavljene od malih čestica koje zajedno sa izduvnim gasovima napuštaju kotao predstavljaju leteći pepeo. Izdvajanje čestica iz izduvnih gasova vrši se korišćenjem elektrostatičkih precipitatora, odnosno elektrofiltera, ili vrećastih filtera. U mnogim novoizgrađenim termoelektranama ugalj se sagoreva na niskim temperaturama (800 - 900°C) korišćenjem tehnologije sagorevanja u fluidizovanom sloju. Sprášeni ugalj (ugalj u česticama) se suspenduje u koloni vazduha koji se podiže kako bi se sagoreo ugalj. Sorbent (krečnjak) se dodaje u kotao zajedno sa ugljem kako bi se uklonilo i do 90% S iz uglja. Sumpor i sorbent se nakon sagorevanja izdvajaju kao deo pepela.

1.1. Fizičko – hemijske osobine letećeg pepela

Minerološke, fizičke i hemijske osobine letećeg pepela zavise od prirode uglja, uslova sagorevanja, tipa uređaja za kontrolu emisije i metoda skladištenja. Leteći pepeo se javlja u vidu veoma finih staklastih čestica čija veličina varira od 0.01 – 100 µm (u proseku dijametar im je manji od 10 µm) i koje imaju malu gustinu i veliku površinu. Čestice sferičnog oblika (obično šuplje) čine najveći deo letećeg pepela. Hemijski gledano, 90 – 99 % letećeg pepela sastoji se od Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na i K, pri čemu Si i Al obrazuju osnovni matriks. Uzima se da se leteći pepeo prevashodno sastoji od oksida Al i Si i da je obogaćen nekim esencijalnim (Zn, Fe, Mn, B i Mo) i neesencijalnim metalima (Ni, Cr, Pb, Co, Al, Si). C i N se oksidišu u toku sagorevanja i daju gasovite komponente, tako da se u letećem pepelu javljaju u neznatnim količinama. pH letećeg pepela varira od 4.5 – 12 u zavisnosti od sadržaja sumpora u matičnom uglju, tipu uglja koji se koristi za sagorevanje i sadržaju sumpora u letećem

pepelu. Minerološke analize letećeg pepela pokazale su da se 70 – 90% čestica iz sprasenog uglja sastoji od staklastih sfera amorfno gero – aluminosilikata.

2. FAKTORI KOJI OGRANIČAVAJU RAST BILJAKA

Hemijski, fizički i mikrobiološki faktori mogu da ograniče uvođenje biljaka i njihov rast na odlagalištima pepela. U hemijske ograničavajuće faktore spadaju: visok pH, visoka koncentracija rastvornih soli, fitotoksične koncentracije bora i drugih elemenata i nedostatak nutrienata (N i P). U fizičke ograničavajuće faktore ubrajaju se: onemogućen rast korenovog sistema usled prirodne kompaktnosti finih čestica pepela i obrazovanje čvrstih cementovanih slojeva u slučaju kada u prisustvu krečnjaka i vlage čestice pepela dobijaju cementna svojstva. Mikrobiološki ograničavajući faktori su: generalni nedostatak mikrobiološke aktivnosti, što dovodi do slabog obrta nutrienata; i nedostatak inokuluma simbiotskih mikroorganizama, kao što su Rhizobium i Mycorrhizae. Priroda ograničavajućih faktora se proučava i na čistom pepelu i na zemljištu kojem je dodat pepeo radi poboljšanja karakteristika zemljišta, što je bitno za revegetaciju deponije pepela, jer se zemljište i drugi organski poboljšivači zemljišta često mešaju sa površinskim slojem pepela. Zbog male količine organskog ugljenika u letećem pepelu rast bakterija nije moguć. Zato se dodaje Broth – ov nutrient koji predstavlja dodatni izvor organskog ugljenika. Služi kao zamena za korenov eksudat i povećava bakterijsku augmentaciju. Biohemijske karakteristike bakterijskih sojeva izolovanih iz deponija letećeg pepela ukazuju na to da su isključivo prisutne aerobne bakterije.

pH vrednost nekih alkalnih pepela može bude veća od 12, što predstavlja faktor koji ograničava rast biljaka, pogotovo ako su u pitanju naslage koje nisu zahvaćene procesom raspadanja. Visok pH može da dovede do pojave nedostatka esencijalnih nutrienata (kao što je P) i esencijalnih mikroelemenata (elemenata u tragovima, kao što su Fe, Mn, Zn i Cu) kod biljaka koje se uzgajaju na odlagalištima pepela i na zemljištima kojima je dodata značajna količina pepela radi poboljšanja kvaliteta zemljišta. Visok pH dovodi do

precipitacije ovih nutrienata u vidu nerastvornih jedinjenja. Alkalni pepeo takođe može da prouzrokuje povećanu akumulaciju nekih neesencijalnih mikroelemenata u biljkama, kao što su As, Se i V, čija se rastvorljivost povećava sa povećanjem pH. U zemljištima tretiranim letećim pepelom često se uočava smanjeno preuzimanje P i Zn od strane biljaka.

Povećanje pH i dostupnog Ca i Mg nakon dodavanja letećeg pepela kiselom zemljištu ukazuje na to da je leteći pepeo pogodan za korišćenje u vidu krečnog đubriva (odnosno ima sposobnost neutralizacije). Za pepeo poreklom iz uglja karakteristična je visoka koncentracija oksida Ca i Mg. Zbog hidrolize CaO i MgO dolazi do povećanja pH vrednosti zemljišta. U zavisnosti od izvora pepela i stepena do kojeg je on raspadnut, sposobnost pepela da vrši neutralizaciju u velikoj meri može da varira. Utvrđeno je da je kapacitet pepela da vrši neutralizaciju u negativnoj korelaciji sa sadržajem Si i Fe, a u pozitivnoj korelaciji sa sadržajem Ca i Mg. Mnogi autori se slažu da se velike razlike u kapacitetu neutralizacije različitih letećih pepela može dovesti u vezu sa sadržajem Ca u njemu. Sposobnost neutralizacije pepela klase C (> 15% CaO) je dosta veća od sposobnosti pepela klase F (< 10% CaO). To znači da, iako pepeo klase F može imati veliku početnu pH vrednost, njegov kapacitet neutralizacije kada dođe u kontakt sa zemljištem može biti niži zbog niskog sadržaja CaO. Čak i umerena primena alkalnog letećeg pepela klase C može značajno da poveća pH zemljišta. Dodavanje blago kiselog letećeg pepela, čak i u većim količinama, ne mora dovesti do značajnih promena pH vrednosti zemljišta, ali može da poveća količine Ca i Mg u zemljištu koji se mogu razmenjivati. Što se tiče revegetacije, pepeo sa visokim kapacitetom neutralizacije može da podigne pH mešavine pepeo – zemljište i pepeo – organska materija, kada se zemljište ili organski otpad pomeša sa površinskim slojevima pepela. Pepeo takođe održava visoku pH vrednost supstrata u odlagalištu pepela dugi vremenski period i neutrališe reakcije zakišeljavanja (na primer, reakciju nitrifikacije) unutar depozita pepela.

Koncentracije rastvornih soli mogu biti velike u neraspadnutim depozitima pepela. Tipične vrednosti električne provodljivosti u odlagalištima pepela su veoma visoke (više od 13 dS/m), pri čemu vrednosti električne provodljivosti ≥ 4 dS/m imaju negativan uticaj na rast većine biljaka. To ukazuje na činjenicu da je salinitet osnovni

faktor koji ograničava uspostavljanje biljaka na nedavno obrazovanim depozitima pepela. Salinitet zemljišta se značajno povećava kada se zemljištu doda neraspadnuti leteći pepeo. Povećanje saliniteta zemljišta praćeno je značajnim povećanjem koncentracije hidrosolubilnog Ca^{2+} i u manjoj meri Mg^{2+} . Raspadanje (erozija) letećeg pepela u trajanju od 2 – 3 godine u toj meri dovodi do smanjenja koncentracije rastvorljivih soli, da se vrednosti električne provodljivosti svode na ispod 4 mS/m (vrednosti bezopasne za biljke).

U hemijske ograničavajuće faktore ubraja se i prisustvo potencijalno toksičnih koncentracija elemenata u tragovima (B, Mo, As, Be, Se, Ba, Cr itd.) u pepelu. Ove elemente u tragovima biljke mogu da sekvstriraju i tako postaju izložene povećanom riziku od kontaminacije. Proces preuzimanja i akumulacije metala kod različitih biljaka zavisi od koncentracije raspoloživih metala u supstratu, redosleda rastvorljivosti metala i biljne vrste. Toksičnost bora je najčešći uzrok smanjenog rasta kod biljaka koje se uzgajaju na odlagalištu pepela ili terenu obogaćenim letećim pepelom. Ukupna i dostupna količina B u pepelu variraju u zavisnosti od prirode matičnog uglja. Koncentracija hidrosolubilnog bora u letećem pepelu obično se kreće u rasponu od 20 – 60 mg/kg, mada u nekim slučajevima može da iznosi i preko 250 mg/kg. Koncentracija hidrosolubilnog bora od 30 mg/kg smatra se veoma toksičnom za biljke. Koncentracije B manje od 4, 4 – 10, 11 – 20, 21 – 30 i veće od 30 mg/kg smatraju se netoksičnom, slabo toksičnim, umereno toksičnim, odnosno visoko toksičnim. U velikom broju slučajeva tolerancija biljaka na leteći pepeo se podudara sa njihovom tolerancijom na koncentraciju B. Pošto je B relativno mobilni element, sadržaj hidrosolubilnog B u letećem pepelu vremenom postepeno opada, jer dolazi do ispiranja. Poseban problem predstavlja akumulacija Se, Mo i As u tkivima biljaka koje rastu na letećem pepelu. Iako su koncentracije koje se postižu netoksične za biljke, one mogu biti potencijalno hazardne za domaće životinje i divlji svet koji takve biljke koriste za ishranu. Koncentracija Se od 4 – 5 mg/kg u biljkama smatra se toksičnom za domaće životinje.

Visoka koncentracija Mo (5 – 20 mg/kg i iznad) i odnos Cu:Mo u biljnim tkivima u iznosu od 2:1 i su veoma važni u predviđanju molibdenoze kod životinja. Višak Mo smanjuje fiziološku dostupnost Cu, što dovodi do pojave nedostatka Cu kod životinja.

Leteći pepeo sadrži 60 – 95% čestica u vidu silta, kao i frakciju finog peska, pri čemu ne dolazi do formiranja agregata. Zbog toga su površinski slojevi letećeg pepela podložni eroziji vetrom. Erozija vetrom najčešće predstavlja ozbiljnu opasnost na odlagalištima pepela. Površinski slojevi mogu da se stabilisu bituminoznom emulzijom, dizel uljem ili drugim hemijskim stabilizatorima. Prekrivanje površine zemljištem ili unošenje zemljišta ili organskog otpada na ovim površinskim slojevima pepela takođe će sprečiti takve gubitke. Jednom kada se gust sklop vegetacije uspostavi na terenu, rizik od erozije vetrom je značajno umanjen. Fina tekstura letećeg pepela je uzrok male permeabilnosti i malih brzina infiltracije. U odlagalištima letećeg pepela bočna hidraulička konduktivnost može biti dosta veća od vertikalne konduktivnosti. Ova mala permeabilnost povećava površinsko oticanje i eroziju vetrom, ali takođe doprinosi smanjenju ispiranja soli i metala u podzemne vode. Pored toga, ponekad se fina kora može obrazovati na površini odlagališta pepela. Kada se ona osuši, može da onemogući klijanje semena. Unošenje organskog materijala u površinski sloj pepela poboljšava strukturalnu stabilnost i infiltraciju.

Cementne osobine letećeg pepela koje se ispoljavaju kada se on pomeša sa vodom mogu da predstavljaju još jedan problem na odlagalištima pepela. U prisustvu vode cementni materijali reaguju sa slobodnim krečnjakom i formiraju stabilni cement. Klasa C pepela ima cementna svojstva, dok pepeo klase F retko obrazuje cement kada se pomeša sa vodom. U mnogim slučajevima odlagališta pepela klase C daju cementovane i/ili kompaktne slojeve koji smanjuju aeraciju, infiltraciju vode i prodiranje korena. Cementno ponašanje će takođe smanjiti ispiranje soli i metala, jer dovodi do nekompletne saturacije i obrazovanja kanala i smanjenja zapremine pepela kroz koju se voda filtrira. Cementni slojevi se mogu mehanički razbiti, a zatim se unose organski poboljšivači kvaliteta zemljišta i/ili zemljište kako bi se sprečilo njihovo ponovno formiranje.

Kada se neraspadnuti leteći pepeo odloži na deponijama, on se ponaša kao termalno sterilisan medijum. Svi do sada navedeni faktori (visok pH, salinitet, toksičnost bora i drugih elemenata) mogu da ograniče kolonizaciju mikroorganizama i biljaka u pepelu. Najčešći ograničavajući faktor mikrobiološke aktivnosti je nedostatak C u supstratu, koji predstavlja izvor energije za heterotrofne mikroorganizme, i nedostatak adekvatnih količina azota.

Podaci ukazuju na to da se sa raspadanjem pepela i kolonizacijom biljaka na terenu povećava broj mikroorganizama, jer dolazi do ispiranja rastvorljivih soli i B iz površinskih slojeva pepela, što favorizuje rast i biljaka i mikroorganizama. Rast i uginuće biljaka pospešuju obrt i akumulaciju organske materije i nutrienata (kako ispod, tako i iznad zemlje), što podstiče aktivnost mikroorganizama. Proliferacija mikroorganizama je izražena u rizosferi rastućih biljaka, tako da što je veća zapremina korena u površinskim slojevima pepela, veća će biti biomasa mikroorganizama. Kao rezultat ovog procesa, istovremeno sa razvojem biljne zajednice iznad zemlje, vremenom se akumulira organska materija zemljišta i povećava se veličina i aktivnost mikrobiološke biomase ispod zemljišta. Studije u kojima se pepeo dodavao u zemljište radi povećanja njegovog kvaliteta ukazuju na inhibitorni efekat letećeg pepela na mikrobiološku aktivnost. Kada se zemljištu dodaju velike količine alkalnog pepela (pH 10 – 13) beleže se smanjenja evolucije ugljen – dioksida (brzina kojom organizam proizvodi CO₂, obično se izražava u µl CO₂ koji se proizvodi po 1 mg suve mase tkiva u toku 1h), mineralizacije N, nitrifikacije i aktivnosti enzima ureaze i fosfataze. Ovi efekti se pripisuju inhibitornim efektima koje imaju visoki alkalinitet i velika koncentracija rastvornih soli. Da bi se izbegli negativni efekti na mikrobiološku aktivnost u zemljištu, preporučuje se da primena letećeg pepela ne bude viša od 10 – 12%. Iako kiseli pepeo (pH 3.5 – 5.0) ima manji inhibitorni efekat na mikrobiološku aktivnost u odnosu na bazni pepeo, inhibitorni efekti na respiraciju su i kod kiselog pepela izraženi. Ovi efekti se pripisuju toksičnim koncentracijama metala u tragovima koji postaju dostupni pri niskim vrednostima pH. Mikrobiološka aktivnost je važna za brojne reakcije i funkcije u zemljištu, uključujući raspadanje organske materije, formiranje humusa, kruženje nutrienata (posebno N, P i S), formiranje i stabilizacija agregata. Na taj način razvoj aktivne mikrobiološke zajednice može da poveća podesnost pepela kao supstrata za rast biljaka. Zbog početnog nedostatka organskog supstrata i adekvatne količine N, važno je dodavati organsku materiju sa niskim C/N odnosom još u početnim fazama reklamacije odlagališta pepela. Ovakvo dodavanje će podstaći razvoj velike raznovrsne mikrobiološke zajednice. Relativno sterilna priroda odlagališta pepela ukazuje na to da na njima nema izvora inokuluma mikorizalnih gljiva (koji ulaze u simbiotske odnose sa korenovima

sistemom brojnih biljaka) i bakterija iz roda *Rhizobium* (naseljavaju korenov sistem leguminoza). Na mestima gde se biljke seju ili sade direktno na pepeo vrši se njihova inokulacija.

3. STRATEGIJE ZA REVEGETACIJU

I pored ovih ograničenja rasta biljaka na odlagalištima letećeg pepela, leteći pepeo ima značajan potencijal za upotrebu u poljoprivredi. Uspešno se koristi kao poboljšivač kvaliteta zemljišta i pospešuje rast biljaka. Fizičke osobine pepela (visok kapacitet zadržavanja vode), prisustvo makro i mikronutrienata i kapacitet neutralisanja su neke od dobrih karakteristika koje opravdavaju njegovo korišćenje. Iako postoje izvesne poteškoće pri upotrebi letećeg pepela, na odlagalištima pepela se može relativno lako uspostaviti vegetacija. Revegetacijom deponija pepela uspostavlja se biljni pokrivač i sprečava erozija. Tri su važna aspekta uspešne revegetacije: odabir odgovarajuće biljne vrste; unošenje zemljišta ili organskih poboljšivača kvaliteta zemljišta; i uvođenje biotehnoških poboljšivača kvaliteta zemljišta sa odgovarajućim vrstama i sojevima *Rhizobium* i *mycorrhizae*.

Odabir biljne vrste je važan faktor za uspešnu rehabilitaciju odlagališta pepela. Odabrane vrste bi trebalo da rastu na tlu sa povećanom količinom mikroelemenata i često u veoma alkalnoj sredini. Najtolerantnije biljne vrste pripadaju rodovima *Leguminosae*, *Chenopodiaceae*, *Cruciferae* i *Gramineae*. Leguminoze se dele na tolerantne (na primer slatka detelina *Melilotus sp.*, lucerka *Medicago sativa*, deteline *Trifolium pratense* i *T. repens*, detelina grahorka *Onobrychis sativa*) i osetljive (na primer grašak *Pisum sativum*, vučiji bob *Lupinus albus*, grahorica *Vicia sativa*, pasulj *Faba vulgaris* i *Phaseolus vulgaris*) vrste. Šećerna repa, stočna repa i cvekla, koje pripadaju rodu *Chenopodiaceae*, su se pokazale kao veoma tolerantne. Žitarice se takođe dele na tolerantne vrste, kao što su raž i pšenica, i osetljive, kao što su ovas i ječam. Među travama koje se koriste za ispašu, najtolerantnije su crveni vijuk *Festuca rubra* i višegodišnji ljuljak *Lolium perenne*. Neke ekonomski važne vrste, kao što su krompir i zelena salata, veoma su osetljive. Na odlagalištima pepela koja se nalaze neposredno uz termoelektrane izučavana je tolerancija 10

različitih vrsta (prirodno kolonizovanih i veštački zasađenih). Utvrđena je sledeća adaptibilnost vrsta prema letećem pepelu (od najmanje ka najvećoj): *Populus alba*, *Cirsium arvense*, *Epilobium collinum*, *Eupatorium cannabinum*, *Amorpha fruticosa*, *Crepis setosa*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Spiraea van – houteri*, *Tamarix gallica* i *Verbascum phlomoides*. Zeljaste biljke, kao što su pšenica, vijuk i slatka detelina, mnogo bolje rastu na letećem pepelu od mnogih drvenastih biljaka. Neke drvenaste biljke, platan (*Platanus accidentalis*) i *Liquidamber styraciflua*, rastu prilično dobro. Drveće koje ima sposobnost da fiksira atmosferski azot, kao što je *Alnus*, *Elaeagnus*, *Robinia*, *Ceranthus*, *Colutea*, *Hippophae* i *Gleditsia*, je relativno tolerantno na uslove rasta na pepelištima. Kserofite i halofite iz familije *Aizoaceae*, *Chenopodiaceae* i *Zygophyllaceae* dobro rastu na odlagalištima pepela.

Fitoremedijacija je pogodna metoda za smanjenje potencijalno toksične koncentracije teških metala iz vodenog rastvora, koji bi mogli da se isperu sa mesta odlaganja pepela. Brzorastuće vrste koje imaju afinitet ka akumulaciji teških metala u vršnim delovima se sade i delovi biljaka iznad zemlje se periodično uklanjaju (*Sida cardifolia*, *Chenopodium album* i *Phaseolus vulgaris*). Mikorizalna i rizobijalna inokulacija pospešuju translokaciju teških metala u vršne delove nekih biljaka, tako da inokulacija može da pospeši efekte fitoremedijacije. Ipak, korišćenjem ove tehnike do sada nije zabeleženo značajno smanjenje koncentracije solubilnih teških metala (teških metala lako dostupnih biljkama).

Pepeo kao substrat nema organsku materiju koja je neophodna za optimalno funkcionisanje zemljišta, zbog čega je neophodno dodavanje organskih poboljšivača kako bi se započelo kruženje nutrienata, olakšalo prevazilaženje fizičkih i hemijskih ograničenja i obezbedila sredina pogodna za rast vegetacije. Organski materijali, kao što su stajnjak i kompost, olakšavaju proces oporavka ekosistema i podstiču razvoj samoodrživih zemljišnih mikroorganizama i biljnih zajednica. U praksi se životinjski stajnjak i kompost ne koriste ekstenzivno u rekultivaciji, zbog visokog sadržaja vlage i troškova transporta ogromne zapremine stajnjaka sa jednog mesta na drugo.

Prostirke travnatih formacija se primenjuju kao privremene prekrivke sa ciljem da se stabilizuju površine i da se poboljšaju mikroklimatski uslovi koji su neophodni za uspostavljanje

vegetacije. Njihove osnovne uloge su: sprečavanje gubitka vode smanjenjem evaporacije, povećanjem infiltracije i povećanjem kapaciteta zadržavanja dostupne vlage; povećanje stabilnosti zemljišta koja se ostvaruje smanjenjem erozije vodom, vetrom i dejstvom kišnih kapi; povećanje sadržaja organske supstance u zemljištu; smanjenje površinskih temperaturnih režima; smanjenje formiranja površinske kore i smanjenje klijanja korova. Postavljanje prostirki travnatih formacija je posebno efikasno tokom početnih faza revegetacije taložnog bazena letećeg pepela.

Sterilna priroda tek odloženog pepela ukazuje na činjenicu da je početna mikrobiološka aktivnost beznačajna. Polako se uvodi heterotrofna mikroflora, bakterije azotofiksatori i mikorizalne gljive, pre svega u vidu inokuluma koji je vazduhom nošen sa susednog zemljišta. Leteći pepeo ne mora uvek da bude dobar medijum za preživljavanje i kolonizaciju za ekto i endomikorize i *Rhizobium*, koji ulaze u simbiozu sa biljnim vrstama. Vrste i sojevi mikorize i *Rhizobium* imaju različite sposobnosti da prežive i rastu na letećem pepelu. VA mikorize (endomikorize koje ulaze u simbiozu sa zeljastim i žbunastim biljkama i koje nisu vidljive golim okom) se međusobno razlikuju prema tolerantnosti na različite nivoe saliniteta, kao što je to slučaj i sa sojevima *Rhizobium*. Leguminoze imaju sposobnost da fiksiraju atmosferski azot, pošto u kvržicama svog korenovog sistema poseduju bakteriju iz roda *Rhizobium*. Sađenje leguminoza je ključan faktor za uspostavljanje biljnih kultura u suvim zemljištima sa neadekvatnom količinom nutrienata. Tolerancija leguminoza na uslove koji vladaju u letećem pepelu varira. Veliki broj leguminoznih biljaka može da raste u letećem pepelu, a da pritom ne pokazuje znake oštećenja. Iz tog razloga je revegetacija taložnih bazena letećeg pepela i deponija pepela korišćenjem leguminoza vijabilno rešenje. Pošto su sojevi bakterija *Rhizobium* obično specifični za određene leguminozne biljke ili grupe leguminoznih biljaka i pošto postoji zanemarljiv bakterijski inokulum u tek odloženom pepelu, semena leguminoznih biljaka moraju biti inokulisana odgovarajućim sojem *Rhizobium*. Korišćenje rizobijalnog inokuluma koji je izolovan sa mesta na kojima je prethodno izvršena revegetacija obezbeđuje sojeve koji su tolerantni na uslove koji vladaju u letećem pepelu.

ZAKLJUČAK

Poželjno je izvršiti revegetaciju napuštenih odlagališta pepela, jer se na taj način vrši stabilizacija površinskih slojeva i sprečava se erozija. Faktori koji mogu da otežaju proces sprovođenja revegetacije su visok pH, visoka koncentracija rastvornih soli, toksičnost B, prirodna kompaktnost finih čestica pepela koja inhibira infiltraciju vode i rast korena, i cementna svojstva pepela koja mogu dovesti do svrtanja očvrslih slojeva. Vremenom sa površinskih slojeva pepela dolazi do ispiranja rastvornih soli i bora, dok u naslagama pepela lignita pH opada sa 11 – 12 na 7 – 8. To omogućava stvaranje sredine koja je dosta pogodnija za rast biljaka. Da bi revegetacija odlagališta pepela bila efikasna, površina odlagališta se ili pokriva prekrivkom od zemljišta ili se organski poboljšivači dodaju na površini. Zbog sve većeg nedostatka površinskog sloja zemljišta na mnogim lokalitetima, druga opcija je sve više u upotrebi. Integrisani organski (biotehnološki) pristup revegetaciji je najpodesniji. On uključuje sledeće korake: Inkorporiranje organske materije (na primer kompostiranog otpada) u površinske slojeve kako bi se poboljšali fizički uslovi, količina nutrienata i obezbedio supstrat za mikrobiološke zajednice; korišćenje organskog prekrivača zemljišta (od slame ili gnojiva, ili prostirke travnatih formacija) kako bi se zaštitila površina i smanjili gubici vode putem evaporacije; korišćenje leguminoznih biljaka, inokulisanih sa odgovarajućim sojevima *Rhizobium* (ukoliko je moguće, sojevi se izoluju sa onih mesta na kojima je revegetacija uspešno sprovedena), kako bi se uveo N u sistem; inokulacija vegetacije sa odgovarajućim ekto i endomikorizalnim gljivicama (po mogućstvu izolovanih sa onih mesta na kojima je revegetacija uspešno sprovedena) kako bi se povećala dostupnost vode i nutrienata biljkama i da bi se poboljšala sposobnost biljaka da tolerišu toksične koncentracije teških metala.

REFERENCE

- [1] R.J.Haynes, „Reclamation and revegetation of fly ash disposal sites – Challenges and research needs“, *Journal of Environmental Management*, Vol.90, No1, January 2009, pp.43 – 53.
- [2] S.Tiwari, B.Kumari, S.N.Singh, „Microbe – induced changes in metal extractability from fly ash“, *Chemosphere*, Vol.71, No.7, April 2008, pp.1284 – 1294.
- [3] H.B.Vuthaluru, D.French, „Ash chemistry and mineralogy of an Indonesian coal during combustion: Part II – Pilot scale observations“, *Fuel Processing Technology*, Vol.89, No.6, June 2008, pp.608 – 621.
- [4] D.R.Chaudhary, A.Ghosh, J.Chikara, J.S.Patolia, „Elemental content of three plant species growing on the abandoned fly ash landfill“, *Indian forester*, Vol.135, No.3, March 2009, pp.393 – 401.
- [5] L.C.Ram, S.K.Jha, R.C.Tripathi, R.E.Masto, V.A.Selvi, „Remediation of fly ash landfills through plantation“, *Remediation*, Vol.18, No.4, Autumn 2008, pp.71 – 90.

“ZELENI KROVOVI ” KAO METODA EKOREMEDIJACIJE URBANIH EKOSISTEMA

Dušanka Šešlija, Tea Milanković
Fakultet za primenjenu ekologiju Futra, Univerzitet
Singidunum

Izvod: *Uticaji urbanog razvoja na stanje životne sredine su brojni i ogledaju se u degradaciji prirodnih staništa, smanjenju brojnosti i raznovrsnost vrsta, narušavanju hidroloških tokova, smanjenom protoku energije i kruženju materije. Sve ove promene u ekološkim uslovima koje su rezultat ljudskih aktivnosti u urbanim područjima na kraju imaju uticaj i na zdravlje i blagostanje čoveka. Rad razmatra upotrebu zelenih krovova kao metode ekoremedijacije urbanih ekosistema i smanjenje negativnih uticaja urbanog razvoja. Kroz sađenje esktenzivnih ili intenzivnih zelenih krovova, dolazi do povećavanja površine pod zelenilom čime se ostvaruju brojne koristi među kojima: prečišćavanje vazduha od smoga, povoljan uticaj na klimu, povećana zaštita od buke, smanjenje i usporenje dotoka voda od padavina, dodatni prostor za biljke i životnje, lepša slika grada i pejzaža i zdravija životna sredina.*

Ključne reči: *životna sredina/ održivost/ urbana ekologija/ zeleni krovovi/ ekoremedijacija urbanih ekosistema*

“GREEN ROOFS” AS METHOD OF ECOREMEDIATION OF URBAN ECOSYSTEMS

Dušanka Šešlija, Tea Milanković
Faculty of Applied Ecology Futura, Singidunum University

Abstract: *The impacts of urban development on the environment are numerous and are reflected in the degradation of natural habitats, reducing the number and variety of species, violating hydrological flows, reduced energy flow and circulation of materials. All these changes in environmental conditions that result from human*

activities in urban areas eventually have an impact on the health and welfare of man. The paper discusses the use of green roofs as a ecoremediation method of urban ecosystems and reduce the negative impacts of urban development. Through planting of intensive or extensive green roofs, there is increasing the area under the greenery which realize numerous benefits including: air purification of smog, a favorable impact on the environment, increased protection from noise, reduction and slowing the flow of water from rainfall, extra space for plants and animals, beautiful picture of the city and landscape and healthier environment.

Key words: *environment/ sustainability/urban ecology/ green roofs/ ecoremediation/ urban ecosystems*

UVOD

Prema procenama UN na početku 21. veka, oko polovine svetskog stanovništva (oko 3 milijarde ljudi) živi u urbanim sredinama. Procenjuje se da će u sledećih 25 godina broj ljudi koji žive u gradovima porasti za još dve milijarde.

Razvoj gradova rasparčava, izoluje i degradira prirodna staništa, pojednostavljuje i homogenizuje sastav i raznovrsnost vrsta, narušava hidrološke tokove, menja protok energije i kruženje materije. Sve ove promene u ekološkim uslovima koje su rezultat ljudskih aktivnosti u urbanim područjima na kraju imaju uticaj i na zdravlje i blagostanje čoveka. Najznačajniji pritisak na ekosistem se ogleda u: 1. promeni funkcije zemljišta, koje biva prekriveno zgradama ili saobraćajnicama, 2.aerozagađenju poreklom iz saobraćaja ili industrije, 3. velikoj količini kišnice koja opterećuje gradsku kanalizaciju i zajedno sa sanitarnim vodama može biti veliki problem ukoliko na adekvatan način nije rešeno prečišćavanje ovih voda.Svaka čovekova aktivnost kojom se narušena ravnoteža u prirodi dovodi u ponovni sklad, je dobrodošla. Ozelenjavanje krovnih površina je samo jedna od njih. Poznati kao i “živi krovovi”, zeleni krovovi postižu nekoliko ciljeva ozdravljenja degradiranog gradskog ekosistema time što: apsorbuju kišnicu, stvaraju stanište za biljni i životinjski svet, pružaju toplotnu izolaciju i pomažu u smanjenju temperature vazduha u gradskim područjima, odnosno umanjuju efekat “ toplotnih ostrva”.

1. ISTORIJA ZELENIH KROVOVA

Ova metoda ekoremedijacije urbanih ekosistema je poznata čoveku još iz antičkih vremena. Krovovi sa negovanim rastinjem pominju se još u Starom Zavetu. Krovni vrtovi i krovne terase najpre su se pojavile na Bliskom Istoku. Viseći vrtovi su uzgajani u Asiriji i Vavilonu, u plodnim dolinama Tigra i Eufrata, a najčuleniji su Semiramidini viseći vrtovi.

U Evropi se pojavlju u doba Renesanse. Sa razvojem botanike povećavao se i broj gajenih biljnih vrsta. Krovovi i terase dekorisani su cvećem, drvećem, žbunjem i vinovom lozom. Ova "moda" širila se od Italije sve do kraljevina na severu Evrope (npr. Švedske Kraljevine), uvek u skladu sa lokalnim klimatskim uslovima. Izgradnja krovnih vrtova u to vreme bila je privilegija kraljevskih porodica, plemstva i bogatih građana. Sa razvojem buržoazije sve su učestaliji i zahtevi za krovnim vrtovima. Delo berlinskog majstora Karla Palica pod nazivom "Prirodni krovovi izrađeni od vulkanskog cementa ili moderni viseći vrt" iz 1867, kao i izum pariskog vrtlara Monijea, ojačani beton, predstavljali su revoluciju u arhitekturi. Zgrada sa ravnim krovom koja predstavlja simbol moderne arhitekture zasnovana je na njihovim dostignućima. Čuveni predstavnici ovog trenda Le Korbizije, Valter Gropius i predstavnici pokreta Bauhaus, projektovale su krovne vrtove na svojim građevinama. Le Korbizije u svojim teorijskim radovima krovni vrt definiše kao "ključni životni prostor gradskog stanovništva u budućnosti".

Ukrasno bilje na krovovima negovano je i kod naroda severne Evrope – na Islandu i u Skandinaviji – u okvirima tradicionalne arhitekture. Razlog za to je termička zaštita. Krovovi koji su pokriveni tresetom i travnjacima imaju toliko dobru toplotnu izolaciju da ove građevine ne zahtevaju intenzivno grejanje čak ni pri oštroj zimi.

U poslednjoj trećini dvadesetog veka uspostavljeni su osnovni principi tzv. "Zelene" arhitekture. Ovo se odnosi ne samo krovne vrtove, već i na ekstenzivne i intenzivne zelene površine na velikim zgradama, uključujući zelene fasade. Ekološki aspekti dizajna imaju sve veći uticaj na ove krovove.

2. PREDNOST ZELENIH KROVOVA

2.1. Zdravija životna sredina

Život u gradovima nas čini podložnim raznim bolestima. Aerozagađenje, povećan nivo buke, povećanje temperature u letnjim mesecima, sve to ima uticaja na ljusko završje. Kroz apsorpciju prašine i štetnih gasova, zaštitu od buke i stvaranje povoljnije mikroklimе u gradovima leti, zeleni krovovi stvaraju zdraviju životnu sredinu u urbanim centrima.

2.1.1. Uticaj na aerozagađenje

Brojne zdravstvene studije potvrđuju negativan uticaj gradskog vazduha koji je zasićen ugljen-monoksidom, isparljivim organskim jedinjenjima, česticama i ostalim proizvodima sagorevanja fosilnih goriva i industrije na ljudsko zdravlje. Apsorpcijom prašine i štetnih gasova biljke pročišćavaju i oplemenjuju vazduh koji ljudi udišu. One u svojim asimilacionim organima zadržavaju i prerađuju okside, kao i druga štetna jedinjenja koja se nalaze u vazduhu i padavinama, a proizvode kiseonik koji je neophodan za život svih živih bića. Istraživanja iz ove oblasti, koje je sprovedla Agencija za zaštitu životne sredine u Americi, pokazuju da se u oblastima gradskih ulica koje nemaju drvorede nalazi 10-15% više čestica prašine u vazduhu.

2.1.2. Uticaj na zagađenje bukom

Buka ima iritirajuće dejstvo na čoveka i postepeno može dovesti do brojnih zdravstvenih komplikacija kao što su smanjenje koncentracije, zamor, ubrzani puls, pa čak i do povišenog krvnog pritiska. Zeleni krovovi apsorbuju zvuk čime smanjuju buku u okolini i poboljšavaju zvučnu zaštitu prostorija ispod krova. Jedan od primera krovnog ozelenjavanja čija je glavna funkcija smanjenje buke je zeleni krov postavljen na aerodromskoj zgradi u Frankfurtu, koji je najveći i najprometniji aerodrom u Evropi, a samim tim je i mesto jakog izvora buke. Na aerodromskoj zgradi postavljen je zeleni krov ekstenzivnog tipa sa supstratom debljine 10cm. Merenja zvuka pre i posle njegovog postavljanja pokazala su da je u aerodromskoj zgradi došlo do redukcije zvuka za najmanje 5dB [1].

2.1.3. Uticaj na mikroklimu grada

Temperatura vazduha u gradovima se povećava usled porasta broja stanovnika, lokalnih uticaja od grejanja stanova, industrije i saobraćaja. Razlika u temperaturi između gradskog centra i perifernih delova grada, u letnjim mesecima može biti i 10°C, što znatno utiče na zdravlje i kvalitet života stanovništva. Prirodni klima-uređaji kao što su zelene površine i parkovi mogu apsorbovati i do 80% viška toplotne energije kroz vlažnost tla i vegetaciju. Krovni vrtovi dobra su zamena zelenilu na tlu za koje je sve manje mesta. Kroz rashlađivanje i vlaženje suvog, toplog vazduha, barem u ograničenom delu ozelenjenog naselja, dolazi do poboljšanja mikroklimе, a time i povoljnije i zdravije okoline za život.

Temperatura u gradovima raste sa porastom apsorbujućih površina koje zadržavaju toplotu koju prime tokom celog dana i emituju je u okruženje – čime nastaju „vrelа ostrva” (eng. Urban Heat Island). Agencija za zaštitu životne sredine SAD definiše „vrelа ostrva” kao metropolitску površinu koja je značajno toplija od njene okoline. Zeleni krovovi mogu da redukuju toplotu, minimizuju toplotnu upijajuću površinu, a samim tim utiču i na bolji kvalitet vazduha.

Zajedničkim delovanjem sa ostalim zelenim elementima zeleni krovovi, imaju važnu ulogu u promeni klime gradova u potpunosti. Tokom letnjih dana temperatura betonskog ili šljunčanog krova može da naraste od 25 do 60°C (pa čak i do 80°C). Ukoliko je krov prekriven travom, temperatura vazduha iznad travne površine ne prelazi 25°C. Već 20cm supstrata sa 20 do 40cm visokom travnom pokrивkom ima istu moć izolacije kao kada bismo stavili staklenu vunu u sloju od 15cm[2]. Vazduh u prostorijama zgrada koje su prekrivene zelenim krovom je za 3 do 4°C hladniji nego vazduh spolja, kada je dnevna temperatura između 25 i 30°C što pokazuju istraživanja sprovedena pri poređenju građevinskih objekata sa i bez postavljenog zelenog krova[2]. Zeleni krovovi se koriste kao prirodna izolacija zgrada. Studija koju je sprovedla organizacija Environment Canada pokazala je da se izgradnjom zelenog krova postiže za 26% smanjena potreba za hlađenjem prostora i u istom procentu smanjenje gubitka toplote zimi. Zavisno o projektovanim slojevima krovnog vrta, moguće je uštedeti 1-2 litra lož ulja na kvadratni metar krova[3].

2.1.4. Zeleni krovovi kao stanište biljaka i životinja

Struktura zelenih krovova je jedan od najznačajnijih faktora u bogatstvu biodiverziteta. Ozelenjene krovne površine sa plitkim supstratom predstavljaju stanište manjeg broja vrsta suvih staništa jer su slabije obrasle vegetacijom, dok površine sa dubljim supstratom imaju raznovrstan biljni pokrivač i samim tim predstavljaju stanište većeg broja jedinki[4].

U Bazelu, u Švajcarskoj[4] urađena je jedna od najdetaljnijih studija o biodiverzitetu zelenih krovova, odnosno o aktivnostima ornitofaune, insekata i pauka na 17 ekstenzivnih zelenih krovova raznovrsne vegetacije, kao i specijalno formiranim krovovima od lokalnog otpadnog materijala sa tankim slojem supstrata, koji su prepušteni spontanoj kolonizaciji. Nakon 3 godine ustanovljeno je postojanje 78 vrsta pauka i 254 vrsta buba, od čega su 18% vrsta pauka i 11% vrsta buba vrlo retke ili ugrožene vrste. Stariji zeleni krovovi su podržavali veći broj vrsta, što znači da instalacija zelenog krova u urbanoj sredini nema jednokratni efekat već postaje integrisani deo okruženja, razvija se i obogaćuje ga. Studija je pokazala da se mnoge značajne vrste ptica gnezde na zelenim krovovima, kao npr. poljska ševa (*Alauda arvensis*), vivak (*Vanellus vanellus*), mali pijukavac (*Charadrius dubius*), planinska crvenorepka (*Phoenicurus ochruros*), pliska (*Motacilla* sp), golub (*Columba livia*), i domaći vrabac (*Passer domesticus*). Nedostatak zelenih površina a samim tim i hrane u urbanizovanim zonama, zelene krovove čini izuzetnim staništem urbane flore i faune.

2.1.5. Smanjenje količine i usporenje toka otpadnih voda, kišnice i prečišćavanje vode

U okviru sastava zelenog krova moguće je zadržati 50-90% prosečnih godišnjih padavina. Putem transpiracije biljaka i evaporacije supstrata veći deo vode se brzo vraća u ciklus kruženja vode. Na taj način se redukuje oticanje kišnice, smanjujući mogućnost havarija na odvodnim sistemima, eventualna izlivanja i poplave u izgrađenim sredinama. Sastav kanalizacije otpadnih voda s priključnim izlivima, rasterećen je godišnjeg priliva za otprilike 700 l/m² vode zelenog krova. U isto vreme se redukuje mogućnost povratka vode iz kanalizacije i poplava, koje se događaju za vreme

naglih i jakih kiša. Zeleni krovovi na novogradnjama i na građevinama s velikim krovnim površinama, pri projektovanju odvoda i kanalizacije smanjuju dimenzije ili broj kanala, priliva a i slivnika (tabela 1).

Tabela 1. *Prosečna godišnja vrednost zadržavanja padavina, odnosno koeficijenti vodopropusnosti u odnosu na debljinu substrata*[5]

VRSTA KROVA	Debljina supstrata (cm)	Biljne vrste	Prosečni godišnji kapacitet zadržavanja padavina (%)	Koeficijent propusnosti padavina (ψ)
Ekstenzivni krovni vrtovi	>4-6	sedumi	45	0.55
	>6-10	Sedumi, livadsko bilje	50	0.5
	>10-15	Sedumi, trave, livadsko bilje	55	0.45
	>15-20	Trave, livadsko bilje	60	0.4
Intenzivni krovni vrtovi	15-25	Travnjaci, manji grmovi, cvetni grmovi	60	0.4
	25-50	Travnjaci, manji grmovi, cvetni grmovi	70	0.3
	>50	Travnjaci, manji grmovi, cvetni grmovi I drveće	>90	0.1

Kao prirodni filteri zeleni krovovi redukuju zagađivače, koji se prenose lokalnim drenažnim sistemima i na kraju ulivaju u površinske vode. Pored toga što smanjuju zagađenje azotom koje je znatno prouzrokovano pojačanim saobraćajem, rezultati nekih

studija govore i da se ostaci teških metala i ostalih štetnih materija, koji se nalaze u kišnici, brže razlažu u zemljišnom supstratu nego u rekama. Procenjuje da preko 95% kadmijuma, bakra i olova i 16% cinka mogu da se prečiste iz kišnice putem zelenih krovova[6].

2.2. Uštede u upotrebi i održavanju zgrade

Zeleni krov štiti hidroizolaciju od ultraljubičastog zračenja, velikih temperaturnih razlika i mehaničkih oštećenja. Prosečni vek trajnja, čak i stručno i kvalitetno izvedene hidroizolacije, iznosi 15-25 godina, dok zeleni krov najmanje dvostruko produžuje vek trajanja hidroizolacije.

2.3. Iskoristivost površine

2.3.1. Dodatna korisna površina i odgajanje zdrave hrane

Ukoliko konstrukcija dozvoljava, na krovu je moguće stvoriti prostore za sport i rekreaciju, veštačka jezera ili čak bazene za plivanje usred zelene oaze. Krovovi New Yorka su dobar primer, gde su krovne bašte i kafići uobičajeni već stotinu godina. Pored toga, kao izuzetna praktična, ekološka i ekonomsi isplativa mogućnost pokazuje se proizvodnja hrane na krovnim površinama. Zeleni krov hotela Fairmont u Vankuveru, Kanada, pretvorena je u krovnu baštu u kojoj se gaji povrće, cveće i aromatično bilje. Krovna bašta u potpunosti obezbeđuje potrebe hotela za ovim vrstama namirnica i na taj način hotel ostvaruje uštedu od 20.000 do 30.000 kanadskih dolara. Gosti hotela imaju i tu mogućnost da uživaju u pogledu na ovaj nesvakidašnji prizor, što svakako utiče i na cenu hotelskog smeštaja[1].

2.4.2. Estetske prednosti zelenih krovova - lepša slika grada i pejisaža

Estetska funkcija je dovoljan razlog za formiranje zelenog krova, jer kao efekat oplemenjivanja gradskog pejzaža umnogome utiče na poboljšanje kvaliteta života u urbanim uslovima. Istraživanja pokazuju da osobe koje su radile u prostorijama sa prisutnim biljkama ili sa pogledom na zelenu površinu imaju 12%

veću produktivnost od osoba koje su isti posao obavljale u prostorijama bez ikakvog kontakta sa biljkama[7].

3. KONSTRUKCIJA ZELENIH KROVOVA

Krovni vrt je otvoreni prostor prekriven biljnim materijalom, odvojen od tla građevinom ili nekom drugom strukturom. Zeleni krovovi nastali sadnjom bilja u kontejnere ili korita nisu krovni vrtovi. Osnovni elementi krovnog vrta su: sloj vegetacije, supstrat, filterski sloj i drenažnoakumulacioni sloj. Zavisno o fizičkim svojstvima krova, ispod osnovnih slojeva zelenog krova, nalazi se hidroizolacija s protivkorenskom zaštitom, toplotna izolacija, parna brana i krovna konstrukcija.

3.1. Ekstenzivni i intenzivni zeleni krovovi

Krovni vrtovi se dele na ekstenzivne i intenzivne. Ekstenzivni krovovi su u svakom smislu manje zahtevni što se tiče nosivosti konstrukcije, održavanja i uslova za bilje koje na njima raste. Intenzivni krovni vrtovi su u pravom smislu reči bremeniti: težinom, zahtevima za održavanjem i navodnjavanjem. Uzevši u obzir razne izvore podataka o krovnim vrtovima, pojavljuje se i pojam poluintenzivnog ili jednostavnog intenzivnog krovnog vrta, koji čini prelaznu varijantu krovnih vrtova. Karakteriše ih veća visina supstrata nego kod ekstenzivnih krovova, najviše do 20-30 cm, što projektantima i korisnicima omogućuje veći izbor biljnog materijala.

3.2. Ekološki krovovi

Ekološki krovovi (Ecoroofs) ili tehnički zeleni krovovi su ekstenzivni zeleni krovovi, koji se sve češće nazivaju ekokrov. To je lagani, ozelenjeni krovni sastav koji se upotrebljava na tradicionalnim krovovima. Sastoji se od hidroizolacije, drenažnog sloja, laganog vegetacionog supstrata i biljnog pokrivača. Kao biljni pokrivač biraju se vrste pogodne za posebne uslove na krovu gde je suvo i vruće leti, a vlažno ili smrznuto tlo zimi. Ekokrov je najčešće neprohodan. Po njemu se može ograničeno hodati kada je to potrebno za održavanje građevinskih delova krova ili električnih

instalacija. Uz oblikovanje hodnih staza ili terasa i ekokrov može postati korisna površina. Prednost ekokrova nad standardnima neprohodnima je pre svega u komunalnom smislu, jer usporavaju nagli dotok vode u kanalizaciju za vreme jakih kiša i smanjuju količinu kišnih otpadnih voda gledano u odnosu na prosečnu količinu padavina na nekom području.

ZAKLJUČAK

Da bi se dostigli ciljevi održivog razvoja, neophodno je shvatiti da gradovi imaju značajnu ulogu u tom procesu. Obezbeđivanje odgovarajućeg nivoa zdrave životne sredine u urbanim uslovima danas predstavlja značajan izazov. Svaka čovekova aktivnost koja narušenu ravnotežu u prirodi dovodi u ponovni sklad, je dobrodošla, a ozelenjavanje krovnih površina je samo jedna od njih.

Zeleni krovovi su veoma efikasna metoda ekoremedijacije urbanih ekosistema. Uz relativno mala materijalna ulaganja saznajmo zelenih krovova se smanjuju mnogi nepovoljni uticaji čovekovih aktivnosti na urbani ekosistem. Zeleni krovovi direktno utiču na smanjenje prašine i štetnih gasova u gradskom vazduhu, pročišćavanje vazduha od smoga, gradsku klimu i smanjenje vrelih ostrva, očuvanje vlažnosti vazduha, zaštitu od buke. Dobijamo novi prostor za biljke i životinje, smanjujemo količinu otpadnih voda i rasterećujemo gradsku kanalizaciju. Nimalo nije zanemarljiva činjenica da se gradnjom zelenih vrtova dobija i estetski lepša slika grada i pejzaža kao i dodatna korisna površina na kojoj se mogu stvoriti prostori za sport i rekreaciju, veštačka jezera ili čak bazene za plivanje usred zelene oaze. *“Krovovi svakoga grada izgledaju kao pustinja koju je sam čovek napravio, ali zaboravljamo kako je i pustinja živo stanište.”*

REFERENCE

- [1] Dunnett N., Kingsbury N.: *"Planting Green Roofs and Living Walls"* Timber Press Inc. 2004
- [2] Angela Loder & Steven Peck, "Green Roofs and Implementing the Goals of Smart Growth" Portland, 2004
- [3] Peck, S.W. and C. Callaghan: *"Greenbacks from Green Roofs: Forging a New Industry in Canada"*, Environment Canada, 1999
- [4] Brenneisen, S. 2003. The benefits of biodiversity from green roofs: Key design consequences, p. 323–329. *In Proc. of 1st North American Green Roof Conference: Greening rooftops for sustainable communities*, Chicago. 29–30 May 2003. The Cardinal Group, Toronto.
- [5] FFL, 2002, Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen
- [6] The London Ecology Unit's *"Building Green: A Guide to Using Plants on Roofs, Walls and Pavements,"* 1993
- [7] Palmer-Wilson, K. 2005: Introduction to Horticultural Therapy and Green Roofs. *The Green Roof Infrastructure Monitor*. 5(1):11-12.

POTENCIJAL FORMALNOG I NEFORMALNOG ZELENILA KAO ELEMENATA ZELENE INFRASTRUKTURE BEOGRADA

Vesna Anastasijević, Nebojša Anastasijević, Nadežda
Stojanović, Mirjana Mešiček
Šumarski Fakultet, Katedra za pejzažni inženjering

Izvod: *Gradski prostor, čak i kad je relativno dobro uređen, svojevrsna je a možda i najtačnija paradigma degradacije prostora, pa i degradacije životne sredine savremenog sveta. I pored svih nastojanja da se ovaj prostor učini zdravijim, humanijim i prijatnijim, velike površine urbane teritorije imaju sasvim nisku ekološku vrednost. Zbog toga je potencijal zelenih gradskih površina, ekološki apsolutno najvrednijih zona u gradskom ekosistemu, izvanredno veliki, a izuzetno je važno pronaći mogućnosti da se omogući proširivanje zona pod zelenilom. To je sasvim razumljivo kad se ima u vidu da osim konkretnih ekoloških dejstava, zelenilo ima i izvanredni psihološki i sociološki značaj, zbog čega i jeste jedan od ključnih elemenata popravljanja kvaliteta gradskog života.*

Zelenilo kao deo urbane strukture može pod izvesnim uslovima postati najznačajniji deo jedne smišljene mreže raznovrsnih površina u gradu, tzv. zelene infrastrukture, povezanih vrlo specifičnim, živim, biljnim materijalom, od čijeg će kvaliteta, veličine, rasporeda u prostoru i vitalnosti neposredno zavisiti stepen zagađenosti lokalne sredine, vizuelni i estetski kvalitet gradskog prostora pa i zadovoljstvo stanovnika. Njegovo unapređivanje istovremeno bi rezultiralo poboljšavanjem gradskog imidža, što je za velike gradove veoma važno. Posebno bi to bilo korisno za grad kakav je Beograd.

Rad predstavlja rezultat istraživanja i analize najvažnijih uslova koji definišu formiranje specifičnog gradskog sistema sastavljenog od već postojećih i novih, još neizgrađenih zelenih površina u centralnoj zoni Beograda, na površinama koje stoje na raspolaganju, koji bi sačinjavali inicijalnu tačku formiranja složene i dinamičke zelene infrastukture grada Beograda. Sem analize

potencijala kojim raspolažu već postojeće zelene gradske površine, utvrđeni su i uslovi koje moraju zadovoljiti slobodne površine da bi se na njima formirale kategorije, tipovi i vrste zelenih, biljkama ispunjenih prostora, kao i metode upravljanja tim prostorima, koje obezbeđuju visoku funkcionalnost sistema i optimalne koristi koje grad tako od njih može dobijati.

Ključne reči: *Gradske slobodne površine/Parkovi/Zelena infrastruktura*

THE POTENTIAL OF FORMAL AND INFORMAL GREEN SPACES AS ELEMENTS OF GREEN INFRASTRUCTURE OF BELGRADE

Vesna Anastasijević, Nebojša Anastasijević, Nadežda Stojanović, Mirjana Mešiček
Faculty of Forestry, Landscape Engineering Department

Abstract: *Even when landscaped relatively well urban space represents specific and perhaps the most exact paradigm of space degradation and even environmental degradation of the whole modern world. In spite of all the effort undertaken to make this space healthier, more humane and more pleasant, vast areas of urban territory exert quite low ecological value. Thus the potential of urban green spaces, ecologically the most valuable zones of urban ecosystem in general, is outstandingly high. Therefore, it is very important to investigate all the possibilities to broaden urban green zones. This is quite understandable when one considers that green spaces besides concrete ecological effect possess exceptional psychological and sociological significance, due to which they represent true key elements of urban life quality improvement.*

As constitutive element of urban structure and under specific circumstances urban green spaces may become the most significant part of one well-thought-out network of various urban spaces (so-called green infrastructure), joined together by very specific live (plant) material, whose quality, size, location and vitality directly

affect the level of environmental pollution, visual and aesthetic quality of urban space, as well as comfort of urban dwellers. Their enhancement would simultaneously improve the urban image, which is so important to large cities. This would be very useful especially to the city such as Belgrade.

This paper is the result of scientific research and analysis of the most significant factors that define development of a specific urban system comprised of both existing and new, not yet completely established green spaces in the central zone of Belgrade, within available open spaces that would present a starting point for establishing complex and dynamic green infrastructure of the city of Belgrade. Apart from the analysis of the potentials already present in the existing urban green spaces, requirements which urban open spaces have to meet in order to be converted into various categories, types and kinds of open green plant-covered spaces are also set. The paper also discusses different management techniques aimed at providing high functionality of the whole system and optimal benefits for the city as a whole.

Key words: *Urban open spaces/ Parks/ Green Infrastructure*

UVOD

Poznato je da su zelene površine Beograda, kao i u drugim velikim gradovima sveta, neposredno zavisne od osnovnih strukturnih elemenata i ukupne veličine prostora koji se može nazvati zelenim. Uopšteno govoreći, zelene zone gradova utoliko su vrednije i ekološki korisnije ukoliko su pojedinačno posmatrano veće, u prostornom smislu ravnomernije raspoređene, a u biološkom pogledu sastavljene od zdravih, fiziološki aktivnih i zelenom masom bogatijih biljaka. Iz tog stava neposredno proizilazi obaveza da se takvim površinama obezbede odgovarajući dovoljno veliki i efikasno razmešteni prostori unutar gradskog jezgra, naročito na delovima urbanih sadržaja koji je po prirodi stvari uvek smešten u središtu urbane aktivnosti; stanovanja, trgovine, saobraćaja ili kulture. Veliki deo ovih aktivnosti u Beogradu odvija se u njegovom starom gradskom jezgru, odnosno u centru grada, široj zoni koja se nalazi oko Terazijskog platoa, obuhvatajući glavnu gradsku ulicu, obalu Save u Karađorđevoj ulici, Zeleni Venac, Slaviju, delove centralnih

opština Stari grad, Savski venac i Vračar sa značajnim kulturnim i poslovnim objektima i institucijama i druge prostorne celine i slobodne površine smeštene u samom središtu Beograda, koje se u prošlosti često kolokvijalno nazivalo "Krug dvojke".

U toj široj zoni ukupna površina parkova i skverova daleko zaostaje za uobičajenim normama koje se u Evropi smatraju prihvatljivim, a čiji je minimum oko 15 m²/stanovniku, dok je stanje drvoreda, jedne od najznačajnijih formalnih kategorija beogradskog zelenila toliko loše da se o njihovoj ekološkoj funkcionalnosti može govoriti samo u teorijskom smislu [1]. Zbog toga je pronalaženje novih prostora za obogaćivanje ukupnog fonda urbanog zelenila možda jedan od najznačajnijih zadataka koji stoji pred beogradskim urbanizmom i njegovom upravom. Ove nove zelene površine, koje se po pravilu veoma razlikuju po veličini i osnovnim karakteristikama od uobičajenih zelenih površina grada, najčešće se u Evropi obuhvataju pojmom "zelena infrastruktura" [2], a objedinjavaju sve one neformalne, neuobičajene i dosad u našem urbanizmu neviđene površine unutar najstrožeg gradskog centra, koje su staništa ukrasnih biljaka, ne samo cveća i niskih perenskih biljaka koje se vide u garskim žardinjerama, nego često i velikih, pa i najvećih biljaka, iz grupe žbunja i drveća.

Kako ovaj zeleni korpus može izuzetno obogatiti ukupno urbano zelenilo centra Beograda, pronalaženje potencijalnih prostora za njegovo uspostavljanje i dalje širenje mora biti trajni posao svih profesionalaca zainteresovanih za popravljjanje ekološkog statusa grada i njegovog estetskog kvaliteta, pa i opšteg kulturnog nivoa kojim odiše srpska prestonica.

1. METOD I PODRUČJE RADA

Istraživanje osnovnih i analiza najvažnijih uslova za uspostavljanje osnovne strukture zelenog područja centra Beograda zasnovano je na proceni ekoloških i saobraćajnih uslova koji određuju potencijal prostora na kojem treba da budu osnovane nove zelene zone, kao i terenskim analizama potencijalnih prostora za buduće veće i manje zelene površine neformalnog karaktera. Isto tako, analizirana je mogućnost povezivanja postojećih i novih, budućih zelenih površina, koje bi tako činile moćan i ekološki

efikasan sistem zelenila središta grada, zelenu infrastrukturu centra Beograda. Ona bi tako bila polazna tačka buduće kompletne zelene infrastrukture Beograda.

Analizom su tokom istraživanja definisani uslovi koje moraju zadovoljiti slobodne površine da bi se na njima mogle održati novouspostavljene zelene površine, a naznačene su i osnovne metode upravljanja tim prostorima, sa ciljem da se obezbedi visoka funkcionalnost sistema zelenila.

2. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

I u ovom istraživanju pokazalo se da je osnovni, najvažniji uslov da se unutar jednog nepovoljnog urbanog prostora sa gledišta uspeha biljaka izgradi efikasan sistem zelenila koji sadrži dovoljno zelenih površina, upravo raspoloživi prostor. U središtu Beograda ovakve slobodne površine po pravilu se nalaze na mestima koja su zauzimle ruinirane, trošne građevine, koje su u ranijim periodima porušene ali na njihovom mestu nisu izgrađene nove. Najbolji primer ovakve situacije pokazuje tzv. "Mitićeva rupa" na samom trgu Slavija, koja je posle Drugog svetskog rata postala nezvanična, ali poznata gradska deponija, koja je zamenila građevinu porušenu tokom rata, a koja je danas vrlo funkcionalna zelena površina, iako zvanično privremenog karaktera.



Slika. 1. "Mitićeva rupa" na Slaviji

U istraživanom području ukupno je konstatovano 14 takvih površina većih od 100 m², dok je manjih od ove granične vrednosti bilo više, ukupno 22. Valja takođe reći da su iz ovog zbira izostavljene zelene površine unutar individualnih okućnica, kao i dvorišta u unutrašnjosti sasvim ili gotovo potpuno zatvorenih stambenih blokova ili polublokova, kod kojih su frontalne, ulične ivice od pogleda sasvim zatvorene višespratnim uličnim zgradama, dok su unutar malenih drvorišta uglavnom nalaze zaostale porodične stambene zgrade, često sasvim ruinirane i po pravilu niske urbanističke vrednosti. Međutim, ekološka vrednost ovih dvorišta izvanredno je velika. U njima se nalaze realni prizori prošlih vremena, često u gotovo identičnom stanju, koje odgovara vremenu izgradnje samih stambenih objekata. Istovremeno, treba sa žaljenjem konstatovati i činjicu da je mnoštvo ovih sićušnih ali vizuelno veoma vrednih prostora pretvoreno u najružnije moguće parking prostore, u kojima se bez ikakvog reda gomilaju automobili vlasnika okolnih firmi i stanara. To u velikoj meri onemogućava ekološko unapređivanje dvorišta i čini njihovu vizuelnu vrednost neznatnom. Samo u retkim slučajevima, uglavnom tamo gde to fizički nije bilo moguće, automobili nemaju pristup, pa su te površine pravo urbano blago. Verovatno je najbolji primer ovakvih vrednih i dragocenih sa gledišta opšte kulture površina dvorišta koji je decenijama primer ljupke bašte u samom srcu Beograda, tipična "turska bašta" u Ul. kralja Milana, prekoputa Beograđanke.

Mnogo je veći broj sasvim malih slobodnih površina koje se nalaze uz ivicu uličnih koridora ili unutar betoniranih i popločanih delova trotoara, odnosno dovoljno velika proširenja na trotoarima, koja bi mogla biti ozelenjena. To su uglavnom površine na kojima su donedavno bile postavljene barake, ulične prodavnice ili su egzistirala velika drvoredna stabla (ili stabla koja su se posle rekonstrukcije ulica našla unutar uličnih koridora) kojih više nema i žardinjere u kojima po pravilu nema vrednog materijala ili čak ne raste ni jedna jedina biljka. Broj takvih "mikropovršina" u istraživanom području je relativno veliki (više od 30), a s obzirom na njihovu vrlo malu veličinu, njihova potencijalna vrednost u ozelenjavanju ogleda se u mikroprostornom ekološkom delovanju kroz osvežavanje vazduha (uvećanje relativne vlage tokom letnjih dana), u aromatičnom dejstvu (mirisno cveće ili žbunje, često čak i drveće, kakve su

čuvane "balkanske lipe") i u estetskom uticaju na popravljjanje opšte slike grada i vizuelnu karakterizaciju prostora.

Ova vrsta pozitivnog uticaja na neposrednu okolinu je naročito blagotvorna u zonama izraženog saobraćajnog raubovanja lokalnog gradskog prostora, kakvi su u središtu grada prilično česti. Srećom, baš na najviše ugroženim područjima postoje potencijalni prostori za mikroozelenjavanje, posebno na Zelenom Vencu, na početnom trolejbuskom terminalu, u saobraćajno najopterećenijim ulicama (Karađorđeva, Kneza Miloša, Bulevar kralja Aleksandra, itd.), kao i ispred ili uz značajne kulturnoistorijske objekte u centru (Narodni muzej, Narodno pozorište, hoteli Moskva, Balkan, Ekselzior, itd. i prosvetne ustanove, škole, fakulteti i muzeji u centru). Povoljnu okolnost predstavlja činjenica da upravo ispred mnogih takvih zdanja, pa i u ulicama i kojima se odvija intenzivan saobraćaj, postoji relativno mnogo mogućnosti da se postavljanjem velikih žardinjera ili polužardinjera (delimično ukopanih u zemlju) kao u Knez Mihajlovoj ulici, postigne vizuelno znatno bolji utisak urbanog lokalnog uređenja. Dobru potvrdu ovog stava pružaju veliki hrastovi u Knez Mihajlovoj ulici koji su posađeni u sloj zemlje vrlo male dubine, ali na način koji je podizanjem sadne jame ostvario dovoljno moćan sloj supstrata za rast najvećih biljaka. Ovakve mogućnosti se naročito odnose na dovoljno široke trotoare Karađorđeve ulice, prostor Zelenog Venca oslobođen beskrajnih nizova trafika i uličnih prodavaca, kao i široke nezauzete površine ispred brojnih kulturnih i trgovačkih institucija koje su ovog časa pretrpane nepropisno parkiranim i "zaustavljenim" automobilima, čije stajanje niko ne sprečava.



Slika2. Turska bašta u Kralja Milana, preko puta Beogradanke

Sem javnih gradskih zelenih prostora koji su u formalnom smislu ekološki veoma efikani, kao i ukupnog privatnog zelenog fonda na okućnicama koje su privatno vlasništvo, istraživanje je potvrdilo preliminarini stav o tome da ogroman potencijal nudi centru Beograda i slobodan prostor na mnogobrojnim proširenjima trotoara nastalim usled rekonstruisanja ulica i promena smerova automobilske saobraćaja poslednjih godina. Ovi mali i u većini slučajeva loše prostorno organizovani i iskorišćeni prostori ne samo što se gotovo uopšte ne koriste u realnoj pešačkoj komunikaciji (jer su često smešteni u ulicama sa slabim pešačkim prometom), nego oni često direktno utiču na vizuelno degradiranje uličnog koridora, čineći od njega sasvim neprivlačan popločani teren bez posebne vrednosti a po pravilu vrlo sumoran, loše asfaltiran ili loše popločan. Na mnogima od njih bi se, međutim, moglo bez mnogo ulaganja, ponekad zaista samo uz simbolične troškove, formirati jedno pravo bogatstvo vizuelnih i sanitarno-higijenskih zona, neznatne veličine i sasvim bez ikakvih posledica po osnovnu funkciju trotoara (smanjivanje površine pešačkog prostora ili otežavanje komunikacije pešaka), ali ogromnog psihološkog i kulturnog značaja. Začetke tog shvatanja prolaznici već mogu videti u malim zelenim ostrvcima na uglovima trotoara, koja ostvaruju dobre vizuelne efekte pregrađivanja parking prostora uz trotoare, u obliku vizuelnih ekoloških zelenih niša na parking prostorima u mnogim sporednim

ulicama centra grada. Istraživanje je konstatovalo više od 70 takvih potencijalnih ostrva unutar kruga dvojke, najčešće potencijalne površine od oko 3 m² (ukupno 73).



Slika3. Malo zeleno ostrvo u parkingu Hilendarske ulice

Veliki potencijal utvrđen je tokom istraživanja u postojanju mnoštva malenih –graničnih – prostora koji se mogu ispuniti "jediničnim zelenilom", tj. sadnjom jedne sadnice drveća u prethodno otvorenom, "oslobođenom" zemljištu, što se lako postiže uklanjanjem betonske prekrivke ili asfaltnog sloja, na svakom raspoloživom mestu. Sagledavanje stvarnog potencijala ovakvih stabala kad ona porastu moguće je samo ako se o njima razmišlja na praktičan ekološki način. Svako ko je tokom žarkih dana prilazio parkiranom automobilu na gradskim ulicama zna koliko je vredno svako pojedinačno, čak i najmanje stablo drveća na prostoru koji je inače veoma zagrejan i vrlo neprijatan. Stariji Beograđani svakako se sećaju stanja na glavnim gradskim trgovima pre njihovog ozelenjavanja sadnjom drveća (Trg Republike i Trg N.Pašića). Veličina ovih otvora može biti zaista sasvim skromna, i može se reći da ona odgovara, kad je drveće u pitanju, približno veličini uobičajene sadne jame za sadnju drveta u urbanom prostoru (minimalno oko 1 m², a optimalno oko 2,5 m²) ili u drvoredu.

Ukupni ekološki učinak ovih mikrozelenih prostora može (a u najvećem broju slučajeva to je i najbolja mogućnost) da čini i samo jedno jedino stablo, jer je to element urbanog zelenila koji iziskuje

samo osnovnu negu, a pre svega mehaničku zaštitu sadnice dok je ona još nejaka. Zato i treba birati drvenastu individuu iz grupe prilagodljivih odnosno efikasnih vrsta drveća, zbog čega će stablo, iako pojedinačno, brzo dostići zadovoljavajuće dimenzije i postići visok ekološki učinak. Jedini uslov koji se mora obezbediti unapred jeste dovoljno veliki prostor za rast korena, što se postiže prilično jednostavno, ukoliko je zemljište dovoljno duboko, odnosno ako podzemne instalacije nisu previše plitko ukopane. U većini slučajeva to ne zahteva zapreminu zemlje za rast korena veću od oko 1m^3 . Analiza slobodnog prostora istraživanog centra Beograda pokazuje da za ovu vrstu ozelenjavanja kao dela zelene infrastrukture, postoji više desetina lokaliteta (prema našim profesionalno najstrožim procenama ukupno 87), uključujući i slobodne zone na trgovima i pijacetama, kao i na brojnim ostrvima i središnjim saobraćajnim trakama za odvajanje saobraćaja, i to nesporno bez stvarnog negativnog delovanja na odvijanje saobraćaja. Takođe, valja istaći da u centru grada postoji više od 30 ulica u kojima bi se broj stabala mogao veoma povećati ukoliko bi se formirao delimični drvored na odsećima koji danas ne raspolažu nikakvim oblikom ozelenjavanja a dovoljno su prostrani da mogu sadržati čak i jednostrane drvorede ili drvoredna stabla u središtu sadašnjeg kolovoza. Razume se, ovde bi bilo neophodno uspostaviti obaveznu saradnju sa saobraćajnim organima Beograda, kako bi se potvrdilo da ovakvi elementi zelene infrastrukture ne ometaju odvijanje saobraćaja niti parkiranje.

U određenoj meri sve ove površine poseduju povoljan ekološki karakter, dobru osvetljenost i slobodan prostor za razvoj krošnje, a glavni problemi i potencijalna ograničenja mogu se očekivati u podzemnom području, u zoni korena biljaka. Istraživanje je, međutim, otkrilo i izvestan broj površina koje nisu previše pogodne za uspeh veoma atraktivnih ukrasnih biljaka ni u nadzemnom delu, uglavnom zbog veće zasenčenosti. To su zone između visokih zgrada, svojevrсни mračni svetlarnici, praznine između novih građevina drugačijeg ugla prema ulici u odnosu na postojeći, uobičajeni položaj, itd. Na njima je rast i uspeh biljaka veoma određen dobrim izborom vrsta i pravilnom negom nadzemnih delova biljke, orezivanjem. Istraživanje je otkrilo 14 takvih značajnijih prostora (površine veće od 10 m^2) na kojima može rasti i pažljivo odabrano drveće, kao i veći broj manjih takvih zona, u kojima prednost treba dati pužavicama sposobnim da rastu u senci.

Najvažniji uslovi koji diktiraju stvaranje posebnog gradskog sistema sastavljenog od već postojećih i novih, još neizgrađenih zelenih površina u centralnoj zoni Beograda, a gotovo isto tako i na širem prostoru grada, kako je istraživanje pokazalo, predstavljeni su a) postojećim slobodnim prostorom za sadnju biljaka, b) mogućnošću da se zemljište koje je prethodno prekriveno otvori u određenoj površini i c) slobodnom površinom za izgradnju nepokretnih ili mobilnih žardinjera i posuda različite vrste i osobina za sadnju na prekrivenom zemljištu. Ovaj faktor, koji proizilazi iz ekoloških potreba građana ukazuje se u sasvim drugačijem svetlu ako se odustane od decenijama uglavnom neutemeljenim frazama branjenog stanovišta da je ulica prevashodno automobilski prostor, tj. da je sve ono što se na ulici dešava organizovano prema potrebama automobilske saobraćaja, pri čemu su gotovo sasvim zanemareni pešaci. To je utoliko utemeljenije kad se zna da ukupno posmatran trotoarski prostor centra Beograda nije dovoljan za smeštaj sveg stajaćeg saobraćaja, tj. parkiranih automobila. Uostalom, totalna površina koju je ovo istraživanje procenilo kao potencijalnu zelenu površinu bila bi dovoljna za parkiranje manje od 1.000 automobila, dok je ekološka vrednost eventualno ozelenjene takve površine praktično nemerljiva i daleko prevazilazi po ukupnim socijalnim i medicinskim efektima zaradu od naplaćenog parkiranja.

Istraživanje je potvrdilo pretpostavku i da se zelena infrastruktura u velikim gradovima najbolje može uspostaviti uključivanjem svih raspoloživih prostora u što gušći niz pojedinačnih segmenata ozelenjene teritorije, što ne mora nužno značiti i potrebu za vrlo velikim slobodnim zonama koje bi bile ozelenjene. To pokazuje vizuelni efekat već pojedinačno uređenih malih ostrva u zonama u kojima su trotoari prekriveni pločama umesto asfaltom. U njima već i samo postojanje jedne sasvim drugačije kolorističke dimenzije, zelenog umesto sivog, izvanredno pozitivno utiče na podsvest prolaznika, obogaćujući ulični pejzaž jednom, za Beograd, drugačijom vrednošću koja odstupa od klasičnog uličnog ozelenjavanja kakvo čine drvoredi, "tramvajske baštice" ili travne trake u nekim ulicama grada, što se danas smatra uobičajenim metodima ozelenjavanja ulica. U proširivanju mogućnosti za funkcionalno ozelenjavanje na ulicama, što je verovatno jedan od najvećih potencijala za uvođenje zelenila u delove grada u kojima slobodnih prostora za veće parkove nikako nema (primer opštine

Vračar to najbolje potvrđuje), Beograd, a posebno njegov centar, mogli bi se sasvim približiti velikim evropskim gradovima koji su proširivanje zelene infrastrukture uvrstili u svoje razvojne programe [3].

Tokom istraživanja utvrđeni su, sem uslova koje moraju zadovoljiti slobodne površine da bi se na njima uspešno posadile i zadovoljavajuće funkcionisale ukrasne biljke, analizirane su na osnovu činjenica koje su vezane za metode održavanja odnosno negovanja standardnih zelenih površina (parkova, skverova,, drvoreda, itd.) metode optimalnog upravljanja tim prostorima, koje obezbeđuju visoku funkcionalnost sistema i optimalne koristi koje grad tako od njih može dobijati. Ove metode moraju biti zasnovane na karakteru većine prostora koji će postati elementi zelene infrastrukture, odnosno neformalnog zelenila središta Beograda. Kako se radi pre svega o malenim otvorenim prostorima u inače prekrivenom zemljištu, upravljanje treba zasnovati na efikasnom negovanju krošnje, njenom proređivanju i oblikovanju kad je to neophodno, a samo u posebnim slučajevima nega bi morala biti sprovedena i na zemljištu, mehaničkom obradom, malčiranjem i prihranjivanjem organskim đubrivom visokog kvaliteta [4]. Sistem negovanja bio bi, dakle, usredsređen na nadzemni deo biljaka, što bi sem pomenutih, ponekad podrazumevalo i uvođenje u Srbiji neuobičajenih metoda nege, na primer folijarnog prihranjivanja ili korišćenja različitih biostimulatora.

ZAKLJUČCI

Izneseni rezultati istraživanja osnov su za izvođenje sledećih zaključaka.

U središnjem delu Beograda ograničenim linijom tramvaja "dvojke" postoji nekoliko desetina slobodnih površina na kojima se mogu izgraditi male zelene površine kao deo zelene infrastrukture, tj. zelene mreže centra grada. Najveće među njima, njih ukupno 14, predstavljaju značajniji površine, veće od 100 m². U ukupnom iznosu sve ove zone čine približno površinu od 2 ha, što je površina veća od mnogih parkova u tom delu grada (Akademski, Terazijski, Pionirski, Manjež).

Na istraženom području konstatovano je preko 30 slobodnih prostora na kojima su donedavno bili postavljeni privremeni objekti koji vrlo jednostavno mogu biti pretvoreni u male dekorativne oaze zelenila izuzetnog estetskog značaja za centar grada. Sama činjenica da su ovde godinama postojale trafike i kiosci, potvrđuje da zelenilo na njima ne bi predstavljalo smetnju za odvijanje pešačkog saobraćaja, iako se sve one nalaze u vrlo prometnim pešačkim zonama.

U krugu dvojke nalazi se ukupno 73 prostora koji potencijalno mogu postati mala zelena ostrva, slična onima koja su već nastala kao deo novih parking prostora u centru grada. Njihova vizuelna i sanitarna uloga kao delova buduće složene zelene infrastrukture Beograda svakako bi bila izvanredno velika.

REFERENCE

- [1] V. Vratuša, N. Anastasijević, "Drvoredi kao važan i aktivni deo gradskog zelenila Beograda", *Monografija Ekokonferencije 1997 "Zaštita životne sredine gradova i prigradskih naselja"*, Novi Sad, 1997, pp. 229-234 (in Serbian)
- [2] U.G. Sandstrom, "*Biodiversity and Green Infrastructure in Urban Landscapes: The Importance of Urban Green Spaces*", VDM Verlag, 2008, pp. 189
- [3] D. Farr, "*Sustainable Urbanism: Urban Design With Nature*", Wiley, 2007, pp. 308
- [4] N. Anastasijević, V. Vratuša, "Najvažniji problemi arborikulture u Srbiji, *Monografija Ekokonferencije 2003 "Zaštita životne sredine gradova i prigradskih naselja"*, Novi Sad, 2003, pp. 333-338

KAKO PRISTUPITI PROBLEMU REMEDIJACIJE KONTAMINIRANIH LOKACIJA U EVROPI – ČIŠĆENJE ISTORIJSKOG I PREVENCIJA NOVOG ZAGAĐENJA

Slađana Đorđević, Zoran Jakovljević
Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: *Prema procenama približno 250.000 degradiranih kontaminiranih/ lokacija u zemljama članicama EEA i zemljama za koje su dostupni podaci će zahtevati akcije čišćenja i remedijacije. Očekuje se da će do 2025 godine ova brojka narasti na 3.000.000 (ne računajući prethodno navedenih 250.000).*

S druge strane, prema dostupnim podacima, više od 80.000 lokacija je očišćeno tokom poslednjih 30 godina. Isto tako nivo zagađujućih aktivnosti (i njihov relativan značaj kao lokalizovani izvori) su naznačeni kao zabrinjavajući faktor širom Evrope, naročito se navode aktivnosti iz industrijskog i komercijalnog sektora isto kao i tretman i odlaganje otpada.

Nacionalni izveštaji ukazuju da su teški metali i mineralna ulja najznačajniji zagađivači zemljišta na istraživanim lokalitetima, dok su mineralna ulja i hlorovani ugljovodonici najfrekventniji kontaminanti pronađeni u podzemnim vodama.

Značajan udeo troškova remedijacije (35% u proseku) ostvaruje se iz javnog budžeta. Uprkos dosadašnjim značajnim naporima u čišćenju lokaliteta, biće potrebne decenije za čišćenje „istorijskog“ zagađenja. U Srbiji poseban problem predstavlja nedostatak identifikacije i upravljanja lokacijama koje su od specifičnog uticaja na životnu sredinu. (primena đubriva u poljoprivredi, porast izlova riba i krupne divljači, nizak nivo energetske efikasnosti uz emisije zagađujućih materija i širenje eksploatacionih polja, slabo razvijeni potencijali u oblasti reciklaže, veliki broj divljih deponija, neuređenih odlagališta, kao i nerazvijene brownfield lokacije, a sa druge strane pritisak na greenfield lokacije).

Ključne reči: *istorijska zagađenja/remedijacija*

HOW TO APPROACH THE REMEDIATION PROBLEM OF CONTAMINATED SITES IN EUROPE? CLEAN-UP OF HISTORICAL CONTAMINATION AND PREVENTION OF NEW CONTAMINATION/

Sladana Đorđević, Zoran Jakovljević
Faculty of applied ecology Futura, Singidunum University

Abstract: *Estimations indicate that approximately 250,000 of degraded/contaminated locations in the EEA countries and countries with available data will require cleaning and remediation actions. It is expected that this number will grow to 3,000,000 by 2025 (plus already mentioned 250,000).*

On the other hand, according to available data, more than 80,000 locations have been cleaned over the past 30 years. Level of polluting activities (and their relative importance as localized sources) has also been pointed out as worrying factor throughout Europe, stressing particularly the activities in industrial and commercial sector, as well as waste treatment and disposal.

National reports indicate that heavy metals and mineral oils are most prominent soil pollutants in researched locations, while mineral oils and chlorinated carbohydrates are most common contaminants found in ground waters.

Significant share in remediation costs (35% on average) is allocated from public budget. Despite the so far efforts made in cleaning, elimination of historic pollution will require decades.

Particular problem in Serbia is seen in lack of identification and management of locations of specific environmental impact (application of fertilizers in agriculture, increasing overfishing and excessive hunting, low energy efficiency coupled with pollutant emissions and spreading of exploitation fields, underdeveloped recycling potentials, large number of wild dumpsites, unregulated disposal sites, as well as undeveloped brownfield locations on one hand with high loads put on greenfield location on the other).

Key words: *historical contamination/ remediation*

UVOD

Mnogobrojni lokaliteti širom Evrope kontaminirani su polutantima koji se emituju u životnu sredinu iz koncentrisanih i difuznih izvora zagađenja. Ove zagađujuće materije mogu da izazovu niz negativnih posledica i naruše celokupan integritet životne sredine. Kontaminirane lokacije najčešće su posledica različitih industrijskih aktivnosti, komercijalne delatnosti i sektora upravljanja otpadom. Evropska agencija za životnu sredinu (EEA) uvrstila je Napredak u upravljanju kontaminiranim lokacijama u set glavnih indikatora kvaliteta životne sredine (CSI 015). Prvi Izveštaj publikovan je 2005. godine, a poslednja dostupna verzija Izveštaja je iz 2007. godine.

U izveštajima su dati podaci o procenama broja kontaminiranih lokacija kao i proceni porasta ovih brojki u periodu do 2025. godine. Izveštaji sadrže podatke o broju očišćenih lokacija u poslednjih 30 godina, podatke o najčešćim kontaminantima, podatke o uzrocima zagađenja, odnosno aktivnostima koje će dovesti do kontaminacije budućih lokacija, podatke o procentualnom udelu troškova remedijacije, odnosno o odnosu troškova javnog i privatnog sektora, procenu napretka u remedijacionim tehnikama i procenu dosadašnjeg napretka u sprečavanju smanjenja zelenih površina, širenju i/ili razvoju braunfield lokacija.

Procenjeno je da će približno 250.000 kontaminiranih lokacija u zemljama članicama EEA i zemljama za koje su dostupni podaci zahtevati akcije čišćenja i remedijacije. Očekuje se da će do 2025. godine ova brojka narasti na 3.000.000 (ne računajući prethodno navedenih 250.000).

S druge strane, prema dostupnim podacima, više od 80.000 lokacija je očišćeno tokom poslednjih 30 godina. Isto tako nivo zagađujućih aktivnosti (i njihov relativan značaj kao lokalizovani izvori) su naznačeni kao zabrinjavajući faktor širom Evrope, a naročito se navode aktivnosti iz industrijskog i komercijalnog sektora isto kao i sektora tretmana i odlaganja otpada.

Nacionalni izveštaji ukazuju da su teški metali i mineralna ulja najznačajniji zagađivači zemljišta na istraživanim lokalitetima, dok su mineralna ulja i hlorovani ugljovodonici najfrekventniji kontaminanti pronađeni u podzemnim vodama.

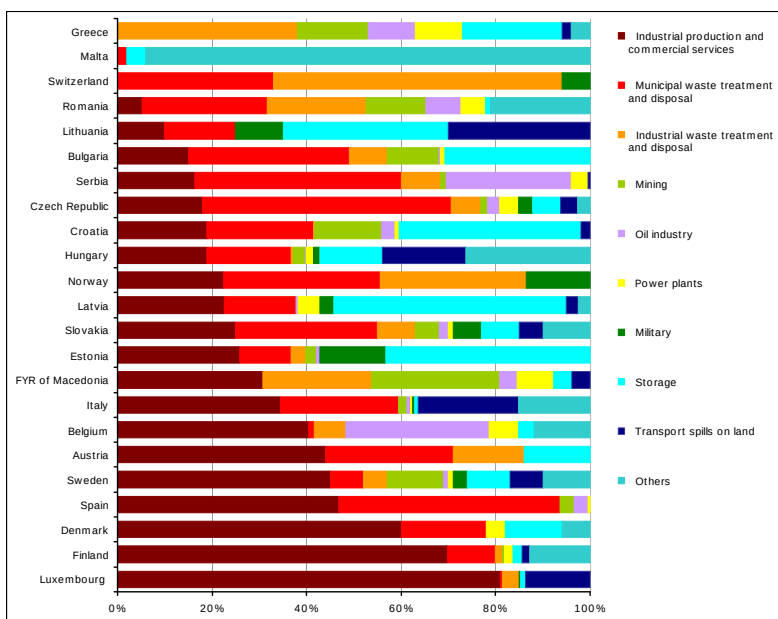
Značajan udeo troškova remedijacije u zemljama članicama EEA (35% u proseku) ostvaruje se iz javnog budžeta. Uprkos dosadašnjim značajnim naporima u čišćenju lokaliteta, biće potrebne decenije za čišćenje „istorijskog“ zagađenja.

Izvori zagađenja:

1. Industrijska proizvodnja i komercijalne usluge 41,4%
2. Tretman i odlaganje komunalnog otpada 15,2%
3. Naftna industrija 14,1%
4. Tretman i odlaganje industrijskog otpada 7,3 %
5. Skladištenje 5,4%
6. Energetska postrojenja 3,9 %
7. Izlivanje prilikom transporta 2,1%
8. Rudarstvo 1,4%
9. Vojne aktivnosti 0,9%
10. Ostalo 8, 2%

Pregled glavnih zagađivača zemljišta i podzemnih voda

1. Teški metali 37,3
2. Mineralna ulja 33,7
3. Policiklični artomatični ugljovodonici 13,3 (PAH)
4. Aromatični ugljovodonici (BTEX) 6%
5. Fenoli 3,6%
6. Ostalo 3,6%
7. Hlorovanih ugljovodonici 2,4 (CHC)
8. Cijanidi ispod 1%



Grafikon br. 1: *Aktivnosti po sektorima koje prouzrokuju lokalna zagađenja zemljišta*

Raspored izvora zagađenja zemljišta po sektorima se razlikuje od zemlje do zemlje, odražavajući njihovu industrijsku strukturu, nivo primenjenih mera za prevenciju zagađenja, različite procene rizika i upravljačkih pristupa i različitu klasifikaciju usvojenih ekonomskih aktivnosti.

Ipak, industrijske i komercijalne aktivnosti kao i tretman i odlaganje otpada ostaju najvažniji izvori u Evropi.

Godišnji nacionalni trošak za upravljanje degradiranim površinama iznosi u proseku 12€ po glavi stanovnika /kreće se od 0,2 do više od 20€ per capita/.

Udeo sredstava je sledeći: 60% sredstava se odnosi na sanaciju, dok se 40% sredstava odnosi na istraživanje lokacija. Važno je napomenuti je da je mnogo veći broj lokacija na kojima su vršena istraživanja od lokacija koje su remedirane.

Na evropskom nivou rehabilitacija industrijskih lokaliteta je finansirana kroz strukturne fondove sa ukupnim budžetom od 2.250 milijardi € za period 2005-2013.

Koliki napredak je postignut u upravljanju i kontroli lokalnog zagađenja zemljišta?

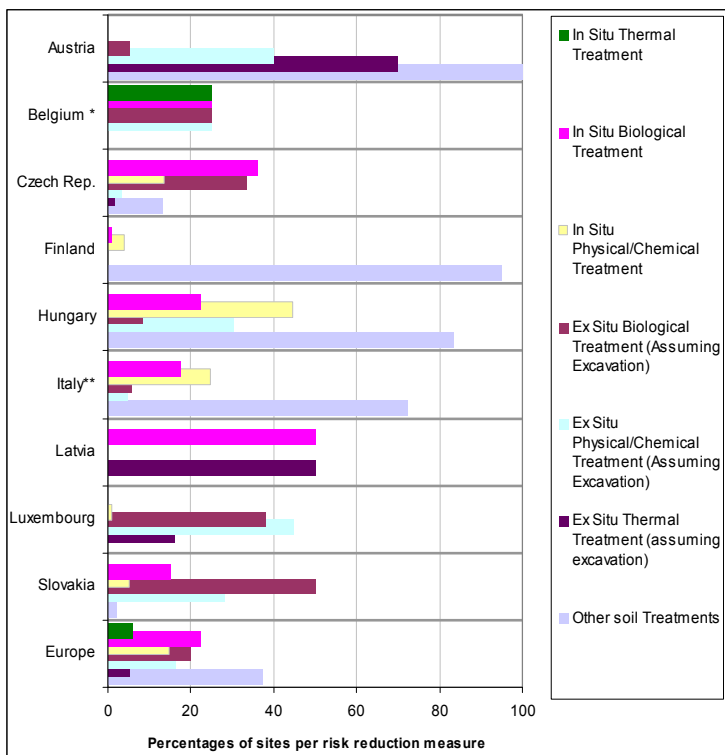
Na osnovu informacija iz nacionalnih inventara /registra/, napredak u upravljanju degradiranim površinama širom Evrope znatno varira, u zavisnosti od različitih nacionalnih upravljačkih pristupa i zakonske regulative.

U izveštaju se navodi da je više urađeno na identifikaciji zagađenih područja jer su metode indentifikacije u većini zemalja unapređene (mada je samo 60% lokaliteta za sada potvrđeno kao potencijalno kontaminirano sa predlogom za dalja istraživanja), dok na drugoj strani istraživanja i aktivnosti u smeru remedijacije područja napreduju sporije.

Ipak, napredak u sanaciji lokacija je primetan. U zemljama gde su podaci o tome bili dostupni, broj očišćenih lokacija je porastao za više od 150% u proseku između 2001 i 2006, u rasponu od oko 30% (Austrija, Italija) na oko 600% (Belgija, Norveška).

S druge strane, ukupan broj lokacija koji čeka na sanaciju je porastao za oko 40% u proseku za isti period, dok su procene da se mesta na kojima se odvijaju potencijalno zagađujuće aktivnosti udvostručena.

Na grafikonu 2 prikazane su primenjene remedijacione tehnologije /procentulani broj lokaliteta prema tipu tretmana/



Grafikov br. 6: Remedijacione tehnologije (Ver. 1.00)

Dokle god se novi trendovi budu nastavljali, biće potrebno uložiti više napora za rešavanje problema “istorijskog zagađenja” do 2050. godine.

U budućnosti implementacija zakonodavnog okvira kako EU, tako i na nacionalnim nivoima koji su već na snazi (npr. Direktiva o deponijama, Direktive o Integrisanom sprečavanju i kontroli zagađenja, Okvirna direktiva o vodama, Direktiva odgovornosti za životnu sredinu) treba da rezultira efikasnijem sprečavanju ispuštanja zagađujućih materija u životnu sredinu, a posebno u zemljište.

Kao posledica, većina napora u sanaciji i remedijaciji se očekuje da budu koncentrisana na “istorijska zagađenja”.

Katastri zagađenih lokaliteta predstavljaju važno sredstvo za efikasno upravljanje degradiranim površinama iz lokalnih izvora. Ovo je prepoznato u predlogu za Okvirne direktive zemljišta, objavljena od strane Evropske komisije u septembru 2006, koja zahteva formiranje nacionalnih katastarsa degradiranih površina u Evropskoj Uniji.

Prema raspoloživim podacima, već postoji dobra osnova za ispunjenje ovog zahteva. U stvari, od 2006, registri ili katastri su osnovani u 24 zemalje članice EEA i sarađujućih zemalja. Registri se čuvaju na nacionalnom nivou u 20 zemalja, dok regionalni inventari postoje u više od 55% od 28 zemalja koje pokriva ovo istraživanje. U nekim zemljama, lokalni katastri su takođe osnovani u cilju pokrivanja specifičnih (određenih) oblasti i delatnosti. U Belgiji, Nemačkoj, Švajcarskoj i Velikoj Britaniji, katastri su oformljeni samo na regionalnom ili lokalnom nivou. Samo tri zemlje nemaju katastar (dakle Kipar, Malta i Turska) dok je Grčka jedina koja podnosi izveštaj o lokalnim katastrima.

U svim zemljama, katastrom su identifikovana i istorijska i nova zagađenja, potencijalno zagađujuće aktivnosti (napušteno i u radu), potencijalno kontaminirane i kontaminirane lokacije.

Koliki napredak je postignut u razvoju brownfields lokacija?

Podaci o razvoju brownfield lokacija su nepotpuni i teško uporedivi, reflektujući nedostatak opšte definicije širom Evrope. Luxemburg navodi da se proces razvoja brownfield lokacija razvija brzinom od 30h na dan u 2006. godini. U Velikoj Britaniji, utvrđeni su ciljevi koji treba da minimiziraju razaranje zelenih površina. Procenat novog razvoja na prethodno razvijeno tlo iznosi je 60% u 2003., a izgradnja novih i prenamena postojećih građevinskih objekata je porasla od 54% do 73% u periodu od 1990-2005.

U Nemačkoj, dnevno korišćenje zelenih površina je iznosilo 93 ha u 2003., od čega je 80% korišćeno za naselja. Nemačka je postavila cilj da smanji potrošnju zelenih površina do 30ha dnevno do 2020.

Stavljanje u funkciju brownfield lokacija može doprineti do unapređenja urbane životne sredine i usporiti potrošnju zelenih površina, što je od velikog značaja socio-ekonomskom razvoju.

Pre svega razvoj brownfield lokacija je često marginalno ili neekonomski vidljiv kao uporediv sa grinfield razvojem. U periodu od 2000-2006., Stukturni fondovi planiranih rashoda /troškova/ za EU25 su iznosili 2.25 biliona € za rehabilitaciju industrijskih lokacija i oko 2 biliona € za rehabilitaciju urbanih područja. Ovo je preneto u nacionalne operativne programe. U Italiji, na primer, u istom periodu, gotovinski izdaci iz strukturnih fondova EU zajedno sa ostalim javnim i privatnim izvorima su bili usmereni za čišćenje 17 od 54 zagađena područja koja su identifikovana da su bila od nacionalnom značaja za remedijaciju.

ZAKLJUČAK

Prisustvo degradiranih lokacija nije samo ekološki, već na svojevrstan način i ekonomski gubitak, pa su i razlozi za identifikaciju degradiranih lokaliteta još značajniji.

U izveštaju se navodi da je remedijacija kontaminiranih lokaliteta obavljena na samo 8000 lokacija, (podaci za Srbiju se ne navode). Zvanični podaci za Srbiju ukazuju da je svega mali broj degradiranih površina remediran ili u procesu remedijacije, ali takodje zvanični podaci objavljuju da je veći procenat remediranih prostora u odnosu na broj detaljno istraženih degradiranih lokaliteta. Ova činjenica nam ukazuje o potrebi detaljnih istraživanja degradiranih /kontaminiranih/ lokaliteta, kao i degradacije osnovnih resursa /prirodnih i stvorenih prirodnih vredosti/.

Geografsko rasprostranjenje degradiranih prostora je krajnje nedovoljno dokumentovano. Direktan uzrok degradacije na globalnom nivou su deforestacija, pretvaranje šuma u pašnjake, ostale poljoprivredne aktivnosti, preterana upotreba drvne građe i bioindustrijska aktivnost. Zbog toga što degradiranost životne sredine, osim ekoloških ima socio-ekonomske posledice naročito je važno da se postojeći podaci objedine u studiji. Za sve oblasti potrebno je izvršiti kategorizaciju odnosno proceniti stepen degradacije, a naročito je važno da se to vrši precizno, kvalitativno i kvantitativno, uz korišćenjem adekvatnih metodologija. Osim prikupljanja podataka o geografskom rasprostranjenju degradiranih terena, posebno je važno i kojom brzinom se degradacija odvija, te je značajan pristup po kome je moguće ažuriranje podataka i koji bi bio

neophodan za donosioca odluka o prioritetima zaštite i sanacije. Ovaj pristup je naročito važan jer bi on omogućio predviđanje budućih promena u tom smeru. Takođe, analiza ekonomskih, socijalnih i bioloških posledica koje degradacija terena proukazuje je veoma značajna.

REFERENCE

- [1] *Progress in management of contaminated sites* - Assessment published Aug 2007 — EEA,
- [2] Vrhovšek Danijel, Vovk- Korže Ana, 2007. *Ekoremedijacije*, Maribor: Filozofska fakulteta: Mednarodni center za ekoremedijacije: Limnos d.o.o.,
- [3] Zbornik radova; *Međunarodna konferencija „Ekoremedijacija“* Paraćin- Zaječar; 7-8. XII 2007., Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Beograd, 2008.
- [4] Republika Srbija, Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja, Agencija za zaštitu životne sredine, *Izveštaj o stanju zemljišta u Republici Srbiji (2009) Beograd*

Module B2: Green technology

Modul B2: Zelene tehnologije

ODRŽIVO KORIŠĆENJE ENERGETSKOG POTENCIJALA SUBGEOTERMALNIH PODZEMNIH VODA

Dragi Antonijević, Snežana Lučić, Uroš Radojević
Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: *Energetski potencijal, širom Balkanskog poluostrva dostupnih podzemnih voda niske entalpije, tzv. subgeotermalnih podzemnih voda, moguće je, primenom adekvatnih toplotnih pumpi, iskoristiti za energetski efikasno grejanje objekata. Postoji više načina kako se princip toplotne pumpe može upotrebiti za grejanje prostora i objekata korišćenjem energije subgeotermalne vode, a sa aspekta očuvanja životne sredine najinteresantnije je kada se grejni sistem sa toplotnom pumpom koristi kao supstitucija sistema grejanja na fosilna goriva. Upotreba subgeotermalne vode u sistemima toplotne pumpe nameće potrebu da se iskorišćena voda, promenjene temperature, izvede iz grejnog sistema na ekološki prihvatljiv način, odnosno da se ispusti u okolinu ili vrati u sistem podzemnih voda, korišćenjem odgovarajućeg sistema reinjekcije. U tom smislu neophodno je pre projektovanja konkretnog postrojenja detaljno sagledati sve aspekte i mogućnosti nastajanja dejstava štetnih po životnu sredinu, te osmisliti i razraditi odgovarajuće postupke zaštite i remedijacije.*

Ključne reči: *sugeotermalne vode/toplotne pumpe/remedijacija*

SUSTAINABLE UTILIZATION OF SUBGEOTHERMAL GROUND WATERS ENERGY POTENTIAL

Dragi Antonijević, Snežana Lučić, Uroš Radojević
Faculty of Applied Ecology Futura, University
Singidunum

Abstract: *It is possible to take advantage of the energy potential of low enthalpy geothermal waters available throughout the Balkan Peninsula (so called subgeothermal waters). They could be used for energy efficient heating of buildings and other facilities through usage of the appropriate heat pumps. There are several ways how the principle of heat pump could be exploited for purposes of space and facilities heating through utilization of the heat stored in subgeothermal waters. From the environmental aspect, the most interesting application is when the heating system with heat pump is used as a substitute for fossil fuel based heating. The utilization of subgeothermal water in heat pump systems imposes the need that such water, of changed temperature, be evacuated out of the heating system in an eco-friendly manner – that is, to be released in the environment or returned back to ground waters, using appropriate reinjection system. In this regard, before conducting any detailed engineering and design of a specific facility or building, it is necessary to consider all aspects and possibilities that could emerge from adverse effects on the environment, and to design and develop appropriate actions for environmental protection and remediation.*

Key words: *subgeothermal waters/heat pumps/remediation*

UVOD

Struktura energetske potrošnje u Srbiji izrazito je nepovoljna, a opšta energetska efikasnost, od eksploatacije primarnih sirovina, preko dobijanja korisne energije i njenog prenosa, do potrošnje – na nezadovoljavajućem nivou. Za grejanje prostora i pripremu potrošne tople vode, što je dominantna stavka opšte energetske potrošnje u Srbiji, najviše se upotrebljavaju električna energija, zatim čvrsta goriva i konačno daljinski i lokalni sistemi centralnog grejanja. Čak 33% domaćinstava koristi električnu energiju za grejanje, što je sa aspekta opšte energetske efikasnosti izrazito neprihvatljivo. U narednom periodu neophodne su akcije koje će strukturu energetske potrošnje učiniti racionalnijom i energetski efikasnijom. Planirane su i značajne investicije za izgradnju novih i osavremenjavanje postojećih termoelektričnih kapaciteta, kao i donošenje obavezujuće zakonske regulative, u skladu sa Direktivama EU, kako bi se obezbedila značajnija participacija obnovljivih izvora energije u ukupnom energetskom bilansu i primena oštrijih standarda zaštite životne sredine. Shodno tome i iskorišćavanje energetskih potencijala geotermalnih i subgeotermalnih podzemnih voda, koji su u pojedinim regionima Srbije značajno zastupljeni, dobiće na značaju i intenzitetu.

1. KORIŠĆENJE ENERGETSKOG POTENCIJALA SUBGEOTERMALNE VODE

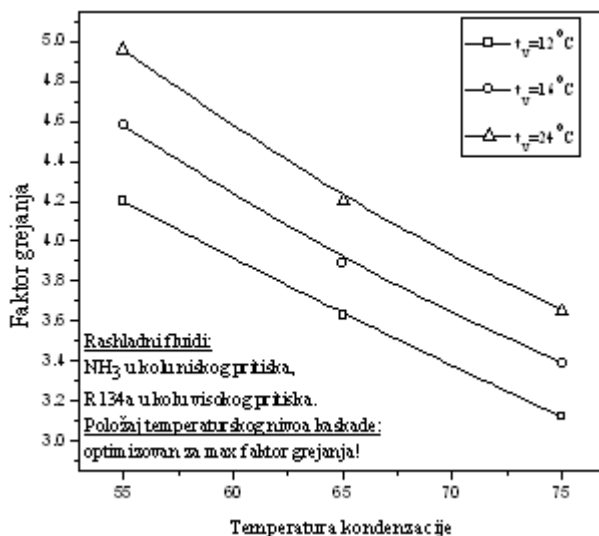
Pored geotermalnih voda temperatura iznad 30°C, čije su lokacije i kapaciteti mahom utvrđeni i čiji se potencijali na manje ili više energetski efikasan način uglavnom koriste, i podzemne vode temperatura od 10 do 30°C prisutne su na velikom broju lokacija širom Balkanskog poluostrva. Ove *subgeotermalne* vode uglavnom se uopšte ne koriste, ili se koriste za vodosnabdevanje. Ipak, one poseduju evidentan energetski potencijal koji, zbog njihove niske temperature, nije moguće iskoristiti direktno, bez prethodnog dodatnog zagrevanja.

Energetski najefikasniji i ekonomski najisplativiji način za korišćenje energije subgeotermalne podzemne vode je pomoću sistema toplotne pumpe [1, 2].

Princip rada toplotne pumpe je poznat: podzemna voda koristi se kao toplotni izvor koji u niskotemperaturskom razmenjivaču toplote (isparivaču) predaje toplotu radnom fluidu toplotne pumpe tokom procesa njegovog isparavanja, nakon čega se radni fluid u kompresoru sabija do pritiska koji odgovara temperaturi kondenzacije na kojoj, u visokotemperaturskom razmenjivaču toplote (kondenzatoru), predaje toplotu grejanom objektu ili vodi koja se koristi za dalje grejanje [3]. Osim ovakvih *otvorenih sistema*, koji su u primeni još od četrdesetih godina prošlog veka [4], u poslednje vreme sve se više koriste i *zatvoreni sistemi* koji za prenos energije geotermalnog resursa do niskotemperaturskog razmenjivača toplote koriste radni fluid zatvoren u odgovarajućoj sondi ili sistemu cevi. Sonde se uglavnom koriste kod vertikalnih zatvorenih sistema koji eksploatišu toplotu iz dubljih slojeva zemljine kore, a sistem cevi ukopan u zemlju ili potopljen u bunar, površinsku akumulaciju ili vodotok kod horizontalnih zatvorenih sistema. Rizik od zagađenja okoline kod zatvorenih sistema veći je nego kod otvorenih, jer eventualna curenja radnih fluida nisu lokalizovana na mašinski deo postrojenja.

Spektar mogućih primena grejnih sistema sa toplotnom pumpom veoma je širok. Za niskotemperaturske i srednetemperaturske grejne sisteme (sistemi plafonskog, podnog i zidno-panelnog grejanja, konvektorski sistemi sa prinudnom ili prirodnom cirkulacijom, itd) moguća je, u zavisnosti od temperature subgeotermalne vode, primena jednostepenih toplotnih pumpi (sa jednim kompresorom), dok je kod sistema visokotemperaturskog grejanja, da bi se ostvarile dovoljno visoke temperature grejnog medijuma, neophodna upotreba dvostepenih ili dvostepenih kaskadnih (kod kojih su, radi optimizacije, u kolima niskog i visokog pritiska upotrebljeni različiti radni fluidi) toplotnih pumpi. Kako u stambenom fondu Srbije, posebno u urbanim sredinama, dominiraju visokotemperaturski radijatorski grejni sistemi, sa projektnom temperaturom grejne vode preko 65 °C, i kako je sa aspekta zaštite životne sredine povoljno da se sistem subgeotermalne toplotne pumpe (SGTP) koristi kao supstitucija klasičnog centralnog grejanja, naročito kod objekata koji nisu priključeni na sisteme daljinskog grejanja, čime se energetske efekat dopunjava ekološkim efektima proizašlim iz gašenja toplana na mazut i ugalj - posebno je značajan razvoj i primena dvostepenih i dvostepenih kaskadnih SGTP.

Dodatna povoljnost je da, pri supstituciji, grejni sistem sa toplotnom pumpom može biti instaliran direktno u postojeće podstanice centralnog grejanja i ne zahteva nikakve intervencije na grejnim telima i sistemu razvoda, odnosno velike dodatne građevinske radove i investicije.



Slika 1. Zavisnost faktora grejanja kaskadne toplotne pumpe od temperature podzemne vode i temperature kondenzacije u kolu visokog pritiska [5]

Istraživanja sprovedena u vezi mogućnosti i isplativosti korišćenja SGTP [5-9] pokazala su da je sa temperaturama subgeotermalne vode uobičajenim u našem podneblju moguće ostvariti visoke vrednosti faktora grejanja (odnosa uložene energije za pogon toplotne pumpe i ostvarenog toplotnog učinka). Na primer, za temperaturu subgeotermalne vode od 16°C faktor grejanja je skoro 4, pri temperaturi kondenzacije od 65°C (Sl. 1). Naravno, sa porastom temperature raspoložive subgeotermalne vode, a takođe i sa snižavanjem potrebne temperature kondenzacije, faktori grejanja koje je moguće ostvariti sve su viši, a energetska i ekonomska isplativost sistema SGTP sve bolja [6].

2. UTICAJ SGTP NA ŽIVOTNU SREDINU

Poznato je da geotermalne toplotne pumpe imaju značajan doprinos u smanjenju emisije gasova staklene bašte i uštedi energije koja se dobija iz primarnih izvora. Međutim, svaka penetracija u zemljište predstavlja određeni rizik po životnu sredinu [10-12]. U toku decenija primene sistema geotermalnih toplotnih pumpi identifikovan je niz faktora koje je neophodno imati u vidu prilikom planiranja geotermalnih toplotnih pumpi, jer se pokazalo da samo dobro projektovan i izveden sistem ima zanemarljiv uticaj na okolinu.

Otvoreni sistemi imaju manje inicijalne troškove, ali veće troškove održavanja i ukoliko se ne instaliraju i ne održavaju na odgovarajuć način, mogu uticati negativno na životnu sredinu [13]. Međutim, ukoliko se dobro izvedu, sistemi s reinjekcijom u isti bunar se praktično smatraju zatvorenim sistemima [14]. Postoje značajne razlike među tipovima vodozahvata u pogledu otpornosti prema zagađenju. Iako su izdani otpornije na antropogeno zagađenje od površinskih voda, kontaminacija izdani je trajnija, a proces remedijacije zahtevan i otežan zbog nepristupačnosti, zapremine i vremena zadržavanja polutanata i vode u izdanima [11].

2.1. Postupanje sa upotrebljenom vodom

Varijacije otvorenih sistema SGTP tiču se uglavnom rasporeda bušotina, njihovog broja i načina odvođenja vode iz sistema. Prilikom odlučivanja o primeni određenog rešenja treba ravnopravno i uporedo uzeti u obzir hidrogeološke, geološke, hidrološke, termičke, tehničke i ekološke uslove, i primeniti sistemski (multidisciplinarni), a ne sektorski pristup.

Po prolasku kroz niskotemperaturski razmenjivač toplote iskorišćena voda se može ispuštati na dva osnovna načina: površinski ili potpovršinski [3].

Uopšteno gledano, površinsko ispuštanje iskorišćene subgeotermalne vode iz GTPS se može vršiti [5]:

- a) Vraćanjem u geosredinu, odnosno u zemljišni sloj plavljenjem zemljišta.
- b) Utiskivanjem u aeracionu zonu (preko bazena, rovova, brazdi, plitkih infiltracionih bunara i sl.).

- c) Vraćanjem u površinske recipijente (reke, jezera, kanalizacionu mrežu).

U prva dva slučaja, prihranjivanje vodozahvata se zasniva na procesima postepene infiltracije i perkolacije i funkcija je brojnih faktora: vrste geosredine i zemljišta i njihovog stanja, poroznosti, koeficijenta filtracije, sadržaja vlage u zemljištu, kao i nivoa podzemnih voda. U urbanoj sredini ovakav način upuštanja iskorišćene subgeotermalne vode nije ekološki prihvatljiv. Temperatura ovih voda, a ponekad i sastav, pH i drugi parametri ne odgovaraju karakteristikama površinskih vodotokova i zemljišta, pa postoji opasnost od pojave alohtonih akvatičnih i terestričnih mikroorganizama; povećava se rizik od poplava (zemljište u urbanoj sredini je u velikoj meri degradirano asfaltiranjem i betoniranjem te manje vodopropusno); postoji rizik od koncentrisanja polutanata sa puteva nakon padavina u ovakvim strukturama, njihovog dospeća u podzemne vode i eventualne kasnije emisije u vazduh; prisutan je rizik od eutrofikacije vode i zabarivanja ovakvih struktura. Opravdano je postaviti i pitanje o uticaju upuštene vode na mikroklimu oblasti u kojoj se primenjuje površinsko upuštanje. Iako utiskivanje i plavljenje omogućavaju delimičnu remedijaciju vodozahvata, postepeno se snižava nivo vode u istom te mu se skraćuje eksploatacioni vek i povećava rizik od sleganja zemljišta na mestu zahvatanja vode. Ovakav način upuštanja iskorišćenog resursa tehnički je gotovo neizvodiv urbanim sredinama jer je potrebna velika površina i izvođenje ekstenzivnih građevinskih radova, što povećava inicijalne troškove za izgradnju SGTP sistema u uslovima ograničenog prostora.

Površinsko ispuštanje vode je najlakši metod za ispuštanje vode iz sistema, ono se može vršiti u obližnje bare, potoke ili druge tipove površinskih voda. Površinsko ispuštanje se može vršiti i na udaljenoj lokaciji od mesta upotrebe, sistemom vodonepropusnih odvodnih cevi. U urbanoj sredini, ovakav način upuštanja vode bi bio ekološki prihvatljiv samo ukoliko je eksploatisana subgeotermalna voda zadovoljavajućeg kvaliteta i ukoliko ne postoji rizik od termalnog i drugih vidova zagađenja površinskih voda.

Potpovršinsko upuštanje iskorišćene vode može se vršiti nalivanjem (utiskivanjem/injekcijom) iskorišćene subgeotermalne

vode direktno u izdansku zonu na velikoj dubini ili artersku izdan. U upotrebi su sledeće tehnike:

- a) Potpovršinsko ispuštanje kroz horizontalni drenažni sistem (perkolacijom ili injekcijom).
- b) Upuštanje u drugu izdan. Za SGTP ovaj slučaj nije od interesa jer nosi rizike koji se tiču poremećaja hidrološke i termičke ravnoteže, a međuizdanska razmena se ne preporučuje s ekološkog stanovišta.
- c) Upuštanje u istu izdan.

Upuštanje u istu izdan može se vršiti preko zasebnog bunara ili preko bunara koji se koristi kao napojni za SGTP. Kuće i komercijalni objekti uglavnom koriste sistem sa dva bunara – jedan za dovođenje vode a drugi za izvođenje vode iz sistema. Ovakvi sistemi su u praksi poznati kao sistemi s reinjekcijom. Sistemi s dva bunara često se nazivaju turbulentnim sistemima. U urbanoj sredini najbolje je koristiti sistem s reinjekcijom u istu bušotinu. Time se održava hidrološki bilans izdani, povećava vek eksploatacije vodozahvata i ujedno smanjuje rizik od tonjenja zemljišta. Ukoliko se, osim za grejanje tokom zimskih meseci, subgeotermalna toplotna pumpa koristi i u rashladnom radnom režimu tokom leta, dolazi do uravnoteženja toplotnog bilansa na godišnjem nivou i neutralizacije, odnosno usporavanja, promene temperature vodozahvata. Ovakvo upuštanje vode, koje bušotinama dovoljne izdašnosti, omogućava višedecenijski rad bez značajnije degradacije ostvarenog faktora grejanja, može se ujedno smatrati i svojevrsnom tehnikom remedijacije vodozahvata.

Voda koja se ispušta injekcijom, ne sme slobodno padati u bunar. Cevi za injekciju treba da budu duže od procenjenog najnižeg nivoa vode u bušotini kako bi se u najvećoj mogućoj meri smanjio unos kiseonika u bunar. Ukoliko analize podzemne vode pokazu da je potrebno koristiti agresivna sredstva za dezinfekciju ili neke druge aditive, treba tražiti alternativu otvorenom sistemu[15].

Uticaj upuštene vode iz sistema SGTP na životnu sredinu, zavisi od zapremine upuštene vode, njene temperature i protoka recipijenta. Sistem za eksploataciju toplote iz podzemnih voda ne sme biti predimenzionisan, jer može uticati na izdašnost izdani. Voda se ne sme crpiti brže nego što se izdan puni. Smanjivanje nivoa podzemnih voda može dovesti do mešanja vode između

različitih vodonosnih slojeva čime se može poremetiti hemizam podzemnih voda, i čak izazvati gašenja izvora [3]. Preterano crpenje utiče i na degradaciju kvaliteta energije dobijene u SGTP. U ovom konkretnom slučaju važi isto što i za crpenje vode za piće: kada se vrši preterana eksploatacija izdani, nivo izdani se snižava, pa je potrebna veća snaga za rad pumpe, troši se sve više energije, a nivo izdani je sve niži [11,12].

S obzirom na to da je najveći broj problema identifikovan na nivou injekcionog bunara, u praksi se koriste i tehnička rešenja ispuštanja vode iz sistema direktno u recipijent ili u kanalizaciju. Takvo postupanje može dovesti do sleganja zemljišta usled smanjenja izdani i negativnog uticaja na površinske vode i zemljište. Ispuštena voda tretira se kao otpadna voda i može dovesti do termičke alteracije površinskih voda. Iako se sreće u praksi, direktno ispuštanje iskorišćene vode nije u skladu sa domaćim i međunarodnim pravnim propisima.

2.2. Promena temperature vode

U slučaju da se voda promenjene temperature vraća u površinske vode može se, ako ima značajno različitu temperaturu u odnosu na recipijent [3], smatrati kontaminantom. U tom slučaju dolazi do uticaja na biocenu akvatičnog ekosistema i sadržaj rastvorenih gasova.

Podzemne vode su neobnovljiv resurs, a korišćenje ovih voda smatra vrstom rudarenja [16]. Direktno ispuštanje tople vode u vodotokove je termičko zagađenje. Dugoročno gledano, na lokacijama na kojima se podzemne vode više opterećuju za grejanje a manje za hlađenje, dovela bi do toga da vremenom dolazi do sniženja temperature podzemnih voda [16]. Važi i obrnuto. Način da se ovaj problem izbegne je da toplotna pumpa bude dimenzionisana na približno jednako grejno i rashladno opterećenje i da se vrši reinjektiranje vode nazad u izdan, čime se na godišnjem nivou, uravnotežuje termički bilans [5].

2.3. Pritisak

Promene pritiska i koncentracija CO₂ utiču na mineralizaciju i u podzemnim i u površinskim vodama, što može

dovesti do nepoželjne mineralizacije na cevima i do zapušnja injektorskog bunara [3]. Stoga je neophodno održavati stalan pritisak vode u otvorenim sistemima sa reinjekcijom iskorišćene vode. Ovo je posebno važno ukoliko se radi o geotermalnim vodama više temperature.

2.4. Uticaji na zemljište

Prilikom bušenja i iskopavanja u toku izgradnje bunara, i prateće infrastrukture, postoji degradacija površinskog sloja zemljišta (iskopavanje, prenošenje i/ili kompakcija zemljišta). Za vreme izvođačkih radova važno je obratiti pažnju na karakteristike terena na kojem će se vršiti bušenje, jer može doći do pojave klizišta [17]. Sleganje zemljišta i sniženje nivoa podzemih voda, kada korišćenje subgeotermalne vode prevazilazi prirodnu prihranu vodozahvata u određenoj oblasti je pomenuto. U urbanoj sredini ova pojava može se negativno odraziti na postojeću infrastrukturu i/ili arheološke objekte. Ovakvi uticaji se mogu izbeći adekvatnim dimenzionisanjem sistema po pitanju protoka i potrebnog broja bušotina. Ukoliko je sistem predimenzionisan, on je i ekološki i ekonomski nepovoljan.

Problem zauzimanja prostora kod otvorenih sistema SGTP sa reinjekcijom u urbanoj sredini ne postoji, osim prilikom izvedbe bunara, pošto ista zahteva upotrebu glomazne mehanizacije za izvođenje radova i transport opreme i šuta.

2.5. Buka

Najveći problem s bukom kod otvorenih sistema geotermalnih toplotnih pumpi javlja se prilikom kopanja bunara. Čak i tada nivo buke retko prelazi 90dB [17]. Sam rad SGTP proizvodi određeni nivo buke, ali je, ukoliko se sistem dobro montira i postavi u izolacionu kutiju, u udaljenoj prostoriji, odnosno u prostoriju u kojoj se ne boravi dugo[16], njen uticaj zanemarljiv.

2.6. Preporuke

Bušotine moraju biti propisano izgrađene da bi se sprečio unos sedimenata sa površine u podzemne vode, kao i međuizdanska

razmena. Neophodno je ispoštovati litološki sastav i strukturu geosredine i zemljišnih slojeva i u skladu s tim vršiti stabilizaciju zidova bušotine. Kada se bušotina završi, neophodno je da se zemljište oko nje vrati u stanje što bliže polaznom.

Procenu uticaja na životnu sredinu za ove sisteme neophodno je vršiti još na nivou idejnog projekta i u okviru studije dati smernice za dugoročan monitoring sistema.

ZAKLJUČAK

Razvojni planovi Srbije u oblasti energetike i energetske efikasnosti ubrajaju subgeotermalne resurse u obnovljive izvore energije čija se primena nalazi u početnoj fazi. Prednosti korišćenja subgeotermalnih podzemnih voda u grejnim sistemima sa toplotnim pumpama ogledaju se pre svega u supstituisanju fosilnih goriva lokalno dostupnim obnovljivim izvorom energije, povećanju samodovoljnosti i održivosti proizvodnje energije, te smanjenju emisije produkata sagorevanja i poboljšanju mikroklimatskih uslova, posebno urbanih sredina. Važno je istaći da se, pored smanjenja uticaja na životnu sredinu, korišćenjem sistema SGTP za grejanje i hlađenje objekata ostvaruju i značajne ekonomske uštede [8].

Održivost korišćenja energije pomoću sistema subgeotermalnih toplotnih pumpi najbolje je posmatrati kroz načelo održive proizvodnje i potrošnje, u kom bitnu ulogu ima holistički pristup rešavanja zatečenih problema životne sredine i ekonomije, i njihovo sagledavanje još u fazi promišljanja i projektovanja energetskih sistema, uz neophodan multidisciplinarni pristup. Prilikom eksploatacije prirodnog resursa, mora se uzeti u obzir i njegov uticaj na životnu sredinu, što nije samo obaveza koju nalažu globalni sporazumi i pozitivno-pravni instrumenti, već i način za poboljšanje socijalnog statusa stanovništva i konkurentnosti. Adekvatno projektovanje i izvođenje grejnih sistema sa subgeotermalnim toplotnim pumpama omogućava da se rizici po životnu sredinu svedu na minimum i da se ostvari dugoročno održivo, a istovremeno energetski i ekonomski efikasno, korišćenje toplote subgeotermalnih podzemnih voda.

REFERENCE

- [1].U.S. Environmental Protection Agency, “*Space conditioning: The next frontier*“, Washington, DC: Environmental Protection Agency. EPA 430-R-93-004, 1993.
- [2].A.M.Omer, “Ground-source Heat Pump Systems and Applications“, ScienceDirect, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 12, 344-37, 2008
- [3].United States Environment Protection Agency (US EPA): “Manual on Environmental Issues Related to Subgeothermal Heat Pump Systems“, *Air and Radiation (6202J)*, September 1997
- [4].K.Rafferty, “Ground Water Issues in geothermal heat pump systems“, *Ground Water* 41, 408-410,2003
- [5]. Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, Projekat tehnološkog razvoja EE-18008, “Optimizacija energetskog iskorišćavanja subgeotermalnih vodenih resursa“, Izveštaj o radu u periodu 01.04.2009. – 31.03.2010., 123 str.
- [6]. D.Antonijevic, M.Komatina, N.Dondur, M.Gojak, Z.Stevanovic, “Sub-geothermal heat pump technology in Serbia – energetic and environmental aspects“, *International Workshop Global and Regional Environmental Protection (GLOREP 2010)*, Timisoara, Romania, 26-28 November 2010.
- [7].D.Goričanec, A.Salnikov, D.Antonijevic, J.Krope, M.Komatina., “Hydrogeothermal cascade heat pump economic and ecologic appropriacy“, *International Conference on Renewable Energy and Power Quality (ICREPQ'09)*, Valencia, Spain, April 2009.
- [8].Z.Stevanovic, A.Salnikov, D.Milenic, M.Martinovic, D.Goricane, M.Komatina, P. Dokmanovic, D.Antonijevic, M.Gojak, V.Damnjanovic, “Prospective of wider utilization of subgeothermal resources - Eastern Serbia case study“, *XIX Congress of the Carpathian Balkan Geological Association*, Thessaloniki, Greece, September 2010
- [9]. N.Dondur, D.Antonijevic, M.Komatina, N.Rudonja, M.Gojak, “Economic analysis of hydro-geothermal two cascade heat pump – Serbian case“, *4th International Symposium of Industrial Engineering (SIE 2009)*, Belgrade, Serbia, December 2009; Proceedings pp. 24-27.
- [10]. *European Geothermal Energy Council (EGEC)*, “Geothermal Heat pumps - Ground source Heat pumps“, November 2009

- [11]. S.Foster, P.Chilton, "Groundwater: the processes and global significance, of aquifer degradation", *British Geological Survey, Wallingford, UK, Published online 5 November 2003*
- [12]. D.Bashir, O.O.Yaya, "Adverse Effects of Over Abstraction of Water from An Aquifer", *Consultative Forum on "Borehole Regulation in Lagos State"*, Lagos, December, 2007.
- [13]. G.R.Bloomquist, "Geothermal heat pumps five plus decades of experience in the United States". *Proceedings of the World Geothermal Congress, Kyushu - Tohoku, Japan, June 2000.*
- [14]. B.K.Knappe, "*Underground Injection Operations in Texas: a Classification and Assessment of Underground Injection Activities*", Texas Department of Water Resources, Austin, Texas, 1984.
- [15]. Underground Injection Control (UIC) Program: "Guidelines For Ground Source Heat Pump Wells", Commonwealth of Massachusetts, Department of Environmental Protection, Bureau of Resource Protection, *Drinking Water Program*, Vol.19, March 2009
- [16]. C.Andrews, "The Impact of Use of Heat Pumps on Ground-Water Temperatures", *Ground Water*, Vol.16, No.6, Nov/Dec, 1978.
- [17]. H.Kristmannsdóttir, H.Ármansson, "Environmental aspects of geothermal energy utilization", *Geothermics* 32, 451–461, 2003.

SANACIJA I UREĐENJE REGIONALNE DEPONIJE "RAMIĆI" KOD BANJE LUKE NA NIVO SANITARNO UREĐENE DEPONIJE

Dragana Nešković – Markić, Željka Šobot – Pešić,
Slobodanka Pavlović
Nezavisni Univerzitet Banja Luka, Ekološki fakultet

Izvod: *Otpad sakupljen na teritoriji grada Banje Luke odlaže se na lokaciji deponije "Ramići" od 1976. godine. Teren na kojem je smještena deponija je građen od vodonepropusnih stijena stoga nije vršena vještačka hidroizolacija dna deponije. Deponija je bila ogradena i vršena je kontrola ulaza otpada, a mašinama je realizovan tretman otpada na radnoj površini. Do rata ova deponija je bila jedna od uređenijih na teritoriji Bosne i Hercegovine, međutim, usljed ratnih okolnosti nastupio je period nekontrolisanog odlaganja otpada. U tom periodu nije vršena dalja nadogradnja sistema za prikupljanje oborinskih voda što je dovelo do začepjenja istog, te miješanja procjednih voda sa oborinskim. Posljedica je bila ta da je došlo do nakupljanja vode u središnjem dijelu deponije te probijanja istih kroz branu i direktnog ispuštanja u površinske vode bez ikakvog prethodnog tretmana, kao i pojava učestalih požara i širenje neprijatnih mirisa. Korištena mehanizacija je zastarila i nije bila u funkciji. Ugroženi su bili kvalitet vode, vazduha i zemljišta, kao i stabilnost deponije. Od 2004. godine deponija "Ramići" postaje regionalna (na lokaciji deponije odlaže se otpad sakupljen u gradu Banjoj Luci i 7 okolnih opština regije) i uslijedile su intenzivne aktivnosti na sanaciji starog dijela deponije. Cilj sanacije je formiranje savremne sanitarno uređene deponije koja će zadovoljavati zahtjeve koje propisuju zakonodavstvo Evropske Unije i Republike Srpske čime bi se dobio prostor za odlaganje otpada za narednih 20 - tak godina sa minimalnim negativnim uticajem na životnu sredinu.*

Ključne riječi: *sanacija/ uređenje/ deponija*

REMEDICATION AND RECONSTRUCTION AT SANITARY REGULATED LEVEL OF REGIONAL LANDFILL "RAMIĆI" IN CITY OF BANJA LUKA

Dragana Nešković – Markić, Željka Šobot – Pešić,
Slobodanka Pavlović
Independent Univerzitet Banja Luka, Ecologic faculty

Abstract: *Waste collected at Banja Luka region has been disposed on "Ramići" landfill since 1976. Terrain on landfill site is composed from impermeable rocks so artificial hydro insulation has not been conducted. Landfill has been fenced, there was waste entry control and waste treatment has been conducted by machinery. Up till the war, this landfill was one of the most regulated in Bosnia and Herzegovina, but down to war circumstances, period of uncontrolled disposal come up. In that period there was no any upgrade and maintenance in precipitation water collection system which caused its deterioration and system choke. Accordingly, that caused amalgamation of leach ate and precipitation water. As a result, a small pond formation happened in a central part of a landfill, and water from pond blast through soil dam so water has been directly discharged into surface water without any pre-treatment. In addition, there was a frequent emergence of fire and odour spreading. Used machinery was obsolete and out of function. Quality of water, air and soil was jeopardised as well as landfill stability. Since 2004 landfill "Ramići" took regional character (City of Banja Luka and seven adjacent municipality dispose waste) and city authorities conducted intense activities on old landfill part remediation. Aim of remediation is construction of contemporary sanitary landfill which will comply to EU regulation and regulation of republic of Srpska. This will allow space for next 20 years disposal with minimal environment impact.*

Key words: *remediation/ reconstruction/ landfill*

UVOD

Jedan od globalnih problema sa kojima se svakodnevno suočavamo je problem upravljanja otpadom: sakupljanja, odvajanja, recikliranja, deponovanja i sl. U praksi postoji više načina za tretman otpada, a najčešće primjenjivan je postupak odlaganja otpada na deponiji. Deponovanje podrazumijeva više različitih tehnoloških operacija, tj. otpad koji se doveze i istrese na radnu površinu se razastire, zatim sabija a potom prekriva sa slojem inertnog materijala, koristeći različite radne mašine. Neblagovremeno i neadekvatno odlaganje otpada kao i nepravilna neutralizacija njegovog štetnog uticaja, može dovesti do ugrožavanja kvaliteta životne sredine. Savremene evropske i svjetske integracije uslovljavaju ispunjavanje izvjesnih normi i uslova koje savremena deponija treba da ispunjava. To se prvenstveno odnosi na formiranje sanitarnih deponija [1,2].

1. EKSPLOATACIJA DEPONIJJE "RAMIĆI" OD 1976. DO 2004. GODINE

Regionalna deponija "Ramići" locirana je u sjeverozapadnom dijelu Banje Luke, na lokalitetu Crkvice u naselju Ramići, oko 10 km od centra grada. Sama deponija je udaljena oko 150 m od magistralnog puta M-4 Banja Luka – Prijedor.

U toku 1973. godine grad Banja Luka je započeo inicijativu za pronalaženje lokacije na kojoj bi se vršilo odlaganje otpada. Od analiziranih 20 potencijalnih lokacija, lokacija u Ramićima je ocjenjena kao najpovoljnija sa više aspekata – morfologije terena, lokalnih uslova, hidroloških, hidrogeoloških, geoloških, klimatskih uslova, kao i mogućnosti primjene zaštite životne sredine i transportnih udaljenosti, broja stanovnika, podzemne infrastrukture, seizmičkih karakteristika, izvora otpada, vrste i količine otpada, itd. Teren na kome je formirana deponija je stabilan, a podloga je vodonepropusna i ponaša se kao hidrogeološki izolator.

Od 1976. godine ova lokacija se koristila samo za potrebe odlaganja komunalnog i neopasnog otpada prikupljenog u gradu Banjoj Luci, a od 2004. godine služi za odlaganje otpada i iz 7 opština regije (Laktaši, Kneževo, Gradiška, Prnjavor, Srbac, Čelinac, Kotor Varoš). Prema procjenama iz 2005. godine na ovoj lokaciji

odloženo oko 1 800 000 m³ otpada, a procjenjuje se da je ukupan kapacitet deponije 5 365 000 m³. Dnevno se doveze i odloži oko 300 tona otpada sa 70-tak vozila za dovoz otpada [3].

Deponija "Ramići" je bila jedna od prvih deponija u Bosni i Hercegovini koja je bila ograđena i imala kontrolisan ulaz. Redovno je vršen tretman otpada pomoću odgovarajuće mehanizacije [4].

Do rata ova deponija je bila jedna od uređenijih na teritoriji Bosne i Hercegovine, međutim, usljed ratnih okolnosti nastupio je period nekontrolisanog odlaganja otpada. Sistem odlaganja „baci šta hoćeš i gdje hoćeš“, imao je brojne posljedice i doveo je do stvaranja niza ekoloških problema idućim generacijama. Osim direktne opasnosti za ljudsko zdravlje i zdravlje drugih živih bića u neposrednoj blizini deponije, ovakvo nekontrolisano i neuređeno odlaganje otpada je u znatnoj mjeri degradiralo životnu sredinu. Naročitu opasnost je predstavljalo nekontrolisano širenje deponijskih gasova i procjednih voda u okolinu. U tom periodu došlo je do začepjenja sistema za prikupljanje oborinskih voda, jer nije vršena njegova dalja nadogradnja. Miješale su se procjedne vode sa oborinskim, nakupljale se u središnjem dijelu deponije i probijale branu (slika 1). Takva voda je bez prethodnog tretmana direktno ispuštana u površinske vode. Slojevi otpada su dostizali visinu preko 20 m, a tokom deponovanja nisu postavljane perforirane cijevi za odvođenje deponijskih gasova, te su se oni nekontrolisano oslobađali iz tijela deponije. To je uzrokovalo i pojavu i širenje neprijatnih mirisa i pojavu učestalih požara (slika 2). Postojala je i stalna opasnost od eksplozija. Korištena mehanizacija nije bila u funkciji, tako da nije vršeno redovno sabijanje i prekrivanje otpada. Ugroženi su bili kvalitet vode, vazduha i zemljišta, kao i stabilnost deponije [5].



*Slika 1. Proboj procjednih
voda kroz branu*



*Slika 2. Požari na starom
dijelu deponije*

2. SANACIJA DEPONIJE "RAMIĆI " OD 2004. GODINE DO DANAS

Od 2004. godine počinju radovi na sanaciji postojeće deponije. Do danas je realizovano sljedeće [3,5]:

- deponija je ograđena ogradom visine 2 metra, čime je spriječen ulazak neovlaštenih lica i nelegalno odlaganje otpada, te ulazak životinja koje bi mogle raznosti otpad,
- postavljena je vaga i video nadzor na ulazu, što je omogućilo praćenje količine i sastava otpada (slika 3),
- instaliran je uređaj za mjerenje radioaktivnosti, čime je onemogućen ulaz radioaktivnog otpada,
- u obuhvatu deponije izvršena je izgradnja kanala za odvođenje oborinskih voda i sprečavanje njihovog kontakta sa otpadom i kontaminacije,
- izvršena je ugradnja perforiranih cijevi u tijelu deponije kojima se kontrolisano odvođe deponijski gasovi,
- izvršena je nabavka radnih mašina: kompaktora, rovokopača, utovarivača, buldožera, kojima je poboljšan postupak tretmana otpada – redovno razastiranje, sabijanje, prekrivanje otpada,
- na starom dijelu deponije je izvršeno premještanje 380 000 m³ otpada i izgrađen je kanjov u dužini od 300 metara, kroz koji je postavljen drenažni sistem za prikupljanje procjednih voda iz starog dijela deponije (slika 4),
- u sredošnjem dijelu deponije je izgrađen protivpožarni bazen u koji se prikupljaju oborinske vode, višak vode iz bazena se odvodi betonskim cijevima kroz kanjon direktno u površinske vode, prikupljene procjedne vode se sakupljaju u međuskладиštu i trenutno ispuštaju direktno u površinske vode.



Slika 3. Izgled ulaznog dijela deponije



Slika 4. Izgradnja drenažnog sistema za prikupljanje procjednih voda

3. IZGRADNJA DEPONIJ U BUDUĆEM PERIODU

Osnovni zadatak procesa sanacije je formiranje sanitarne deponije koja će ispunjavati uslove definisane zakonskom regulativom Evropske Unije i Republike Srpske. Radovi na sanaciji će u narednom periodu biti nastavljeni sljedećim aktivnostima [3,5]:

- proširenjem postojeće deponije sa 29 ha na 44 ha, čime će biti omogućena izgradnja sanitarnih kaseti sa postavljanjem vještačke hidroizolacije dna, i izgradnja drenažnog sistema za sakupljanje procjednih voda,
- povezivanjem cijevi za prikupljanje deponijskih gasova u jedinstven sistem i njihovim eliminisanjem u spalionici, uz mogućnost energetskog iskorištavanja,
- izgradnjom postrojenja za prečišćavanje procjednih deponijskih voda na principu reverzne osmoze, izgradnjom skladišta procjedne vode u središtu deponije čime se omogućilo skladištenje vode u slučaju kvara postrojenja za prečišćavanje,
- izgradnjom sistema za recirkulaciju procjedne vode na tijelo deponije, tj. propuštanjem procjedne vode kroz slojeve otpada čime bi se uticalo na smanjenje procjedne vode, stabilizaciju otpada, povećanje produkcije deponijskog gasa, a time i na smanjenje cijene odlaganja otpada [2],
- postavljanjem druge vage na ulaznom dijelu deponije i produžavanjem pristupnih puteva, te izgradnjom uređaja za pranje točkova i donjeg dijela vozila i radnih mašina čime bi se onemogućilo iznošenje nečistoća na saobraćajnice.

ZAKLJUČAK:

Usljed neadekvatnog upravljanja deponijom u periodu od 1991. do 2004. godine, deponija "Ramići" je dovedena na nivo "smetljišta" i kao takva je predstavljala opasnost za okolinu. Sanacionim radovima koji su uslijedili spriječena je pojava požara i neprijatnih mirisa, miješanje oborinskih i procjednih voda, te nekontrolisano odlaganje otpada. Postignuto je smanjenje postojećih negativnih uticaja deponije na životnu sredinu, a nastavkom planiranih aktivnosti na sanaciji i izgradnji sanitarne deponije oni će biti minimizirani.

Na ovaj način će biti i produženo vrijeme eksploatacije deponije i odlaganje otpada prikupljenog na teritoriji grada Banje Luke i 7 opština za narednih 20-tak godina.

REFERENCE

- [1] M. Jahić, "Sanitarne deponije", Univerzitet u Bihaću, Tehnički fakultet, Bihać, 2006.
- [2] Z. Milanović, "Deponij, trajno odlaganje otpada", Zbrinjavanje gradskog otpada – Zagreb, Zagreb, 1992.
- [3] Sanacija i proširenje deponije "Ramići" Banja Luka, Dosije 1-8, konzorcijum GWCC-Hidrotehnika-Dvokut, Banja Luka-Beč, 2007.
- [4] Studija uticaja na životnu sredinu regionalne deponije u Ramićima, Institut za građevinarstvo "IG", Banja Luka, 2007.
- [5] Studija upravljanja čvrstim otpadom za regiju Banja Luka, Urbanistički zavod Republike Srpske, Banja Luka, 2002.

FILOZOFIJA PROSTORA I UMETNOST U DEGRADIRANOM URBANOM OKRUŽENJU

Suzana Polić-Radovanović
Centralni institut za konzervaciju, Beograd

Izvod: *Parkovi skulptura, eko skulpture kao i umetnički radovi koji imaju žive biljne sadržaje, menjaju pogled na filozofiju prostora urbanog okruženja. U radu će biti analizirana međunarodna praksa umetničkih intervencija u degradiranom urbanom okruženju, sa posebnim osvrtom na hibridnu umetnost u prostoru.*

Ključne reči: *degradirani prostor/skulptura/filozofija prostora*

PHILOSOPHY OF SPACES AND VIEW OF ART IN DEGRADED OF URBAN ENVIRONMENT

Suzana Polić Radovanović
Central Institute for Conservation, Serbia

Abstract: *Sculpture parks, environmental sculpture and works of art with living plant facilities, changing view of the philosophy of the urban environment of space. This paper analyzes the international practice of artistic interventions in degraded urban environments, with special emphasis on hybrid art space.*

Key words: *degraded area/ sculpture/ philosophy of space*

UVOD

Ideja tradicionalnog odnosa prema valorizaciji prostornih struktura dovedena je u pitanje u poslednjoj deceniji novim teorijskim promišljanjima o sadržajnosti urbanog kvaliteta. Metaforičnost u iskazivanju delovanja čoveka na prostor i prostora na čoveka, u meri intenziteta odnosa pojedinca i prostora koji ih okružuju, upućuju na otkrivanje unutrašnjeg potencijala u velikom broju kombinacija i permutacija oblikovnih saodnosnosti. [1] Otuda i nova percepcija prostora kao filozofskog pitanja.

Pravo na prostor kao zajedničko demokratsko načelo izbora iskušavanja smisla u prostoru i prostornom, pod udarom nasija prisvajanja i uzurpacije prostora, kompromitovalo je težnje oslobađanja i delovanja ka slobodnoj urbanoj praksi. Reč je o problemu koji je inicirao stvaranje proširenog diskursa odnosa i akcije prema prostoru. Filozofski trenutak zatiče ovaj problem u momentu kada epistema nije vrsta skrivene teorije, nego je disperzivni prostor, jedno otvoreno i nesumnjivo beskonačno opisivo polje relacija. [2]

Društveni procesi okarakterisani u teorijskim radovima sa prefiksom *de*, počev od teorije dekonstrukcije, prenose se i na eksplikacije u determinisanju prostornosti. Deregulacija arhitekture, deregulisani gradovi i čovek koji naseljava razlomljen prostor, sačinjen od slučajnosti, dezintegriranih likova brzo nestajućih, nepostojanih slika, viđeni okom Pola Virilia [3], ukazuju na zbunjujuću stvarnost. Filozofija prostora bavi se reperkusijama procesa sa prefiksom *de* i njegovim varijacijama: « ...dez-integriran, dis-lociran, dis-junktan, dekonstruisan, demoliran, diskontinuiran, deregulisan... » [4] i u skladu sa tim i degradirani prostor kao rastavljena, razjedinjena (dis-joined, dis-sociated) stvarnost.

1. UMETNOST U EKOLOŠKOM ANGAŽMANU

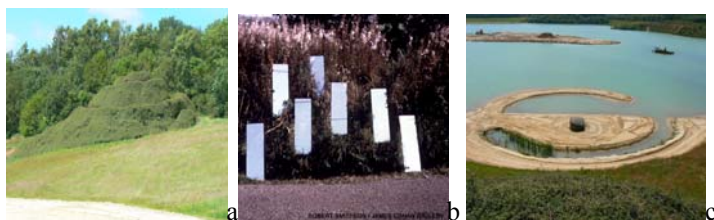
Vladajući društveni i konceptualni mehanizmi koji erodiraju urbani život u kojem je prostor medij za komunikaciju koncepata koji ulazi u šire polje društvenih značenja, utiču na poremećaje odnosa između prostora koncepta, geometrijskog prostora, realnog arhitektonskog prostora i percipiranog prostora uz poremećenu psihološku komponentu osećaja prostornosti. Konceptualne paradigme arhitekture, kulturne vrednosti i konotacije, oblikovanje urbanog života, novi ontološki položaj i metodološka paradigma između forme, namene, funkcije i socioekonomske strukture prostora, samo su neka od pitanja na koja odgovaraju teoretičari, ali i umetnici u nastojanju da reše nagomilane probleme na relaciji čovek i prirodno okruženje.

Otuda potreba da se u spoju filozofije, ekologije i umetnosti potraže rešenja za novu perspektivu prostora i čoveka u njemu, u tenziji između «geometrijske racionalnosti i zamršenosti ljudske sudbine», kako to formuliše Italo Kalvino [5]. I kao što ideal tekstualne izgradnje koja oličava mrežastu strukturu njegovog pisma podrazumeva da se tekstovi dotiču ali nemaju hijerarhijski ili uzročni odnos, otvarajući mogućnosti za višestruke i razgranate zaključke, tako i naučni prilaz problemu prostora oslonjen na multidisciplinarni pogled, otvara perspektivu za ispitivanje raznovrsnih mogućnosti rešavanja kompleksnih prostornih zadataka.

U opservaciji semantičkog kapaciteta dobijenih rešenja, neki od najvažnijih pokazatelja odnose se na probleme prezentnosti reprezentovanog materijala, probleme dimenzionisanja intencionalnih korelata, na probleme supstancijalnosti prezentovane sadržine, probleme prezentacije supstitucionog kapaciteta primenjenih metoda, probleme redukcije informacija, probleme tehnoloških granica tumačenja, probleme stohastičnosti procesa, kao i probleme odnosa medija i procesa. [6]

Navedena ograničenja nužno se uklapaju u društveno ograničenje koje nameće odnos prema diskursu, a u skladu sa Fukoovim upozorenjem da se „u svakom društvu produkcija diskursa u isti mah kontroliše, selektuje, organizuje i raspodeljuje i to postupcima čija je uloga da ograniče moći i opasnosti diskursa, da ovladaju njegovim nepredvidljivim događajima i izbegnu njegovu tešku i opasnu materijalnost“. [7]

Umetnički i naučni diskurs na planu dešifrovanja degradiranog prostora pokušavaju da na polju ekološke akcije dešifruju prostor kao zajednicu znakova, korelative želja i sećanja i slikoviti koncept koji ima referencijalnu snagu koju crpe upravo iz svojstva permutabilnosti. Prostor kao simbol diskontinuiteta, prisutnosti i odsutnosti, problem je koji je umetničkom intervencijom snažno iskazuje u delima Robert Smitsona (Sl. 1)



Slika1. Robert Smithson: a- *Spiralno brdo* u *Emenu*, Holandija, 1971;
b- *Dislocirana ogledala –travnati nagib*, Engleska, 1969;
c- *Narušeni krug* u *Emenu*, Holandija, 1971 [8]

Umetnik interveniše na ogoljenom predelu (*Spiral Hill*) koji je bio degradiran ljudskom nebrigom, ispitujući specifičnost intervencije u okruženju, refrirajući na probleme dijalektike slojeva, iskustvene mnogostrukosti i promene deformacije okruženja. Istražujući uticaj umetničkog dela na njegovu okolinu razvija koncept *mesta* i *ne-mesta* (*Mirror displacement – grassy slope*). Postavljajući dela u određene lokacije van galerijskih prostora ispituje vrednosti saodnosnih modusa u promenljivim okolnostima, istražujući istovremeno mogućnosti intervencija u prostoru koji označavamo degradiranim. Najzreliji radovi odnose se na intervencije u degradiranom prostoru koje ispituju mogućnost umetničke i istovremeno funkcionalne intervencije (*Broken Circle*).

Na mestu napuštenog rudnika uglja, u blizini puta kojim dnevno prođe preko 90 000 vozila, nedaleko od Gejtšejda u Engleskoj, jedan od najinteresantnijih vajara savremene umetnosti Antony Gormley, osmislio je monumentalnu skulpturu *Angel of North* (Slika 2).



Slika 2. Antony Gormley: *Andeo Severa*, Engleska, 1998 [9]

Skulptura visine 65 m, i raspona krila 169 m, dominantno je izmenila degradirani prostor koji je njenim postavljanjem dobio nove vrednosne dimenzije. Formalni rezultat ove intervencije u prostoru vidi se na svim planovima: prostoru koncepta, geometrijskom prostoru, realnom arhitektonskom prostoru i psihološkom doživljaju prostornosti. Značaj ovog rada, međutim, nema samo dimenziju prevazilaženja degradacije prostora, već ovo pitanje stavlja u kontekst pitanja stvaranja novog identiteta [10].

Dvadeset prvi vek, vreme u kojem je ugrožen identitet čoveka kao pojedinca, pripadnika grupe ili naroda, donosi i težinu i složenost kulturnog delovanja u regeneraciji i urbanoj revitalizaciji. Reč je o bazičnom osećanju pripadnosti, mogućnosti šireg poistovećivanja, o uzajamnosti i zajedništvu koje poseduje meru unutrašnje i kulturne povezanosti. Reč je o tajni spajanja i traganja za dodirnim tačkama njihove prirode koja je u najužoj vezi sa prirodom vraćanja prostora čoveku i čoveka prostoru.

Radovi na granici umetnosti i ekološkog angažmana predstavljaju još jedan korak dalje u artikulaciji pobune protiv nasilja nad prostorom, prirodom i živim svetom. Warren Angle autor je instalacije koja se sastoji od širokog spektra materijala i predstavlja tematsku aluziju na novembar 2004. kada se dogodilo izlivanja nafte u reci Delaver, kao i na zagađenje vode, stradanje ptica i drugih vrsta kao posledice ove i drugih sličnih ekoloških katastrofa (Slika 3a.). Rad je osmišljen kao bazen katrana, u obliku karte SAD . Površina je isprekidana sa oko stotinu simbolizovanih glava pataka. *La Brea* skreće pažnju na industrijsku upotrebu plovnih puteva i krhkost njihovih ekosistema koji stradaju kada se dogode ekološke katastrofe.



Slika 3. a- Warren Angle : *La Brea*, Abington Art Center, 2004[11] ;
b-Eberhard Bosslet: *Otpad i sunce La Gomera*, 1982[12]

Rad pod nazivom *Schrott und Sonne La Gomera* predstavlja umetničku obradu prizora napuštene olupine automobila na jednom od Kanarskih ostrva. Rad pripada pravcu koji je osnovala grupa umetnika pod nazivom "Materijal & Effect" (materijal & Wirkung) u Berlinu u 1981. godine. Degradirani prostor viđen u svetlu istraživanja kontradikcija urbanog i prirodnog. Reči Itala Kalvina kao da proročanski opisuju prizore nasilja urbanog nad najlepšim predelima prirode: „...pakao živih nije stvar koja će doći; ako pakao postoji to je ovaj ovde, pakao u kome živimo svaki dan, koji formiramo da bismo bili zajedno“.

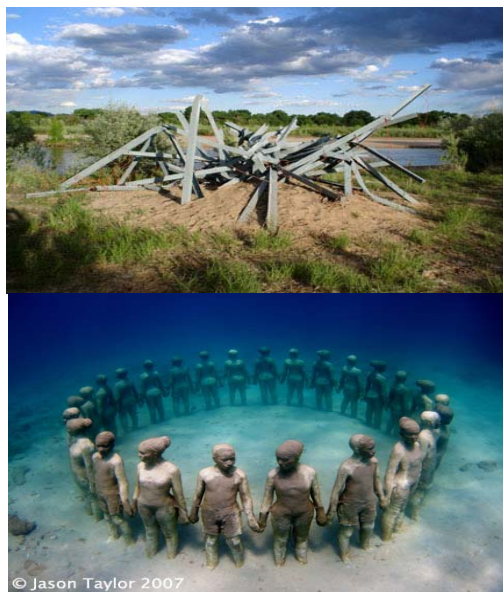
Kako intervenisati u prirodnom okruženju degradiranog prostora, a da se sam materijal ne pokaže kao novo sredstvo degradacije? O tome razmišljaju umetnici Matthew Chase-Daniel i Benjamin Forgey u Novom Meksiku (Slika 4 a, b).



Slika 4. a-*Matthew Chase-Daniel: Three Pole Sculptures, Albuquerque Open Space*
b- *Benjamin Forgey: Arboreal Dome*[13]

Prirodne skulpture od lokalnih materijala u fizičkom prostoru posmatramo kao subzistentnu stvarnost, u smislu trodimenzionalne ekspanzije u kojoj se nalaze konstituenti realnosti. Analogno sa Deridinin pojmom *differance* [14] u teoriji dekonstrukcije, prostor kao termin-sredstvo eksplikacije, poseduje sopstvenu infinitezibilnost koja inicira da se konačnom stvaranju značenja teži ne bi li sam pojam uvek bio sposoban za dopunjavanje. Umetnički concept koji osmišljava Matthew Chase-Daniel oslanja se na ispitivanje funkcije političkih znakova simbolima prirodnih zastava, pa skulpture funkcionišu i kao putokazi: “Vernost i savezništvo sa svetom prirode se izražava i lociranjem znaka na visinu koja omogućava da delo bude vidljivo svima”. Benjamin Forgey razmišlja o korespondirajućim materijalima. Skulptura

Arboreal Dome (Sl. 4b) izrađena od oborenih osušenih grana drveta je kupola projektovana kao prostor specifične funkcionalnosti, strukturiran za kontemplaciju, kao mesto razgovora, praktikovanja tai čija ili drugih mogućnosti koje mogu biti ljudima od koristi. Zach Meisner razmišlja i o biorazgradivim materijalima. Njegova skulptura **Painted Jetty Jacks** realizovana je primenom organske boje na bazi mleka, koja je neškodljiva za okolinu (Sl. 5a.) Kreator prvog na svetu podvodnog parka skulptura, Džejson de Caires Tejlor, šalje snažnu ekološku poruku dok istražuje kompleksne saodnosnosti savremene umetnosti i životne sredine (Sl. 5b.). Prostor kao promišljanje vizuelne intertekstualnosti koji teoretičari metatekstualnog stilskog usmerenja nazivaju dijegetskom stvarnošću *mis en abyme*.



Slika 5. a-Zach Meisner: **Oslikana Jetty dizalica**, New Mexico, 2009. [13]
 b-Jason Taylor: *Vicissitudes*, dubina 4.5m, Grenada, West Indies[15]

Istražujući domete hermeneutike umetničko-ekoloških intervencija na degradiranom prostoru, bilo da je reč o uspostavljanju ličnih relacija sa umetničkim delom (*hermeneutica profana*) komparirajući uloge čoveka i prostora sa odnosom autor-kritika koji definiše Rolan Bart [16], nalazimo umetnički odgovor na degradiranu prostornost u radovima koji koriste živi biljni materijal, otvarajući važeće semiotičke modele za praktična iskustva stvarnog procesa promene i transformacije. Koncepti koje kreiraju *Hans Haacke*(Sl.6a) i *Michele Brody*(Sl. 6b,c) bave se pitanjima koja su u središtu postmodernih istraživanja ukidanja referencijalnosti u odnosu na realnost, odnosno razaranja mimezisa.



Slika 6. a - Zbirka *Hans Haacke*, DAC 2009. Courtesy of Paula Cooper Gallery, New York [17]
b- *Michele Brody*, *Grass Skirt, IV*, 2002, Headlands Center for Arts, Sausalito, CA
c- *Michele Brody*, *Arbor Lace II*, 2002, Rockland Center for the Arts, West Nyack, NY [18]

ZAKLJUČAK

Procesi degradiranja prostora u filozofiju prostora unose potrebu novih ontoloških razmatranja. Granice prostora, sukobi na relaciji čovek – prostor, nasilje društvenih kretanja nad prostorom, pacifikovanje prirodnog okruženja u konceptualizaciji modernih urbaniteta, za protivtežu imaju umetničke akcije, promišljanje o materijalima i mogućnostima izražavanja minimumom intervencija na okruženju, sve do uvođenja živih biljnih vrsta u skulpturalni prostor urbaniteta. Tamo gde nauka i društvena akcija nisu pokazale potencijal mobilisanja snage pojedinca, umetnost traži i nalazi mogućnost da upozori, pozove na odgovornost i razreši dileme nametnutih identiteta. To je i jedan od značajnih modela kojima se može obratiti u promišljanju revitalizacije degradiranih prostora.

REFERENCE

- [1] Ph. Boudon, “ *O arhitektonskom prostoru, Esej o epistemologiji arhitekture*”, Institut za povijest umjetnosti, Zagreb, 2006.
- [2] M. Foucault, “*Politics and the Study of Discourse*“, in: Burchell, G., Gordon, C. & Miller, P. (ed.), *The Foucault Effect. Studies in Governmentality*. London: Harvester Wheatsheaf, 1991
- [3] P. Virilio, « *L'espace critique : essai sur l'urbanisme et les nouvelles technologies* », éd. Christian Bourgois, Paris, 1984.
- [4] B. Tchumi, “*Arhitektura i disjunkcija (Architecture and Disjunction)*”, Dia Foundation u New Yorku u jesen 1987.
- [5] I. Calvino, « *Le città invisibili* », Giulio Einaudi, 1972
- [6] S. Polić-Radovanović, „*Primena lasera u obradi zaštiti i dijagnosticiranju materijala predmete kulturne baštine*“, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, 2007.
- [7] M. Foucault, “*History of Systems of Thought*“, in : D. F. Bouchard, *Language, Counter-Memory, Practice*, 1977
- [8] <http://www.robertsmithson.com/>
- [9] <http://www.gateshead.gov.uk>
- [10] C. Bailey, S. Miles, P. Stark, “Culture-led Urban Regeneration and the Revitalisation of Identities in Newcastle, Gateshead and the North East of England”, *The European Journal*

of Cultural Policy (1074-6897) until 1997, DOI:
10.1080/1028663042000212328

[11] <http://abingtonartcenter.org/on-view/archive/passages/>

[12] <http://carrosinuteis.files.wordpress.com>

[13] <http://www.landartnm.org/open-space.html>

[14] J. Derrida, "*Writing and Difference*", University of Chicago Press, Chicago, 1978, ISBN 978-0-226-14329-3.

[15] <http://www.underwatersculpture.com/index.asp>.

[16] R. Barthes, "Image-Music-Text", Fontana/Collins, Glasgow, 1977

[17] "*Hans Haacke: Recent Work*", (exh. cat. by J. Burnham, U. Chicago, Ren. Soc. Gal., 1979

[18] <http://www.michelebrody.com/>

SOCIO-EKONOMSKI ASPEKTI EKOREMEDIJACIJE

Slobodan Spasić, Zoran Jakovljević, Gordana Dražić
Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: *Za razliku od konvencionalnih metoda dekontaminacije zagađenog medijuma, ekoremedijacija se nameće kao ekološki i ekonomski najisplativija remedijaciona tehnologija. Metode zasnovane na korišćenju zeljastih i drvenastih biljaka za čišćenje kontaminiranih lokaliteta pronalaze mesto na tržištima sveta. Biljke koje se koriste za remedijaciju zemljišta maksimizuju koncentraciju polutanata u tkivima i stvaraju velike količine biomase sa niskim koncentracijama usvojenih elemenata, te su pogodne za dalje korišćenje u energetske svrhe u vidu obnovljivih izvora energije, prilikom čega se postiže izvesna ekonomska valorizacija. Strateški razvoj energetike u svetu i kod nas pokazuje da se svi vidovi biomase mogu ekonomski valorizovati. Drvna građa dobijena od seče korišćenog drveća u procesu fitoremedijacije ima ozbiljnu tržišnu vrednost iz koje proizilazi cena koja bi mogla da nadomesti troškove ulaganja u postupak ekoremedijacije sa početka projektnih aktivnosti. Međutim, prilikom odabira neke od ekoremedijacionih tehnika, potrebno je identifikovati faktor mogućeg rizika po zdravlje i bezbednost ljudi i životne sredine. Kamen spoticanja može biti socijalni aspekt (prihvatanje potreba, vrednosti i interesa lokalne zajednice), tehnološki (upotreba genetski modifikovanih biljaka), institucionalni (sposobnost ovlašćene institucije da zadatak sprovede do krajnjih rezultata) ili ekonomski (alokacija sadašnjih i budućih resursa). Očekivanje da struktura dijaloga stejkholdera bude postavljena na analitičkim, demonstracionim i savetodavnim mehanizmima nije tendenciozno, jer u suprotnom se pitanje ekoremedijacije može rešavati od strane onih koji poseduju limitirano znanje. Konflikt između socioloških, ekonomskih i ekoloških interesa mogu izazvati pitanja kao što su: upotreba genetski modifikovanih biljaka, uvođenje stranih biljnih vrsta, odgovornost zagađivača, bezbednost lanca ishrane, zdravlje ljudi, otvaranje novih radnih mesta, eksploatacija nusprodukata, tretman*

opasnog otpada, vlasništvo nad izvorima energije, itd. Socio-ekonomski aspekti ekoremedijacije leže u njenoj korisnosti i održivosti u rešavanju problema zagađenja životne sredine. U cilju njene prihvatljivosti, ona bi trebalo da bude integralno vođena kroz projektni okvir koji sadrži odgovore na sva potencijalna vrednosna pitanja.

Ključne reči: *Ekoremedijacija/ socio-ekonomski aspekti/ suprostavljani interes/ dijalog stejkholdera/bezbednost/ percepcija rizika*

SOCIO ECONOMIC ASPECTS OF ECOREMEDIATION

Slobodan Spasić, Zoran Jakovljević, Gordana Dražić
Faculty of Applied Ecology Futura, Singidunum University

Abstract: *Unlike the conventional methods of life medium decontamination, ecoremediation is imposed as an ecologically and economically most profitable remediation technology. Methods based on herbaceous and woody plants usage for cleaning contaminated sites find market place throughout the world. Plants that are used to maximize the concentration of soil pollutants in their tissues and produce large amounts of biomass with low concentrations of adopted elements are very suitable for further use in energy purposes in the form of environmentally sound renewable energy sources, by which certain economic valuation is achieved. Strategic energy development in the world and in Serbia show that all forms of biomass can be economically valorized. Forest biomass obtained from cutting the trees used in phytoremediation has serious economic value resulting from market price that could compensate investment cost made at the beginning of project activities. However, when selecting one of ecoremediation technique, it is necessary to identify possible risk factor to health and safety of people and environment. The stumbling block could be of social (acceptance of needs, values and interests of local communities), technology (genetically modified plants usage), institutional (belief in ability of authorized institutions to carry out tasks to final results) or*

economic aspect (allocation of current and up-coming natural and energy resources). If structure of stakeholders' dialogue is not set on proper analytical, consultative and demonstrative mechanisms, but on biased ones, then the question of ecoremediation functions might be answered by those with limited knowledge. The conflict between social, economic and environmental interests can arise from issues such as: use of genetically modified plants, foreign plant species introduction, polluters' responsibilities, risk and security, food chain, human health, job creation, extraction of byproducts, hazardous waste treatment, ownership over resources energy, etc. Socio-economic aspects of ecoremediation lie in its utility and sustainability in resolving problems of environmental pollution. With a view to its socio-economic feasibility, it should be integrated through a project-driven framework that contains answers to all latent value matters of our interests.

Key words: *Ecoremediation/ socio-economic aspects/ opposed interests/ stakeholders' dialogue/ security/ risk perception/ biomass*

1. UMETO UVODA ILI PRILIKE OD VAŽNOSTI

Zamislite da pročitate ovakav naslov: Drveće, biljke i mikroorganizmi, sami od sebe, na potpuno prirodan i održiv način, čiste prirodu od antropogenog zagađenja, uspešnošću od 100%, dokazano i provereno. Šta čekamo? – reći će neko.

Veći deo pozitivnih rezultata dobijen je u laboratorijskim uslovima, dok je mali broj primera dobre prakse na terenu u ovom regionu. Neizvesnost pojačava percepciju rizika. Socio-ekonomski aspekti prihvatljivosti ekoremedijacije kontaminiranih medijuma tumače se između često suprotstavljenih interesa da se zaštite zdravlje i bezbednost ljudi i životne sredine, na jednoj, i interesa privrede da se zemljište i vode, kao kapitalni resursi, obnavljaju brže i ekonomičnije, na drugoj strani. Iskustva iz sveta pokazuju da upravo ekoremedijacija pomiruje ove interese. Ekoremedijacija jeste moćno oruđe u rešavanju problema zagađenja zemljišta, vazduha i voda. Međutim, zbog neizvesnosti koja prati ekoremedijacione procese, povlači brojna pitanja. Neka od tih pitanja na koja se mora odgovoriti, radi celovitog ispunjenja njene svrsishodnosti u smanjivanju posledica kontaminiranosti ekosistema, a pogotovu

integralnog iskorišćavanja svih društveno-ekonomskih in situ i ex situ potencijala koje pruža ovakva prilično jevtina, po čoveka, revitalizacija životne sredine, su:

- Percepcija funkcionalnosti
- Percepcija rizika
- Percepcija korisnosti
- Dijalog između stejkholdera
- Determinante donošenja odluka
- Učešće žena (i ostalih grupa)
- Finansiranje (subvencionisanje)
- Institucionalni okvir (prepoznatost od države)
- Javno-privatna partnerstva
- Tehnologija
- Bezbednost
- Genetski inženjering
- Invazivne vs. autohtone biljne vrste
- Zdravlje i lanac ishrane
- Odgovornost
- Nova radna mesta
- Ekonomija (troškovi i dobiti)
- Monitoring, itd.

U daljem tekstu osvrnućemo se samo na neka od njih, i to prevashodno sa aspekta fitoremedijacije.

2. PERCEPCIJA RIZIKA, BEZBEDNOSTI, ZDRAVLJA

Relevantnost ovog aspekta proizilazi iz odsustva tačnih podataka kako određeni procesi u prirodi deluju, koliki je opseg njihovog uticaja i kakve posledice ostavljaju na duži vremenski rok. Ovde ćemo zanemariti tvrdnju da rizik znači drugačiji kontekst za drugačije ljude u drugačijim kulturama. Kada se nepoznanica o dejstvu polutanata u prirodi na čoveka ukrsti sa nepoznanicom dejstva prirodnih procesa čišćenja tih polutanata, dobija se duboko konzervativna, ali razumljiva, aspiracija običnog čoveka da gaji sumnje prema ovoj, još uvek prilično novoj, ekosistemskoj tehnologiji. Brza kreacija proizvoljnih i neutemeljenih kalkulacija, pretpostavki i prognoza, baziranih na subjektivno-objektivnoj

percepciji uzroka i posledica, stoji kao ozbiljna prepreka naučnom delovanju.

Da bi se iz zone komfora čovek pomerio ka zoni izazova, a da ne pređe u zonu panike, potrebna je adekvatna količina informisanosti i znanja, mogućnost da se pokuša uraditi nešto novo, stanje dinamičke tenzije, verovanje da je to prostor u kome počinje promena.

Prilikom odabira neke od ekoremedijacionih tehnika, potrebno je identifikovati faktor mogućeg rizika po zdravlje i bezbednost ljudi i životne sredine. Mogli bismo da kažemo da bi i ukupni društveni troškovi ekoremedijacije bili relativno mali zbog niske akumulacije rizika po bezbednost ljudi uključenih u razne in-situ etape ovog postupka dekontaminacije zagađenog medijuma. S obzirom da ekoremedijacija zahteva manje situacionog rada i pre svega manje mehanizovane opreme, više ili manje opasne po rukovanje, mogućnost ataka na bezbednost radnika, saobraćaja, i naposljetku same lokacije, i nastajanje incidenata i akcidenata svodi se na prihvatljivu meru, ako ne i zanemarljivu.

Literatura govori o tome da su nauka i praksa u razvijenim zemljama sveta pokazale da određeni dugim nizom godina akumulirani polutanti u zemljištu gube svojstvo teško ili nerazgradivo kada se nađu u prirodnom procesu dekontaminacije. Ukoliko se degradaciji zemljišta ne bi posvetila odgovarajuća pažnja, posebno kad je reč o kontaminaciji teškim metalima, pesticidima, radionuklidima i drugim opasnim materijama iz različitih izvora, moglo bi da dođe do pojave tzv. „hemijske vremenske bombe“, koja se može uporediti sa metastazom raka u ljudskom organizmu.

Ekološka bezbednost je posebna kategorija koja, kao integralni deo ekološke politike lokalne samouprave, zavređuje dalja istraživanja.

3. DIJALOG STEJKHOLDERA

Dijalog između uključenih i/ili zainteresovanih strana od krucijalne je važnosti za razumevanje i prihvatanje ekoremedijacije kao najboljeg rešenja za dekontaminaciju zagađenog zemljišta, vode i/ili vazduha. Razgovori, koji bi trebalo da dovedu do donošenja odluke, mogu imati formalne i neformalne oblike, kao što su javni

skupovi, od vrata do vrata, obilazak lokacije, privatni razgovori, poslovni susreti, drugi oblici socijalne interakcije u lokalnoj zajednici, medijski izveštaji i objave, itd. S obzirom da donošenje odluke može biti dugotrajan process, trebalo bi računati na rizik da neko od stejkholdera promeni mišljenje tokom vremena, pod uticajem promenjenih okolnosti ili novih informacija. U svakom slučaju, kontinuum donošenja odluke mora biti dinamičan i sveobuhvatan socijalan koncept, vodeći dijalog ka poželjnoj binarnosti odlučivanja. U suprotnom, osetivši se nedovoljno uključenom, jedna od strana će verovati da ima legitimno pravo da se tokom čitavog dijaloga drži svoje *a priori* postavljene pozicije – opcije da ili opcije ne.

Kamen spoticanja može biti kako socijalni aspekt (prihvatanje potreba, vrednosti i interesa lokalne zajednice), tako i tehnološki (upotreba genetski modifikovanih biljaka), institucionalni (verovanje u sposobnost ovlašćene institucije da zadatak sprovede do krajnjih rezultata) ili pak ekonomski (sadašnji i budući resursi i njihova alokacija). Očekivanje da struktura dijaloga bude postavljena na analitičkim, opisnim, demonstracionim i savetodavnim mehanizmima nije puko tendenciozno, jer u suprotnom se pitanje prihvatljivosti fitoremedijacije može rešavati od strane onih koji o tome poseduju limitirano ili nikakvo znanje.

Posebna interesna sfera za dalje istraživanje jeste da li državne institucije prepoznaju širinu primene i značaj ekoremedijacije i koliko su suštinski spremne da subvencionisano pomažu njenu implementaciju.

4. TEHNOLOGIZACIJA PROCESA

Kada govorimo o ekoremedijacionoj tehnologiji, prihvatljivost zavisi od njenih tehničkih parametara, potencijalno štetnog ili opasnog uticaja po zdravlje i bezbednost ljudi i životne sredine, izvesnosti rada same tehnologije, prethodnih iskustava, površine zahvatanja lokacije gde se sprovodi, itd. Na primer, upotreba fitoremedijacije povezivala se u literaturi sa malim do srednjim nivoom zagađenja koje se nalazi relativno blizu površine. Nizak do srednji nivo zagađenja povlačio je rizik istog spektra i, kao protivtežu, veći procenat prihvatljivosti. Fitoremedijacija spada u

relativno spore tehnike dekontaminacije zagađenog zemljišta s obzirom na vreme potrebno biljkama da dostignu neophodnu zrelost da bi efikasno čistile zagađeno tlo. Neki bi sporost uzeli kao manu ove tehnike.

Za razliku od konvencionalnih metoda dekontaminacije zemljišta, koje od lokacije naprave nepropusnu barijeru, ekoremedijacija dozvoljava fleksibilan pristup u zavisnosti od rezultata pratećih parametara. Na primer, ako podaci o performansama pokažu da autohtone vrste obavljaju sprečavanje filtracije podjednako uspešno kao i hibridne, onda prirodan prelaz na autohtone vrste se može ubrzati kako bi se poboljšao ekološki impakt cele oblasti. Po istoj logici, u slučaju da podaci pokažu da deo pokrivača ne odgovara na očekivani način, dodatne mere za poboljšanje performansi, kao što su dodatni "sunder" ili gušće sadnje, su na raspolaganju bez većih priprema ili prepreka.

4.1. Genetski inženjering vs. prirodni lanac ishrane

Ono što nepobitno pogoduje društvenim kontroverzama jeste gajenje i upotreba genetski modifikovanih biljaka. Dok zagovornici genetskog inženjeringa ređaju njegove dobre strane, dotle protivnici uporno podsećaju na neispitanost u celini njegovog uticaja na biodiverzitet, lanac ishrane, zdravlje ljudi, bezbednost životne sredine, itd. Introdukciju genetski modifikovanih biljaka oni vide kao guranje nečeg veštačkog i potencijalno opasnog, takoreći invazivnog, u autohtoni prirodni ekosistem, odnosno narušavanje prirodnih zakonitosti. Po njima, postoji relevantni rizik da genetski modifikovane biljke dekontaminirajući zagađeno zemljište nanesu štetu lokalnom ekosistemu i ugroze opstanak drugih vrsta. Sadašnja vrlo polarizovana gledišta po pitanju upotrebe genetskog inženjeringa, najpre u poljoprivredi, a potom i u remedijacionim tehnologijama, predstavljaju ozbiljnu prepreku prihvatanju.

S tim u vezi, ekološki uticaj se može generisati u tri pravca, od kojih svaki u kasnijoj fazi dovodi do promena u ekosistemu:

1. prevagnuće stranih vrsta biljaka nad autohtonom,
2. invazivnost stranih vrsta biljaka, i
3. bioakumulacija ostataka zagađenja u lanac ishrane.

Ne bi trebalo zaboraviti ni mogućnost da genetski modifikovane biljke, jednom kada se nađu u prirodi, prouzrokuju migraciju određenih životinjskih vrsta, što opet kasnije može dovesti do multicipliranja raznolikih posledica po ekosistem i zdravlje ljudi, kroz već pomenuti vrlo osetljivi lanac ishrane.

5. EKONOMIJA

Za razliku od konvencionalnih metoda dekontaminacije zagađenog medijuma, ekoremedijacija se nameće kao ekološki i ekonomski najisplativija remedijaciona tehnologija. Metode zasnovane na korišćenju zeljastih i drvenastih biljaka za čišćenje kontaminiranih lokaliteta pronalaze mesto na tržištima sveta. Biljke koje se koriste za remedijaciju zemljišta maksimizuju koncentraciju polutanata u tkivima i stvaraju velike količine biomase sa niskim koncentracijama usvojenih elemenata, te su pogodne za dalje korišćenje u energetske svrhe u vidu obnovljivih izvora energije, prilikom čega se postiže izvesna ekonomska valorizacija. Dobijena biomasa iz procesa ekoremedijacije se može iskoristiti u energetske svrhe. Strateški razvoj energetike u svetu i kod nas pokazuje da se svi vidovi biomase mogu ekonomski valorizovati. Drvna građa dobijena od seče korišćenog drveća (topole, vrbe) u procesu fitoremedijacije ima ozbiljnu tržišnu vrednost iz koje proizilaza cena koja bi opet mogla da nadomesti troškove ulaganja u postupak fitoremedijacije sa početka projektnih aktivnosti.

Interesantno je pomenuti da nije opravdano svu biomasu koristiti u energetske svrhe. Može se reći da između ratara, stočara, tehnologa, mašinaca, ekonomista i ostalih potencijalnih korisnika biomase postoje oprečna mišljenja u koje svrhe bi se mogla najkorisnije upotrebiti biomasa. Ratari smatraju da se najveći deo biomase treba zaorati i na taj način povećati plodnost zemljišta, stočari pak smatraju da biomasu treba koristiti kao prostirku i proizvodnju stočne hrane, termičari smatraju da biomasu prevashodno treba koristiti za proizvodnju toplotne energije, itd. Sa druge strane, poznato je da biomase ima u ogromnim količinama, da se obnavlja svake godine i da se neracionalno koristi. Žetveni ostatak se najčešće spaljuje direktno na njivi, što je zakonom zabranjeno.

Zatim, dekontaminacijom prirodnih medijuma stvara se podloga za održivi razvoj eko-turizma i delatnosti (domaća radinost, snabdevanje hranom i vodom) koje prate ovu privrednu granu sa brojnim pozitivnim efektima po socio-ekonomski boljitak lokalnih zajednica.

Jedan od izazova je i rešavanje pitanja konačnih otpadaka nakon postupka ekoremedijacije (pepeo), kao i neizbežna kontrola kvaliteta rezultata ovih tehnoloških procesa.

Takođe, kako je fitoremedijacija relativno dugotrajan process, neophodno je površine pod remedijacijom održati u punoj produktivnosti (poljoprivrednoj ili nekj drugoj), kako bi ceo postupak bio ne samo vidljiv, već i društveno prihvatljiv. U suprotnom, postavilo bi se pitanje zašto bi lokalna zajednica pristala na stavljanje određene prirodne celine u “rezervat”, bez mogućnosti njene privredne eksploatacije.

6. UMEŠTO ZAKLJUČKA ILI WIN-WIN SITUACIJE

Prednosti ekoremedijacije u odnosu na tradicionalni metod remedijacije medijuma su brojne: niži troškovi, očuvanje površine zemljišta, smanjenje sekundarnog otpada, ekološka održivost, dobijanje biomase – novog obnovljivog energetskog izvora. Pored toga, ekoremedijacioni procesi su pogodni i za zaštitu od poplava, sanaciju divljih deponija, prirodno održavanje melioracijskih područja, povećanje prirode za samoprečišćavanje, prečišćavanje otpadnih voda, itd. Uspešna rehabilitacija i uređenje degradiranog prostora zavisi od realnih potreba okolnog stanovništva. Neophodna je stalna komunikacija i saradnja planera, tehnokrata, naučnika i lokalnog stanovništva kako bi se obezbedio visok stepen prirodosti i bogatstvo biodiverziteta za dobrobit celokupnog stanovništva. Komunikacijom stejkoholdera u procesu donošenja odluka i odabirom ekoremedijacionih tehnologija ostvaruje se izvesna direktna ekonomska dobit, kroz dobijanje energije i sirovine u završnim fazama procesa. Socio-ekonomske prednosti ekoremedijacije proizilaze iz njene korisnosti i održivosti u rešavanju problema zagađenja prirodnih medijuma u kojima čovek živi i radi. U cilju njene prihvatljivosti, ona bi trebalo da bude integralno

vođena kroz projektni okvir koji sadrži odgovore na sva potencijalna vrednosna pitanja.

Održivo korišćenje prirodnih resursa podrazumeva njihovu nezagađenost. Ekoremedijacija pruža priliku za osiguranjem progresivne integracije lokalnih razvojnih i ekoloških pitanja. Kod ovih procesa dekontaminacije prirodnih medijuma ne postavlja se pitanje stvarnog uticaja na socio-ekonomske aspekte života stanovništva lokalne zajednice na čijem području se oni sprovode, jer je on i vidljiv i merljiv. Indikatore toga svakako bi trebalo tražiti u zdravoj životnoj sredini, očuvanom lancu ishrane, otvaranju novih radnih mesta, nenarušenoj ravnoteži biodiverziteta, većoj zainteresovanosti lokalne samouprave, stvaranju ekonomske baze za dalju finansijski veoma isplativu i vremenski održivu eksploataciju sekundarnih resursa dobijenih iz ekološko-remedijaciono opravdanih upliva čoveka u stanje prirode, konačno stvaranju uslova za socijalnu inkluziju žena, siromašnih i svih marginalizovanih društvenih grupa.

Analiza interesa stejkholdera na polju iskorišćavanja produkata ekoremedijacije zasigurno bi dovela do win-win situacije kakvu pruža malo koja simbioza antropogenih i prirodnih aktivnosti danas.

To će i biti predmetnost daljih istraživanja u ovoj oblasti.

Zahvalnica:

Ovaj rad je urađen u okviru projekta MNTR Republike Srbije ev. br. TR 20208; autori zahvaljuju Ministarstvu na podršci.

REFERENCE

- [1] Rockwood D L, Ma L Q, Alker G R, Tu C, Cardellino R W, (2001): *Phytoremediation of Contaminated Sites Using Wood Biomass*. Florida Center for Solid and Hazardous Waste Management, The Soil and water Sciences Department, University of Florida
- [2] US EPA, Office of Solid Waste and Emergency Response (2001): *A Citizen's Guide to Bioremediation*. EPA 542-F-01-002 www.epa.gov/superfund/sites
- [3] Erakhrumen, Agbontalor A, (2007): Phytoremediation: an environmentally sound technology for pollution prevention, control and remediation in developing countries. *Educational Research and Review*, 2 (7): 151-156
- [4] Wolfe A.K, Bjornstad D.J. (2002): *Why Would Anyone Object? An Exploration of Social Aspects of Phytoremediation Acceptability*, CRC Press LLC, US
- [5] Jovanović B, Spasić S. (2010): Menadžment bioekoloških energana u uslovima podsticanja proizvodnje energije iz obnovljivih izvora u Srbiji, *XII Međunarodni simpozijum "Symorg 2010"*, Beograd.
- [6] Spasić S, Jakovljević Z, Dražić G. (2010): Socio-ekonomski aspekti prihvatljivosti fitoremedijacije kontaminiranih zemljišta, *III Međunarodna konferencija "Remedijacija 2010"*, Beograd.

METODE PREČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA NA HIPOTETIČKOM PRIMERU NEKOG GRADA

Sladana Delić, Predrag Ristić

Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet
Singidunum

Izvod: *U ovom radu će biti prikazan način i metode prečišćavanja otpadnih voda na hipotetičkom primeru opštine nekog grada. Radi lakše izrade rada takav jedan fiktivan grad ćemo zvati jednostavno Grad. Nedaleko od Grada, nalazi se Jezero (takođe hipotetičko). Potrebno je navesti da je lokacija na kojoj se Grad i Jezero nalaze ravnica. Iznesceni podaci nisu egzaktnog karaktera i ne mogu se koristiti kao validni.*

U cilju dobijanja polazne osnove za utvrđivanje merodavnih parametara za projektovanje budućeg Postrojenja, obrađeni su raspoloživi podaci poslednjih godina. Prilikom dimenzionisanja Postrojenja, pored količine otpadnih voda veliku ulogu imaju koncentracije zagađujućih materija, kao i temperatura otpadne vode. Vodoprijemnik prečišćenih voda je Jezero. Potreban kvalitet prečišćene vode sa Postrojenja određen je u skladu sa važećim propisima EU, tj. prema Direktivi o prečišćavanju urbanih otpadnih voda broj 91/271/EEC. Za prečišćavanje otpadne vode usvojen je postupak sa mehaničkim i biološkim tretmanom. Primenom tehnologije (metoda) prečišćavanja koja je predmet ovog rada, na izlazu iz Postrojenja dobiće se prečišćena voda (efluent) kvaliteta definisanog u ovom radu, koja po ključnim parametrima odgovara odredbama EU Direktive o prečišćavanju komunalnih otpadnih voda, broj 91/271/EEC.

Ključne reči: *životna sredina /zagađenje/vodni resursi/degradacija hidrosfere/metode prečišćavanja*

METHODS OF PURIFICATION OF WASTE WATER IN THE HYPOTHETICAL EXAMPLE OF A CITY

Sladana Delić, Predrag Ristić

Faculty of Applied Ecology Futura, Singidunum University

Abstract: *This paper will show how the methods of purification of waste water function, giving on the hypothetical example of a city municipality. In order to facilitate development of this paper, we will simply call this fictitious city The City. Not far away from The City, lies The Lake (also hypothetical). It is necessary to specify that the location at which The City and The Lake is a plain. Data presented are not exact nature and can not be used as valid.*

In order to obtain a starting basis for the authoritative determination of the parameters for the design of future plant, the available data has been analyzed in recent years. When dimensioning plant, in addition to large quantities of wastewater, a significant role plays a concentration of pollutants and waste water temperature. Water recipient of the refined water is the Lake. Required quality of treated water from the plant is determined in accordance with the applicable EU regulations, ie. the Directive on urban waste water treatment number 91/271/EEC. Mechanical and biological treatment has been adopted for the purification of waste water treatment. Applying technology (method) treatment which is the subject of this work, the output of the plant will get purified water (effluent) quality as defined in this paper with which the key parameters correspond to the provisions of EU Directive on municipal wastewater treatment, number 91/271/EEC.

Key words: *environment/pollution/water resources/degradation of hydrosphere/purification methods*

UVOD

Opština Grada od kraja 1975. godine raspolaže Postrojenjem (uređajem) za prečišćavanje otpadnih voda (UPOV). Projektovani kapacitet Postrojenja 1970. godine bio je 15.400 m³/d u periodu bez kiša (suvom periodu), odnosno 30.800 m³/d u vreme padavina (vlažnom periodu). Nakon rekonstrukcije prvobitnog Postrojenja 1990. godine, kapacitet Postrojenja je povećan na 26.000 m³/d u suvom periodu, odnosno 32.000 m³/d u periodu padavina. Godine 2003. izvršena je sanacija građevinske konstrukcije bazena i uveden je sistem dubinske aeracije. Sistem kanalisanja otpadnih voda Grada je opšti, a u septembru 2004. godine na javni sistem kanalizacije bilo je priključeno više od 60.000 stanovnika, dok je broj industrijskih pogona priključenih na javni sistem kanalizacije, poslednjih godina smanjen. Postrojenje se sastoji od mehaničke, biološke i naknadne faze prečišćavanja i ne obuhvata stabilizaciju viška mulja. Biološka faza je koncipirana kao visoko opterećeni postupak aktivnog mulja sa naknadnim prečišćavanjem u lagunama, a redukcija organskih i suspendovanih materija je između 88% i 92%, dok je redukcija azota i fosfora minimalna, (oko 15%). Vodoprijemnik (recipijent) prečišćenih voda je Jezero. Zbog prisustva obilja nutritivnih elemenata sopstvena organska produkcija jezera je visoka, sa tendencijom njegove eutrofikacije. Obzirom da Jezero poseti, u proseku godišnje, oko 30.000 turista, zagađenje i eutrofikacija Jezera predstavljaju ozbiljan problem. U cilju poboljšanja ekološkog statusa direktnog vodoprijemnika - Jezera, a indirektno i drugih nizvodnih resursa površinskih voda, pristupa se realizaciji rekonstrukcije Postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda Grada.

1. KARAKTERISTIKE OTPADNIH VODA

U cilju dobijanja polazne osnove za utvrđivanje merodavnih parametara za projektovanje budućeg Postrojenja, obrađeni su raspoloživi podaci poslednjih godina. Obrađeni su samo rezultati parametara, značajnih sa aspekta projektovanja Postrojenja: protok, HPK, BPK₅, suspendovane materije, ukupan azot, ukupan fosfor i temperatura vode u aeracionom bazenu. Pošto u Gradu postoji opšti sistem kanalizacije, u karakteru otpadnih voda javljaju se dva

karakteristična perioda: periodu bez kiša (bez atmosferskih padavina) i kišnom periodu (sa atmosferskim padavinama). U periodu suvog vremena, zbirne otpadne vode grada potiču iz sledećih izvora: domaćinstava, ustanova, zanatskih radnji, industrije i strane vode (infiltracione, drenažne i sl.). U kišnom periodu navedene vode, mešaju se sa kišnicom, odnosno sa atmosferskim vodama.

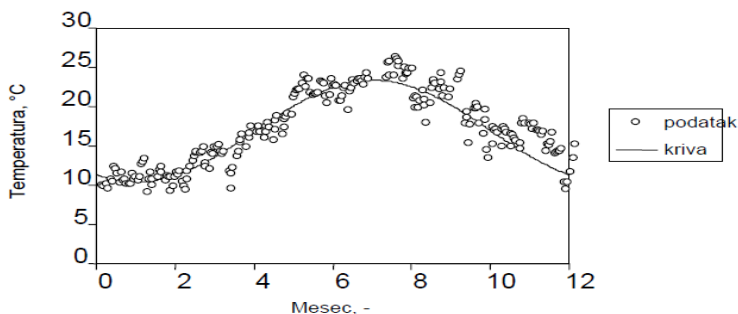
2. KVALITET OTPADNIH VODA

Prilikom dimenzionisanja Postrojenja, pored količine otpadnih voda veliku ulogu imaju koncentracije zagađujućih materija, kao i temperatura otpadne vode. Takođe, za potrebe projektovanja neophodno je uzeti u obzir i podatke o temperaturnim promenama vazduha koje predstavljaju osnovu klimatskih karakteristika za područje Vojvodine, u kojem se nalazi Opština Grada. Podaci o temperaturnim promenama dobijeni su osmatranjem na meteorološkoj stanici. Pregled srednjih vrednosti mesečnih i godišnjih temperatura, u °C, dat je u *Tabeli 1.*

Tabela 1. Srednje mesečne temperature vazduha

	Meseci												Prosek
	JAN	FEB	MART	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEPT	OKT	NOV	DEC	
T, (°C)	1.4	0.7	5.2	11.1	15.7	19.6	21.0	20.4	16.4	10.8	5.7	1.1	10.5

Na osnovu prezentiranih podataka može se zaključiti da se srednje godišnje temperature kreću oko 10 °C. Posebno je analizirana i temperatura vode u aeracionom bazenu, pošto ona bitno utiče na brzinu odvijanja procesa nitrifikacije i ispod određene vrednosti javlja se kao limitirajući faktor tog procesa (ispod 10 °C se veoma usporava, a na oko 8 °C praktično staje). Pri redovnoj kontroli rada postojećeg Postrojenja, temperatura vode u aeracionom bazenu se ne meri. Zato za potrebe projektovanja sprovedeno je njeno posebno merenje u periodu od 2. juna do 31. januara 2003. godine i od 1. januara do 1. juna 2004.. Grafička obrada izmerenih podataka prikazana je na Slici 1.



Slika 1. Temperaturna kriva vode u aeracionom bazenu

Iz prikaza se vidi, da se kao merodavna temperatura za projektovanje može usvojiti 11 °C, mada se temperature otpadne vode mogu povremeno spustiti i do 5 °C. Zbog izuzetno velikog značaja za dimenzionisanje Postrojenja, naročito njegovog biološkog dela, analizi koncentracije organskog zagađenja, izraženoj parametrom BPK₅, posvećena je posebna pažnja. Analizom je utvrđena, da srednja godišnja koncentracija BPK₅ iznosi 272 mg/l. Imajući u vidu, da prema nekim analizama, specifična potrošnja vode u Gradu je relativno visoka i kreće se oko 190 l po stanovniku na dan i da od ukupne količine otpadne vode oko 90% čine otpadne vode iz domaćinstava, utvrđena koncentracija organskog zagađenja je previsoka. Pretpostavlja se da je to posledica ispuštanja otpadnih voda industrije sa visokim organskim zagađenjem. Smatra se da u ukupnom organskom opterećenju budućeg Postrojenja industrija čini oko polovinu, što predstavlja izvesno smanjenje udela u odnosu na stanje od pre nekoliko godina. U strukturi industrije Grada dominiraju prehrambena, metalska i tekstilno-kožarska industrija.

Kao značajna promena u kvalitetu voda, ističe se smanjenje soli, naročito sulfata, fosfata i nitrata. Većina navedenih industrija, snabdeva se tehnološkim vodama iz sopstvenih bunara. U određenim industrijama ugrađeni su vodomeri i prati se potrošnja vode. Sva navedena industrija priključena je na javnu kanalizaciju. Merač protoka ispuštene vode ne postoji ni u jednoj fabrici.

Smatra se da u ukupnom organskom opterećenju budućeg Postrojenja industrija čini oko polovinu, što predstavlja izvesno smanjenje udela u odnosu na stanje od pre nekoliko godina. U

strukturi industrije Grada dominiraju prehrambena, metalska i tekstilno-kožarska industrija. Kao značajna promena u kvalitetu voda, ističe se smanjenje soli, naročito sulfata, fosfata i nitrata. Većina navedenih industrija, snabdeva se tehnološkim vodama iz sopstvenih bunara. U određenim industrijama ugrađeni su vodomeri i prati se potrošnja vode. Sva navedena industrija priključena je na javnu kanalizaciju. Merač protoka ispuštene vode ne postoji ni u jednoj fabrici.

Tabela 2. *Parametri kvaliteta otpadne vode na ulazu u Postrojenje*

Parametar	Jedinice	Vrednost
HPK	mg/l	500
BPK ₅	mg/l	250
Ukupan azot, (N _{tot.})	mg/l	45
Ukupan fosfor, (P _{tot.})	mg/l	7
Suspendovan materije, (SS)	mg/l	290
Sulfati, (SO ₄)	mg/l	< 150

3. KOLIČINA OTPADNE VODE

Na osnovu analize raspoloživih podataka dobijenih od JKP "Vodovod i Kanalizacija" prilikom projektovanja usvojeni su sledeći parametri količine otpadne vode: dnevni protok u suvom periodu $Q_{sr,d} = 36.000 \text{ m}^3/\text{d}$, maksimalni časovni protok u suvom periodu $Q_{DW} = 2.300 \text{ m}^3/\text{h}$. Shodno savremenim smernicama za projektovanje Postrojenja za prečišćavanje, u slučaju opšteg sistema kanalizacije, merodavni proticaji za kišni period usvojeni su na sledeći način: mehanička faza prečišćavanja $Q_{max,h} = 3 \times Q_{DW} = 6.900 \text{ m}^3/\text{h}$, biološka faza prečišćavanja $Q_{max,h} = 2 \times Q_{DW} = 4.600 \text{ m}^3/\text{h}$. Procedne vode od tretmana mulja (ocednina sa filter prese) uzrokuju dodatna opterećenja u smislu povećanja količine i koncentracije zagađujućih materija i bitno utiču na rad Postrojenja i moraju se uzeti u obzir prilikom njegovog projektovanj

4. KVALITET PREČIŠĆENE VODE

Vodoprijemnik prečišćenih voda je Jezero. Potreban kvalitet prečišćene vode sa Postrojenja određen je u skladu sa važećim propisima EU, tj. prema Direktivi o prečišćavanju urbanih otpadnih voda broj 91/271/EEC. Parametri kvaliteta prečišćene otpadne vode dati su u Tabeli 3.

Tabela 3. *Parametri kvaliteta prečišćene vode po standardu EU, Direktiva 91/271/EEC*

Pokazatelj	Jedinica	Vrednost
BPK ₅ (20 °C)*	mg/l	20
HPK*	mg/l	125
Ukupan N**	mg/l	10
Ukupan P***	mg/l	1
Suspendovan materije*	mg/l	30

Maksimalna dozvoljena koncentracija štetnih i opasnih supstanca, koja uglavnom potiču iz industrije, obezbeđuje se prethodnim prečišćavanjem industrijskih otpadnih voda pre ispuštanja u javnu kanalizaciju. Potrebna vrsta i stepen prethodnog prečišćavanja reguliše se propisivanjem uslova za ispuštanje otpadnih voda u javnu kanalizaciju.

5. TEHNIČKI OPIS UPOV GRADA

Za prečišćavanje otpadne vode usvojen je postupak sa mehaničkim i biološkim tretmanom (uklanjanje BPK₅, HPK, kao i uklanjanje azota i fosfora). Mehanička faza prečišćavanje obuhvata: filtraciju kroz grubu i finu rešetku, uklanjanje peska i masnoća, kao i primarno (prethodno) taloženje. Biološko prečišćavanje vrši se primenom sistema sa aktivnim muljem, sa nitrifikacijom i denitrifikacijom. Kiseonik potreban za odvijanje aerobne biološke razgradnje ugljeničnog organskog zagađenja i nitrifikaciju, obezbeđuje se dubinskom aeracijom, korišćenjem komprimovanog vazduha. Za uklanjanje fosfora usvojen je takozvani hibridni postupak, tj kombinacija biološkog uklanjanja fosfora i hemijskog

postupka precipitacije uz doziranje trovalentne soli gvožđa u biološki bazen. Primarni i sekundarni mulj odvođe se odvojeno. Pre dalje obrade, u prvom koraku, primarni mulj se podvrgava gravitacionom zgušnjivanju (koncentrovanju), a sekundarni mulj se ugušćuje mehaničkim putem. Njihova dalja obrada odvija se zajedno. Prvo se vrši anaerobna stabilizacija (u digestorima), a zatim mašinska dehidracija (obezvodnjavanje na trakastoj filter presi). Dehidratirani mulj, lageruje se privremeno u kontejnerima, odakle se odvozi na deponiju čvrstih otpadaka grada. Nastali biogas od anaerobne razgradnje mulja, pretežno se koristi za proizvodnju električne energije na licu mesta, ali i za proizvodnju toplotne energije za potrebe Postrojenja.

U cilju postizanja što efikasnijeg rada tehnološkog procesa prečišćavanja uvedene su izvesne izmene, odnosno poboljšanja/optimizacije. Poboljšanja se pre svega odnose na promenu hidrauličkog profila Postrojenja, uvođenje kombinovanog (hibridnog) postupka uklanjanja fosfora, nisko pokrivanje peskolova.

6. TEHNIČKI ELEMENTI POSTROJENJA

Linija vode budućeg Postrojenja, sastoji se od sledećih elemenata: grube rešetke, ulazna pumpna stanica, fine rešetke, peskolov, primarno (prethodno) taloženje i separacija masti, pumpna stanica primarnog mulja, aeracioni bazeni (novi i postojeći), doziranje ferihlorida, sekundarno (naknadno) taloženje, pumpna stanica za recirkulaciju aktivnog mulja, pumpna stanica viška aktivnog mulja i lava filteri.

ZAKLJUČAK

Primenom tehnologije (metoda) prečišćavanja koja je predmet ovog rada, na izlazu iz Postrojenja dobiće se prečišćena voda (efluent) kvaliteta definisanog u sledećoj tabeli, koja po ključnim parametrima (BPK₅, HPK, SS, Ptotal, Ntotal) odgovara odredbama EU Direktive o prečišćavanju komunalnih otpadnih voda, broj 91/271/EEC.

Tabela 4. *Garantovani parametri prečišćene vode*

Red. broj	Parametar	Jedinica	Vrednost		MDK
			Garantovana	Tipična	
1.	Suspendovane materije	mg/l	<30*	20-25	30
2.	pH	-	7,0-8,0	7,0-8,0	6,5-10
3.	Rastvoreni kiseonik, (DO)	mg/l	2,0	1,5-2,0	-
4.	HPK	mg/l	<125*	80-100	125
5.	BPK ₅ (20 °C)	mg/l	<20*	15-20	20
6.	Ukupan azot, (N _{total})	mg/l	<10**	7-10	10
7.	Ukupan fosfor, (P _{total})	mg/l	<1**	0,7-1,0	1

* Vrednosti moraju biti jednake ili manje u 95% slučajeva. Max. vrednosti su HPK=250 mg/l, BPK₅=40 mg/l, SS=75 mg/l.

** Srednja godišnja vrednost u kalendarskoj godini.

Da bi se izašlo u susret potrebama održivosti, ekološke tehnologije moraju voditi ka bilansu između zahtevanog i snabdevenog stanja, s jedne strane, i smanjenja negativnog uticaja na životnu sredinu (npr. kontrola zagađenja), sa druge strane. Planovi za održivu proizvodnju i potrošnju bi trebalo da se zasnivaju na proceni zaštite životne sredine i ekonomskom riziku, kao i da sadrže planove za promociju novih tehnologija. Sveža voda postaje sve više oskudan resurs, pri čemu zahteva i kontrolu njenog korišćenja i smanjenje negativnih uticaja koji su proizvod ljudskih aktivnosti. Posebno danas, kada životni standard i ljudske težnje nastavljaju uzlaznom putanjom, strateški značaj sveže vode kao resursa se povećava. Neophodnost identifikovanja tehnologija za najefikasniju i najštedljiviju opciju proizvodnje kao i potrošnje vode, ostaje kao jedno od ključnih pitanja kada govorimo o upravljanju i održivom korišćenju vodnih resursa. Tehnologije integrisanih sistema su potrebne zarad rešavanja problema vezanih za vodu, kao i bavljenje pitanjima degradacije vodenih sistema. Njihova identifikacija zahteva detaljnu analizu ljudskih aktivnosti u odnosu na ekološke karakteristike (hidrologija, zemljište, hidrogeologija, biljni pokrivač, biodiverzitet). Oblasti visokog potencijala korišćenjem metoda kao što su satelit, infra-crveni zraci i matematičko modeliranje, pružaju osnovu za identifikaciju tehnologija, uključujući i nove remedijacione metode. Gore prikazani parametri predstavljaju kvalitet prečišćene vode za ulazni kvalitet otpadne vode kako je to prethodno prikazano i pod uslovom vođenja procesa prečišćavanja na način koji je prethodno opisan tokom pisanja seminarskog rada.

Procesna linija je projektovana tako da ima izvesne rezerve, tj. poseduje izvesni manevarski prostor da amortizuje moguće pogoršanje kvaliteta influenta u budućnosti, naravno - do određene mere. Tačno definisanje te mere zavisi od više faktora (budući udeo industrijskih otpadnih voda u influentu, rad njihovih predtretmana, eventualna pojava novih industrijskih pogona specifičnih po kvalitetu i količini, proširenje kanalizacione mreže,...) i ovde se o njima neće dalje raspravljati. Sistematsko praćenje promena kvaliteta i protoka, odnosno količina influenta koji će stizati na Postrojenje, spada u zadatak stručnog osoblja Korisnika i na osnovu rezultata ovih praćenja biće moguće upravljati radom samog Postrojenja, kako bi se postizao propisani kvalitet efluenta, pod optimalnim uslovima rada procesa prečišćavanja. U cilju praćenja kvaliteta otpadne vode na ulazu u Postrojenje (influenta) i prečišćene (efluenta), kao i ključne parametre vode posle svake od faza prečišćavanja, kako bi se pratila efikasnost svake od njih, neophodno je sistematski raditi laboratorijske analize. Neophodni laboratorijski pregledi vode obuhvataju fizičke, fizičko-hemijske i hemijske parametre, kao i mikrobiološke parametre. Obim i učestalost laboratorijskih pregleda, kao i broj i mesta uzorkovanja nisu precizno propisni domaćim propisima, ali se u ovu svrhu mogu koristiti propisi Evropske Unije (EU) i SAD, kao pomoć u radu.

REFERENCE

- [1] Bick, H.: "*Ciliated Protozoa*", World Health Organization, Geneva, 1972
- [2] Eikelboom, D.: "*Process Controll of Activated Sludge Plants by Microscopic investigation*", IWA Publishing, London, 2000
- [3] Frank R. Spellman: "*Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations*", 2003.
- [4] Obradović, V., Petković, A., Burger, B., Petrović, O.: "*Iskustva, potrebe i značaj bioloških analiza u kontroli rada uređaja za prečišćavanje otpadnih voda*", Beograd, 2006
- [5] Petrović, O., Obradović, V.: "*Filamentozne bakterije aktivnog mulja – problem biološkog prečišćavanja otpadnih voda*", 2005
- [6] Sokolović, R., Sokolović, S.: "*Inženjerstvo u zaštiti okoline*", Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 2002.

DEGRADIRANI PROSTORI KAO OKRUŽENJE OBJEKATA KULTURNE BAŠTINE

Suzana Polić-Radovanović
Centralni institut za konzervaciju, Beograd

Izvod: *Okruženje bjekata kulturne baštine u heritološkoj praksi deo je integralnog prostora koji podleže zaštiti. U skladu sa tim stanovištem degradacija prostora ima višeslojno značenje i zahteva višeparametarske analize. U ovom radu predstavljen je multidisciplinarni pristup problemu menadžmenta projektima integrativne zaštite baštine u uslovima degradiranog okruženja spomeničkog nasleđa.*

Ključne reči: *degradirani prostor/ kulturna baština*

OBJECTS OF CULTURAL HERITAGE IN DEGRADED ENVIROMENT SPACE

Suzana Polić Radovanović,
Central Institute for Conservation, Serbia

Abstract: *Surrounding objects of cultural heritage in heritological practice is an integral part of space that is the subject of protection. In line with this point of view, the problem of degradation of space had requires multi-layered analysis of multi-parametrical meaning. This paper presents a multidisciplinary approach to the problem of managing the integration projects in terms of protecting the degraded environmental spaces of monumental heritage.*

Key words: *degraded areas/ cultural heritage*

UVOD

Zaštita kulturne baštine pripada oblasti javne i kolektivne odgovornosti od izuzetnog značaja za dobrobit društvene zajednice i njen identitet, nezavisno od toga da li je reč o kulturama malih zajednica ili o multikulturalnosti globalnog društva. Kulturni značaj u međunarodnim dokumentima definiše se kao estetska, istorijska, naučna, socijalna i duhovna vrednost za prošle, sadašnje i buduće generacije.[1]

Savremeni pogled na kulturno dobro obuhvata i njegovu okolinu, bez obzira da li je reč o urbanom ili ruralnom okruženju, kao i takozvanoj netaknutoj prirodnoj celini. Konvencija o predelu [2] koju su usvojile zemlje EU u Firenci 2000. godine, definiše predeo kao određeneo područje čiji je karakter rezultat delovanja i interakcije prirodnih i/ili ljudskih faktora, ističući da predeo ima važnu ulogu za opšti interes u oblasti kulture. Ističe se i da predeo doprinosi formiranju lokalnih kultura, te da predstavlja jedan od osnovnih elemenata evropskog prirodnog i kulturnog nasleđa koji doprinosi dobrobiti čovečanstva i jačanju evropskog identiteta. Navedeni dokument predstavlja prekretnicu u globalnom poimanju i definisanju najužih veza koje postoje između kulturnog dobra i njegovog okruženja.

Imajući u vidu ovakva gledišta, menadžmet zaštite kulturne baštine u smislu sistemskog planiranja preventivne i kurativne konzervacije obuhvata ne samo zaštitu kulturnog dobra već i intervencije u degradiranom prostoru koji okružuje kulturno dobro.

O meri zaštite predela i kulturnog dobra kao integralne vrednosti, razmišlja se još od Atinske konvencije iz 1931. godine [3] koja se bavila očuvanjem originalnog okruženja objekata kulturne baštine, pa sve do savremenog trenutka u kojem naučni rezultati u menadžmentu rizika unose nove metodologije u procese upravljanja kulturnom baštinom.[4]

1. AUTONOMNI, FIZIČKI I DEGRADIRANI PROSTOR

U savremenoj teorijskoj misli o prostornosti umetničkog dela [5], govori se o *autonomnoj prostornosti* koja se uključuje u *fizički prostor*. Donošenje prostornosti umetničkog dela u isti prostor koji je definisan našim vitalnim prisustvom u svetu, predstavlja izvor bezbrojnih problema za umetničko delo. Oni se ne odnose samo na njegovu prostornost koja je definisana jednom zauvek, već upravo na tačno *mesto spajanja* između ove prostornosti i fizičkog prostora. Apostrofirajući *mesto spajanja* kao ključnu tačku problema prostornosti, anticipira se i današnji trenutak u kojem je objekat kulturne baštine neretko u mestu spajanja, zapravo u dodiru sa degradiranim prostorom.

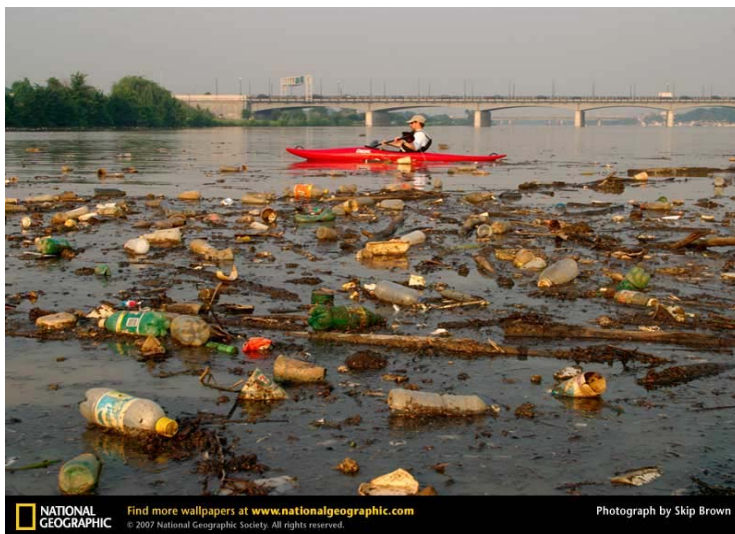
U tom smislu, pre intervencije na samom objektu kulturne baštine, menadžment zaštite bavi se obezbeđenjem neophodnih uslova u kojima prostornost dela neće biti ometana njegovim isticanjem unutar fizičkog, egzistencijalnog prostora. Neodvojivost spomenika od istorijske lokacije na kojoj je sagrađen, u odnosu na modifikacije, parcijalni ili totalni nestanak nekog spomenika koji je činio deo lokacije predstavlja jedan od osnovnih problema koji su aktuelni i danas kada su mnogi delovi spomenika još uvek izmešteni iz svoje prostornosti i uvedeni u prostore muzeja. Drugi problem odnosi se na demontiranje spomenika kulture i njegovu ponovnu izgradnju na drugom mestu, čime se spomenik poništava kao umetničko delo promenom prostornih podataka. Promena prostornosti u ovakvim slučajevima jedino se može tolerisati kada je jedini način očuvanja spomenika njegovo dislociranje.

Sa stanovišta objekta kulturne baštine, urbano okruženje u kojem se spomenik nalazi je spomeničko okruženje. U tom smislu, degradirani prostor je degradirani predeo koji degradira i sam objekat kulturne baštine (Slika 1).



Slika 1. Pogled na ulice Napulja [6]

Osim arhitektonskih spomenika, i spomenici koji pripadaju industrijskoj baštini, za svoju autonomnu prostornost traže uvažavanje autentičnog prirodnog okruženja koje im daje smisao. Degradiranje prostora utiče na percepciju koncepta i simboličkog kapaciteta objekata (Slika 2.)



Slika 2. Most na fotografiji Eduarda Munoza (Reuters)

U izmenjenom oruženju koje karaktrišemo kao ekološki degradirani prostor, postaje očigledno da ako spomenik (objekat

baštine) predstavlja element jedne celine koju definišemo kao predeo, tamo gde je ambijent toliko mnogo narušen da on više ne korespondira sa prostornim karakteristikama koje su postale deo spomenika, postavlja se pitanje kako rekonstruisati kulturni kontekst? Da li odnos prema okruženju postaje deo opisa „kulture“ jedne zajednice, njegov neodvojivi ambijent, očekivanje fizionomije njenog ruraliteta i urbaniteta? (Slika 3.)



Slika 2. Očekivani ruralni i urbani profil kao prepoznatljivost predela: Indija [6] [7]

S obzirom da je nemoguće ukinuti kontekst i nemoguće pobeći od istorije, drugo važno pitanje odnosi se na ontološki predeo u okviru problema prostornosti. Nisu dakle toliko narušeni istorija i refeencijalnost koliko značenje istorije i referencijalnosti. Da li onda u skladu sa duhom vremena menadžment zaštite baštine ispituje svet ili prirodu jezika kojim se svet predstavlja? Otuda menadžment zaštite baštine ne može biti nezavisan od mreže istorijskih, socijalnih i političkih procesa koliko bi objektivno trebalo da bude u zajednici koja definiše konvencije visoke etike.

Ni istorija ni ekološka stvarnost nisu egzistencije same po sebi, već egzistencije koje konstruišemo kao objekte našeg razumevanja, kao dva načina mišljenja pomoću kojih se u svet tumačenja kulturne baštine unosi značenje. Reč je o mišljenjima čija opozicija nema smisla jer se u očuvanju civilizacije prostor između ova dva ontološka područja jedino može smatrati *mestom dodira* autonomne i fizičke stvarnosti.

Otuda se može dovesti u pitanje reprezentativnost diskursa koji prevladava u konvencijama kojima se pokušava urediti sistem menadžmenta u zaštiti predela ili kulturnih dobara. Drugim rečima,

pitanje je da li je diskurs u stanju da transcendirira sopstveni poredak sa poretком stvari koji postoji u stvarnosti?

Jasno je da se savremeni čovek odnosi prema istoriji na sasvim drugačiji način od čoveka prethodnih vekova. Od nipodaštavanja i odbacivanja, do ideja o smrti istorije. „Svet u kojem živimo sastavljen je od mnoštva diskursa koji se međusobno uništavaju i dopunjavaju“. [8] Postmodernistička estetika nas uči da je istina institucionalne prirode jer se jezik uvek koristi u političko-diskurzivnom kontekstu, čak i kada toga nismo svesni.

Ako je kôd sistem koji može da modulira našu percepciju i ako se svaki kôd može primeniti samo pod određenim pravilima, ukoliko sistem odudara od stvarnosti dolazi do kontradikcija, diskontinuiteta, slučajnosti, ekscesa koji su u vezi sa urbanizmom, tehnologijom, dehumanizacijom, primitivizmom, apsurdom. Otuda sistem konvencija koji reguliše organizaciju jedne oblasti društvenog delovanja može imati pogrešan kôd.



Slika 3. London, Pariz, Kairo, od kodova konvencija do ekscesnog

Moderno varvarstvo oličeno u nepriznavanju istorije, u zatrpavanju sadašnjosti beskrajom potrošenih simbola moderne civilizacije, već je viđeno okom umetnika [9]: „svaki čovek neprijatelj je svoje zemlje, a svaka zemlja neprijatelj svojih građana“. U begu od sistema stvorenog na zemlji, nastao je prvi podvodni park skulptura. Simultano ekološko – heritolosko viđenje međutim pokazuje da je nemoguće pobeći od pošasti degradiranog prostora (Slika 4.)



*Slika 4. Mesto susreta autonomnog i fizičkog prostora:
svet podvodne skulpture i plutajući otpad na Pacifiku*

2. MENADŽMENT ZAŠTITE U DEGRADIRANOM OKRUŽENJU

Moderna literatura o menadžmentu zaštite kulturne baštine, u planiranju faza holističkog pristupa konzervaciji ističe kao prvorazredno pitanje *razumevanja lokaliteta* a potom slede faze procena vrednosti i značaja lokaliteta, procena stanja lokaliteta, procena ranjivosti, ograničenja i mogućnosti lokaliteta i identifikacija smernica i strategija za očuvanje baštine. [10] Metodologija menadžmenta rizika obuhvata pet osnovnih faza: određivanje konteksta, identifikaciju, analizu, evaluaciju i tretman rizika.

Dakle, potrebno je *razumeti* lokalitet u odgovarajućem kontekstu rizika. Otuda potreba za multidisciplinarnošću i novim povezivanjem ekologije i heritologije. To je i osnovni uslov da degradirani prostor ne nadvlada kulturu naše civilizacije.

Paradoksalno je da je od istorijskog i kulturnog razumevanja baštine i problema savladavanja njene pozicije u okviru konteksta mnogo teže objasniti stvaraoцу i primaocu refleksija degradiranog prostora da je postao gotovo nepremostiva prepreka u mestu susreta autonomnog i fizičkog prostora dela kulturne baštine.



Slika 5. Stvaranje problema i pronalaženje rešenja

ZAKLJUČAK

Menadžment zaštite kulturnog dobra bazira se na odnosu autonomnog prostora objekata kulturne baštine i fizičkog prostora. Kada je taj prostor degradiran, menja se značenje i kontekst razumevanja kulturnog dobra. Konvencije i kodovi kojima se savremena civilizacija pokušava da približi rešenju degradiranog okruženja kulturnih dobara, pokazuje probleme na nivou diskurzivne prakse. Multidisciplinarni pristup koji podrazumeva simultanu ekološko-heritološku opservaciju omogućava da se u okviru menadžmenta rizika konstituiše i novo razumevanje problema menadžmenta zaštite baštine.

ZAHVALNOST

Ovaj rad je finansijski podržan od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, u okviru projekta TR 19 205 A.

REFERENCE

- [1] Burra Charter 1999, <http://www.icomos.org/australia/burra.html>
- [2] "Konvencija o predelu" (prevod dokumenta iz Firence, 2000), Ministarstvo za infrastrukturu RS, Ministarstvo za zaštitu životne sredine RS, Ministarstvo kulture RS, Beograd, 2010.
- [3] Athens Charter, 1931, Athens Charter for the Restoration of Historic Monuments, http://www.icomos.org/docs/athens_charter.html
- [4] Suter II G. W. ed. 2007 *Ecological risk assessment*, 2nd ed. 2007 by Taylor & Francis Group, LLC
- [5] C. Brandi, Teoria del restauro, 1997, Giulio Einaudi Editore s.p.a., Torino, 2000.
- [6] http://www.hihseed.org/upload/images/Content/What_We_Do/Environment/environment_ubb
- [7] http://knowledge.allianz.com/nopi_downloads/images/india_garb_age_dump_waste_q.jpg
- [8] M. Joković, „Ontološki pejzaž postmodernog romana“, Prosveta, 2002.
- [9] E.L. Doctorow, *The Book of Daniel*, Random House, New York, 1971
- [10] K. Clark, „Preserving what matters Value-Led Planning for Cultural Heritage Sites Conservation“, *The GCI Newsletter*, Volume 16, Number 3, 5-11, The Getty Conservation Institute, Los Angeles 2001

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

504.5(048)

INTERNATIONAL Conference Degraded Areas &
Ecoremediation (2010 ; Belgrade)

Conference Proceedings / International
Conference Degraded Areas & Ecoremediation,
Belgrade, May 21st and 22nd 2010 ; organizers
Faculty of Applied Ecology Futura ... [et
al.] ; [chief editor Gordana Dražić]. -
Belgrade : #Faculty of Applied Ecology
#Futura, 2010 (Belgrade : Damnjanović &
sinovi). - XII, 518 str. : ilustr. ; 21 cm

Na spor. nasl. str.: Zbornik radova /
Međunarodna konferencija Degradirani prostori
& ekoremedijacija, Beograd, 21-22 maj 2010.
godine. - Radovi na srp. i engl. jeziku. -
Tiraž 100. - Bibliografija uz svaki rad. -
Abstracts.

ISBN 978-86-86859-23-5

1. Faculty for Applied Ecology Futura
(Belgrade)

а) Животна средина - Загађење - Апстракти
COBISS.SR-ID 176571916



Ecoremediation