



Sveučilište u Zagrebu
GEOTEHNIČKI FAKULTET
Poslijediplomski doktorski studij
Inženjerstvo okoliša



**ZBORNİK SAŽETAKA 1. ZNANSTVENE DOKTORSKE
KONFERENCIJE GEOTEHNIČKOGA FAKULTETA
„ISTRAŽIVANJA U INŽENJERSTVU OKOLIŠA“**

~ virtualna konferencija ~

Varaždin, 18. lipnja 2021.



Sveučilište u Zagrebu
GEOTEHNIČKI FAKULTET
Poslijediplomski doktorski studij
Inženjerstvo okoliša



Nakladnik

Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin

Urednici

doc. dr. sc. Jelena Loborec
Saša Zavrtnik, dr. med. vet.

Priprema za tisak i korektura:

Saša Zavrtnik, dr. med. vet.

Tisak

Tiskara Zelina d.d.

Naklada

100 primjeraka

ISBN (online) 978-953-8066-07-8

ISBN (tisak) 978-953-8066-08-5



Sveučilište u Zagrebu
GEOTEHNIČKI FAKULTET
Poslijediplomski doktorski studij
Inženjerstvo okoliša



ORGANIZATOR

Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

ZNANSTVENI ODBOR KONFERENCIJE

prof. dr. sc. Ranko Biondić

prof. dr. sc. Miroslav Golub

prof. dr. sc. Josip Mesec

izv. prof. dr. sc. Aleksandra Anić Vučinić

izv. prof. dr. sc. Nikola Sakač

doc. dr. sc. Mario Gazdek

doc. dr. sc. Ivana Grčić

ORGANIZACIJSKI ODBOR KONFERENCIJE

doc. dr. sc. Jelena Loborec

dr. sc. Ivana Presečki

Saša Zavrtnik, dr. med. vet.

Iva Majer, univ. bacc. oec.



PROGRAM KONFERENCIJE

ZAJEDNIČKI DIO

- 8:45 - 9:00 Prijava sudionika
- 9:00 - 9:15 Otvaranje konferencije, pozdravni govori
- 9:15 - 9:35 Plenarno predavanje 1: **izv. prof. dr. sc. Aleksandra Anić Vučinić:**
„Interdisciplinarni timovi stručnjaka kod rješavanja pitanja u okolišu“
- 9:35 - 9:55 Plenarno predavanje 2: **prof. dr. sc. Jurica Šimurina:** „Ekonomija okoliša“

SIMULTANA GRUPA 1 – moderator Jelena Loborec

- 10:00 - 10:15 **Cvitković, Balbino:** Inovativne i ekološki prihvatljive tehnike ekstrakcije bioaktivnih molekula mirte (*M. communis* L.)
- 10:15 - 10:30 **Majdak, Rezić:** Obrada biorazgradivih polimera aditivnom tehnologijom za medicinsku namjenu
- 10:30 - 10:45 **Tomaš, Grčić:** Fotokatalitička oksidacija amonijaka u struji zraka solarnom fotokatalizom
- 10:45 - 11:00 **Bosilj, Petrović:** Razvoj bioreaktorske ćelije za simulaciju postupka biosušenja
- 11:00 - 11:15 GRUPNA DISKUSIJA

SIMULTANA GRUPA 2 – moderator Ivana Presečki

- 10:00 - 10:15 **Plantak, Biondić R.:** Analiza hidrokemijskih indikatora zasljanjenja na primjeru priobalnog krškog vodonosnika na području Zadra
- 10:15 - 10:30 **Reljić, Romić:** Napredni sustav motrenja agroekosustava u riziku od zasljanjivanja i onečišćenja
- 10:30 - 10:45 **Novotni-Horčička, Kovač, Sakač:** Promjene kemijskih pokazatelja u vodoopskrbi
- 10:45 - 11:00 **Kakarigi, Biondić B.:** Održivo sprječavanje, mitigacija i adaptacija na poplave u slivu rijeke Save
- 11:00 - 11:15 GRUPNA DISKUSIJA



SIMULTANA GRUPA 3 – moderator Jelena Loborec

- 11:15 - 11:30 **Kaniški**, Hrnčić, Petrović: Posebnosti ispitivanja bioosušenoga otpada u troosnom uređaju
- 11:30 - 11:45 **Benjak**, Grčić: Nanošenje fotokatalizatora TiO₂ na reciklirane gumene podloge
- 11:45 - 12:00 **Petković**, Anić Vučinić: Kružno gospodarstvo u regeneraciji otpadnih otapala
- 12:00 - 12:15 **Šimunić**, Anić Vučinić, Kniewald: Recikliranje LCD zaslona primjenom načela kružnog gospodarstva
- 12:15 - 12:30 GRUPNA DISKUSIJA

SIMULTANA GRUPA 4 – moderator Ivana Presečki

- 11:15 - 11:30 **Dobroslavić**, Garofalić: Ekstrakcija fenolnih spojeva iz lovora (*L. nobilis* L.) primjenom naprednih tehnika ekstrakcije
- 11:30 - 11:45 **Kranjčec**, Ondrašek: Melioracijski učinci biopepela u uzgoju vinove loze na eutrično smeđem tlu
- 11:45 - 12:00 **Miklec**, Grčić: Bisfenol A (BPA): Pregled negativnih učinaka na okoliš te uklanjanje solarnom fotokatalizom uz TiO₂
- 12:00 - 12:15 **Delač**, Kisić: Ublažavanje posljedica požara na hrvatskom Mediteranu
- 12:15 - 12:30 GRUPNA DISKUSIJA

SIMULTANA GRUPA 5 – moderator Jelena Loborec

- 12:30 - 12:45 **Hrnčić**, Kaniški, Petrović: Određivanje posmične krutosti pri malim deformacijama pomoću bender elemenata
- 12:45 - 13:00 **Jeftić**, Gazdek: Usporedba rezultata modula stišljivosti koherentnog tla dobivenog terenskim CPTU i laboratorijskim ispitivanjem u edometru
- 13:00 - 13:15 **Herceg**, Klanfar: Učinak i optimalne radne veličine bagera prema značajkama stijenskog materijala na površinskom kopu
- 13:15 - 13:30 **Dodigović**, Ivandić: Optimizacija plitkih temelja primjenom genetičkog algoritma
- 13:30 - 13:45 GRUPNA DISKUSIJA



SIMULTANA GRUPA 6 – moderator Ivana Presečki

- 12:30 - 12:45 **Tarnai**, Butorac: Varijacija slobodnih i ukupnih aminokiselina europske plosnate kamenice (*Ostrea edulis* L.) i mapiranje potencijalno biološki aktivnih peptida
- 12:45 - 13:00 **Rožek**, Lipovac: Kriteriji i modeli planiranja gospodarskih područja u prostornim planovima grada Zagreba
- 13:00 - 13:15 **Latković**, Lisac: Potencijal cjelovitog planiranja brownfield lokacija na primjeru Karlovca
- 13:15 - 13:30 **Radetić**, Božičević: Pregled trenutnog stanja kvalitete zraka u Republici Hrvatskoj
- 13:30 - 13:45 GRUPNA DISKUSIJA

ZAJEDNIČKI DIO

- 13:45 - 14:00 Završne riječi, zatvaranje konferencije



SADRŽAJ

O konferenciji	8
Nanošenje fotokatalizatora TiO ₂ na reciklirane gumene podloge	10
Razvoj bioreaktorske ćelije za simulaciju postupka biosušenja	12
Inovativne i ekološki prihvatljive tehnike ekstrakcije bioaktivnih molekula mirte (<i>M. communis</i> L.)	14
Ublažavanje posljedica požara na hrvatskom Mediteranu	16
Ekstrakcija fenolnih spojeva iz lovora (<i>L. nobilis</i> L.) primjenom naprednih tehnika ekstrakcije	18
Optimizacija plitkih temelja primjenom genetičkog algoritma	20
Učinak i optimalne radne veličine bagera prema značajkama stijenskog materijala na površinskom kopu	22
Određivanje posmične krutosti pri malim deformacijama pomoću bender elemenata	24
Usporedba rezultata modula stišljivosti koherentnog tla dobivenog terenskim CPTU i laboratorijskim ispitivanjem u edometru.....	26
Održivo sprječavanje, mitigacija i adaptacija na poplave u slivu rijeke Save	28
Posebnosti ispitivanja bioosušenoga otpada u troosnom uređaju	30
Melioracijski učinci biopepela u uzgoju vinove loze na eutrično smeđem tlu	32
Potencijal cjelovitog planiranja brownfield lokacija na primjeru Karlovca	33
Obrada biorazgradivih polimera aditivnom tehnologijom za medicinsku namjenu	35
Bisfenol A (BPA): pregled negativnih učinaka na okoliš te uklanjanje solarnom fotokatalizom uz TiO ₂	37
Promjene kemijskih pokazatelja u vodoopskrbi	38
Kružno gospodarstvo u regeneraciji otpadnih otapala	40



Analiza hidrokemijskih indikatora zaslanjenja na primjeru priobalnog krškog vodonosnika na području Zadra	42
Pregled trenutnog stanja kvalitete zraka u Republici Hrvatskoj	44
Napredni sustav motrenja agroekosustava u riziku od zaslanjivanja i onečišćenja	45
Kriteriji i modeli planiranja gospodarskih područja u prostornim planovima grada Zagreba	47
Recikliranje LCD zaslona primjenom načela kružnog gospodarstva	49
Varijacija slobodnih i ukupnih aminokiselina europske plosnate kamenice (<i>Ostrea edulis</i> L.) i mapiranje potencijalno biološki aktivnih peptida	50
Fotokatalitička oksidacija amonijaka u struji zraka solarnom fotokatalizom	52



O KONFERENCIJI

Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu organizirao je prvu doktorsku konferenciju pod nazivom „Istraživanja u inženjerstvu okoliša“ pozivajući sve studente doktorskih studija iz tehničkog područja, kao i onih interdisciplinarnih, njihove mentore i sve zainteresirane da pripreme i prezentiraju svoje radove povezane s tematikom inženjerstva okoliša.

Problematika iz domene inženjerstva okoliša zahtijeva interdisciplinarni znanstveno-istraživački pristup kojim se nastoji ponuditi specifična rješenja. Širok raspon tema stavlja težište na potrebe društva usmjerene prema cirkularnoj ekonomiji, održivom gospodarenju otpadom, gospodarenju prirodnim resursima i njihovoj zaštiti, monitoringu okoliša, uvođenju obnovljivih izvora energije te istraživanju klimatskih promjena.

Konferencija je održana u petak 18. lipnja 2021. godine u virtualnom okruženju zbog epidemiološke situacije. Svoje radove predstavilo je dvadeset i četiri doktoranda sa sedam različitih studija, što svakako svjedoči o interdisciplinarnosti područja, ali i o aktualnosti tematike u različitim vidovima znanosti. Plenarna predavanja na početku konferencije održali su izv. prof. dr. sc. Aleksandra Anić Vučinić i prof. dr. sc. Jurica Šimurina, oboje naglašavajući važnost pojedinih struka u formiranju interdisciplinarnih timova kod rješavanja problema u okolišu.

Doktorski studij Inženjerstvo okoliša na Geotehničkom fakultetu mladi je studij koji djeluje u sklopu Sveučilišta u Zagrebu u polju interdisciplinarnih tehničkih znanosti tek tri godine. Stoga nas posebno veseli što polako, ali sigurno zauzimamo svoje mjesto u akademskoj sredini te, što je najvažnije, budemo prepoznati kao mjesto susreta raznih struka sve s ciljem brige za okoliš, prirodu i buduće naraštaje. Iako je organizacija prve doktorske konferencije, od inicijalne ideje do izvedbe, protekla u najboljem redu, uvijek je izazov i zadovoljstvo započeti nešto novo. Srdačno zahvaljujemo svima koji su se odazvali našem pozivu i predstavljanjem rezultata svojih istraživanja poduprli ovu konferenciju. Pokazali ste nam lepezu različitih interesa koji zaokupljaju mlade znanstvenike danas te smo ponosni što je ova konferencija dio Vašega puta i već sada se radujemo budućoj suradnji.

Organizatori



ZNANJE U SLUŽBI ZAŠTITE OKOLIŠA I PRIRODE



NANOŠENJE FOTOKATALIZATORA TiO_2 NA RECIKLIRANE GUMENE

PODLOGE

Paula Benjak¹, Ivana Grčić²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
pbenjak@gmail.com

²Voditelj, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
igrčić@gfv.hr

SAŽETAK:

Inženjerstvo okoliša se svakodnevno suočava s problematikom koja zahtjeva interdisciplinarnan znanstveno-istraživački pristup kojim se nastoje pronaći i ponuditi specifična rješenja. Industrijski razvoj utječe na kvalitetu zraka, ali jednako tako potiče unaprjeđenje tehnologija i interes znanstvenika. U tom pogledu razvijena je primjena heterogene fotokatalize u pročišćavanju zraka. Sinergijskim djelovanjem Sunčeva zračenja i fotokatalizatora (poluvodiča) pokrenute redoks reakcije na površini fotokatalizatora uspješno uklanjaju hlapive organske spojeve, neugodne mirise, sumporne i dušikove okside, amonijak i ostale. Prednosti ove metode su jeftina, održiva i pogodna tehnologija za okoliš kojom se postiže potpuna ili djelomična razgradnja. Jedno od rješenja kojim se dolazi do poboljšanja kvalitete zraka je postavljanje gumenih podloga koje na površini imaju sloj titan dioksida koji se pokazao kao jedan od najboljih fotokatalizatora. Gumene podloge dobivaju se od recikliranog gumenog granulata te se mogu vidjeti na dječjim igralištima i raznim sportskim terenima. Problematika opisana u ovom radu je odabir najboljeg načina imobilizacije titan dioksida na površinu gumene podloge kako bi se postigla pasivna zaštita zraka. Sukladno tome pretraživanjem znanstvenih baza podataka Science Direct, Scopus te Google Scholar pregledana je dostupna literatura članaka vezanih na ovu tematiku. Prikazane su prednosti i nedostaci odabranih metoda koje su poslužile kao kriterij za daljnji rad.



Sveučilište u Zagrebu
GEOTEHNIČKI FAKULTET
Poslijediplomski doktorski studij
Inženjerstvo okoliša



KLJUČNE RIJEČI: *reciklirane gumene podloge, heterogena fotokataliza, titan dioksid, pročišćavanje zraka*



RAZVOJ BIOREAKTORSKE ĆELIJE ZA SIMULACIJU POSTUPKA BIOSUŠENJA

Dino Bosilj¹, Igor Petrović²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
dino.bosilj@gfv.unizg.hr

²Voditelj, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
igor.petrovic@gfv.unizg.hr

SAŽETAK:

Biosušenje je postupak aerobne razgradnje koji se koristi za mehaničko-biološku obradu organskih tvari recirkulacijom zraka kako bi se osušio i djelomično stabilizirao zaostali komunalni otpad. Za potrebe provođenja pokusa biosušnja u laboratorijskim uvjetima, u sklopu ovog istraživanja u tijeku je razvoj vertikalnog, cilindričnog bio-reaktora. Uređaj je opremljen Pt100 sondama za mjerenje temperature, Arduino sensorima za mjerenje temperature, vlage, pomaka i tlaka, uređajem za mjerenje odlagališnih plinova te sustavom za kondicioniranje i upuhivanje zraka u bio-reaktor. Sam bio-reaktor postavljen je na vagu kako bi se kontinuirano pratila promjena mase otpada tijekom procesa biosušnja. U samom bio-reaktoru korištena su četiri Arduino senzora. Dva DHT22 senzora za mjerenje vlage i temperature na ulazu i na izlazu iz bio-reaktora, jedan BMP180 senzor za mjerenje tlaka i temperature te senzor za mjerenje vertikalnog pomaka otpada podvrgnutog procesu biosušnja tj. slijeganja otpada pod atmosferskim pritiskom. Za dotok zraka koristi se kompresorski uređaj koji ima mogućnost reguliranja pritiska i dobave zraka u rasponu od 3,75 do 21 L/s. Prije samog ulaza u bio-reaktor, zrak koji izlazi iz kompresora je vlažan te ga je stoga potrebno prije ulaska u bio-reaktor dodatno kondicionirati kako bi na sebe mogao „navući“ što više vlage iz samog otpada. Za potrebe kondicioniranja zraka izrađena je dvodijelna kutija od pleksiglasa. Donji dio kutije ispunjen je silikagelom čija je uloga odvlaživanje zraka, dok se u gornjem dijelu kutije nalazi grijaće tijelo snage 60 W s ciljem povećanja temperature zraka prije ulaska u bioreaktor. Kao i bio-reaktor, kutija je opremljena s dva DHT22 Arduino senzora za mjerenje vlage i temperature na ulazu i izlazu iz kutije čime je omogućeno praćenje



učinkovitosti samog procesa kondicioniranja zraka. U ovom radu prikazat će se razvoj bioreaktora, te rezultati prvih probnih pokusa biosušnja koji su provedeni s ciljem uhodavanja rada bio-reaktorske ćelije. Na temelju dobivenih rezultata utvrđeni su daljnji koraci i postupci za poboljšanje rada bio-reaktorske ćelije kako bi se povećala njezina učinkovitost i funkcionalnost.

KLJUČNE RIJEČI: biosušnje, komunalni čvrsti otpad, arduino, kutija za kondicioniranje

ZAHVALA: Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom broj UIP-2017-05-5157.



INOVATIVNE I EKOLOŠKI PRIHVATLJIVE TEHNIKE EKSTRAKCIJE BIOAKTIVNIH MOLEKULA MIRTE (*M. COMMUNIS* L.)

Daniela Cvitković¹, Sandra Balbino²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, dcvitkovic@pbf.hr

²Mentor/voditelj, Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

SAŽETAK:

S ciljem proizvodnje ekološki prihvatljivih, prirodnih oblika bioaktivnih molekula s antioksidativnim i antimikrobnim učinkom, istraživanja u sklopu ovog rada započela su preliminarnim ispitivanjem sedam različitih mediteranskih biljaka s potencijalnim antioksidativnim i antimikrobnim djelovanjem, a najboljim izborom se pokazala samonikla biljka mirta (*Myrtus communis* L.). Mirta raste kao višegodišnji grm u zemljama Mediterana, a njeni se listovi u narodnoj medicini najčešće koriste u obliku biljnih infuzija ili eteričnog ulja s mnogobrojnim pozitivnim učincima na organizam dok se bobice koriste u pripremi likera. U najznačajnije bioaktivne molekule mirte spadaju fenolne kiseline, flavonoidi, tanini i pigmenti, monoterpenoidi iz eteričnog ulja te antocijani i masne kiseline iz bobica. U vidu održive proizvodnje i gospodarenja otpadom, za ekstrakciju polarnih bioaktivnih molekula se kao otapalo u skladu s principima zelene kemije koristila vodena otopina etanola. Ispitivanjem je utvrđeno da su niže koncentracije etanolnih otopina (30 %) pogodovale ekstrakciji fenolnih spojeva dok su višim koncentracijama etanola (96 %) efikasnije ekstrahirani pigmenti, posebno klorofili. U istraživanjima se često za iste svrhe nepotrebno koriste različita organska, toksična, čak i kancerogena otapala koja imaju negativan utjecaj na okoliš. Stoga primjena kombinacije vode i etanola značajno reducira negativan učinak otapala na okoliš, a otapalo je nakon upotrebe moguće i rekuperirati te ponovno koristiti. Nadalje, s ciljem potpune minimizacije upotrebe otapala za ekstrakciju bioaktivnih molekula iz bobica mirte, trenutno se provodi optimizacija ekološki prihvatljive ekstrakcije



superkritičnim CO₂ koji se zahvaljujući primjeni visokih tlakova koristi kao jedino ekstrakcijsko otapalo u malim količinama. Ispituje se utjecaj tlaka u rasponu od 200-400 bara, protoka od 20-40 g/min i temperature od 40-60 °C na iskorištenje ekstrakata bobica mirte. Prednost takve tehnike ekstrakcije je dobivanje čistog, ekološki i ekonomski prihvatljivog ekstrakta bez prisutnosti otapala s očuvanim termolabilnim bioaktivnim komponentama budući se koriste niske radne temperature te je kao takav produkt, spreman za neposrednu primjenu. Dosadašnjim ispitivanjima, različitim HPLC i GC metodama analize, također je određen sastav pripremljenih ekstrakata, najzastupljeniji pigmenti i fenolni spojevi, antioksidativna aktivnost te sastavnice hlapljivih spojeva (eterična ulja) lista mirte. U narednom periodu će se ispitati i druge inovativne tehnike ekstrakcije kao što je mikrovalna ekstrakcija bez upotrebe otapala te će se odrediti lipidna grupa spojeva (masne kiseline, steroli, tokoferoli i sl.) i provesti izolacija antocijana, hidrofilne skupine pigmenata karakterističnih za bobice mirte. Isto tako, proizvest će se funkcionalni proizvod dobiven kombinacijom optimalnih uvjeta u obliku kapsula/praha/otopine kao konačni cilj projekta.

KLJUČNE RIJEČI: *mirta (M. communis L.), ekstrakcija superkritičnim CO₂, zelena otapala*

*U sklopu istraživanja na projektu „Bioaktivne molekule ljekovitog bilja kao prirodni antioksidansi, mikrobiocidi i konzervansi“ (KK.01.1.1.04.0093), pod vodstvom prof. dr. sc. Verice Dragović-Uzelac, provodi se planirana doktorska disertacija.



UBLAŽAVANJE POSLJEDICA POŽARA NA HRVATSKOM MEDITERANU

Domina Delač¹, Ivica Kisić²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, ddelac@agr.hr

²Mentor, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, ikisic@agr.hr

SAŽETAK:

U Mediteranskom području Republike Hrvatske opasnost od pojave požara povećava se uslijed depopulacije ruralnih područja i napuštanjem poljoprivrednih površina. Posljednjih desetljeća bilježi se povećani broj otvorenih požara s degradirajućim utjecajem na tla i vodu. Međutim, malčiranje se pokazala kao učinkovita mjera za ublažavanje posljedica požara, te za povećanje kvalitete tla u post-požarnom periodu. U zaleđu grada Šibenika (43°45'N 15°56'E; 150 m.n.v.), požar je izbio 28. srpnja 2019., te se raširio na površini od 900 ha i zahvatio poljoprivredno zemljište dominantne kulture *Olea europea* L. (maslina) i napušteni pašnjak dominante kulture *Pinus halepensis* Miller (alepski bor). Dvadeset pet dana nakon požara, oprema za mjerenje erozije i degradacije tla postavljena je na opožarenom području. Primijenjena su da tretmana malča (lišće masline i iglice alepskog bora) u količini od 0.5 kg m⁻² na površini od 10 m² po tretmanu kako bi se ublažile i pratile posljedice požara na tlo. Kontrolni (nemalčirani) tretman postavljen je u neposrednoj blizini. Provedeno je niz fizikalno kemijskih analiza tla (repelentnost tla na vodu, stabilnost agregata i udio vodo-stabilnih agregata tla, hidraulička provodljivost tla, promjene u teksturi tla, te niz kemijskih parametara (organska tvar tla, pH, eklektična provodljivost tla, biljci pristupačan fosfor i kalij, te sadržaj ukupnog dušika, ugljika, kalcija, željeza, silicija, aluminijska, fosfora i kalija). Također, determinirana je stopa erozije i otjecanja, te kvaliteta vode određivanjem koncentracije iona (F⁻, Cl⁻, Br⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, Li⁺, Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺). Ciljevi istraživanja su: identificirati odnos između oborina i svojstva tla u odnosu na otjecanje, eroziju i gubitak hranjiva u post-požarnom periodu, pratiti promjenu u tlu na



opožarenom zemljištu usporedno s utjecajem dva tipa malča, te pratiti vremenski povratak vegetacije na opožarenu površinu.

KLJUČNE RIJEČI: požar, malč, kvaliteta tla i vode

ZAHVALA: Istraživanje podržava Hrvatska zaklade za znanost u okviru projekta „Utjecaj otvorenih požara na kvalitetu tla i vode“ (IP-2018-01-1645).



EKSTRAKCIJA FENOLNIH SPOJEVA IZ LOVORA (*L. NOBILIS L.*) PRIMJENOM NAPREDNIH TEHNIKA EKSTRAKCIJE

Erika Dobroslavici¹, Ivona Elez Garofulić²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Pierottijeva 6, 10 000
Zagreb, edobroslavic@pbf.hr

²Mentor/voditelj, Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Pierottijeva 6, 10
000 Zagreb, ielez@pbf.hr

SAŽETAK:

Ljekovito i aromatično bilje te napredne tehnike ekstrakcije predstavljaju važan segment u pronalasku alternativnih i održivih rješenja za proizvodnju sirovina prehrambene, farmaceutske i kozmetičke industrije. Različite porodice ljekovitog i aromatičnog bilja bogat su izvor bioaktivnih molekula, sekundarnih metabolita koji se potencijalno mogu upotrijebiti u različite svrhe kao konzervansi, mikrobiocidi i antioksidansi, što može biti održiva alternativa postojećim rješenjima. Među mnogobrojnim biljnim vrstama ističe se lovor (*L. nobilis L.*), mediteranska biljka čiji su listovi tradicionalno korišteni u narodnoj medicini zbog brojnih bioloških učinaka koji se u značajnoj mjeri pripisuju različitim grupama fenolnih spojeva. U fokusu brojnih istraživanja su i napredne tehnike ekstrakcije koje za cilj imaju postizanje što većih prinosa uz smanjenje upotrebe organskih otapala, skraćivanje vremena ekstrakcije, provođenje ekstrakcije pri nižim temperaturama te posljedično smanjenje negativnih utjecaja na okoliš. Stoga je fokus istraživanja mog doktorskog rada stavljen na optimiranje postupaka ekstrakcije fenolnih spojeva iz lista lovora primjenom naprednih tehnika ekstrakcije kao što su ekstrakcija potpomognuta ultrazvukom (UAE), mikrovalovima (MAE) te ubrzana ekstrakcija pri povišenom tlaku (ASE) s ciljem postizanja većih prinosa. U skladu s načelima „zelene kemije“ kao otapala za ekstrakciju koriste se voda te 30 % do 70 % vodene otopine etanola. Monitoring fenolnih spojeva u ekstraktima lista lovora provodi se tekućinskom kromatografijom ultra visoke djelotvornosti sa spektrometrijom masa (UPLC/MS-MS). Za svaku od primijenjenih tehnika definirani su optimalni uvjeti, a 70 % etanol pokazao



se najučinkovitijim otapalom u svim tehnikama ekstrakcije. Primjenom UAE najveća koncentracija fenolnih spojeva postignuta je nakon 15 minuta pri amplitudi od 100 % i iznosila je 277,44 mg GAE/g, dok je primjenom MAE pri temperaturi od 80 °C i snazi mikrovalova 800 W nakon 15 minuta ekstrakcije najveća postignuta koncentracija iznosila 262,11 mg GAE/g. Ubrzana ekstrakcija pri povišenom tlaku pokazala se najučinkovitijom metodom s najvećom koncentracijom fenolnih spojeva od 355,97 mg GAE/g, postignutom pri temperaturi 150 °C, statičkom vremenu 5 minuta i dva ciklusa ekstrakcije. Sve napredne tehnike pokazale su se učinkovitijima od konvencionalne refluks ekstrakcije gdje je koncentracija fenolnih spojeva u 70 % etanolu iznosila 168,89 mg GAE/g.

KLJUČNE RIJEČI: *ekstrakcija potpomognuta mikrovalovima-MAE, ekstrakcija potpomognuta ultrazvukom-UAE, ubrzana ekstrakcija pri povišenom tlaku-ASE, lovor (L. nobilis L.)*



OPTIMIZACIJA PLITKIH TEMELJA PRIMJENOM GENETIČKOG ALGORITMA

Filip Dodigović¹, Krešo Ivandić²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
filip.dodigovic@gfv.unizg.hr

²Voditelj, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
kivandic@gfv.unizg.hr

SAŽETAK:

U radu razmatramo mogućnost modifikacije RGD postupka (Reliability-Based Robust and Optimal Design) s ciljem njegovog pojednostavljenja i smanjenja zahtjevnosti u pogledu potrebnih računalnih resursa. Taj se postupak primjenjuje u problemima optimizacije plitkih temelja na probabilističkoj osnovi, a rezultira nedominiranim i robustnim projektnim rješenjima. Dio postupka je višeobjektivna optimizacija primjenom genetičkog algoritma NSGA-II (Non-dominates sorting genetic algorithm II), u kojem se razmatraju tri objektivne funkcije: koštanje temelja, granično stanje nosivosti i granično stanje uporabivosti. Algoritam rezultira skupom nedominiranih i robustnih projektnih rješenja, odnosno Pareto frontom. Robusnost projektnog rješenja mjeri se indeksom robusnosti (β_β), koji se izračunava PEM metodom (Point Estimate Method) s integriranim FORM-om (First Order Reliability Method). Takav je postupak zahtjevan u pogledu potrebnih računalnih resursa i korištenih matematičkih operacija, a glavni mu je nedostatak primjena PEM metode u kojoj se slučajne varijable iz fizikalnog prostora, u standardni normalni transformiraju primjenom Rosenblattove transformacije. Za to je potrebno poznavanje potpune probabilističke informacije (združena funkcija gustoće vjerojatnosti), što u praksi gotovo nikad nije poznato. Time je uporaba RGD postupka praktično ograničena na slučajeve nekoreliranih slučajnih varijabli. Predlažemo zamjenu mjere robusnosti generaliziranim indeksom pouzdanosti (β), koji je moguće izračunati modificiranom PEM metodom. U toj je metodi Rosenblattova transformacija zamijenjena Nataf transformacijom, a za njenu je primjenu dovoljno poznavanje matrice korelacija, marginalnih distribucija, te srednjih vrijednosti i standardnih devijacija slučajnih varijabli.



Evaluacija objektivnih funkcija u RGD postupku provodi za sva projektna rješenja unutar projektnog prostora. Pokazali smo da je broj evaluacija moguće značajno smanjiti njihovim provođenjem samo za projektna rješenja odabrana genetičkim operatorima u sklopu NSGA-II algoritma.

KLJUČNE RIJEČI: RGD postupak, NSGA-II algoritam, optimizacija, pouzdanost temelja



UČINAK I OPTIMALNE RADNE VELIČINE BAGERA PREMA ZNAČAJKAMA STIJENSKOG MATERIJALA NA POVRŠINSKOM KOPU

Vjekoslav Herceg¹, Mario Klanfar²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Pierottieva 6, 10000
Zagreb, vjekoslav.herceg@rgn.hr

²Mentor, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Pierottieva 6, 10000
Zagreb, mario.klanfar@rgn.hr

SAŽETAK:

Hidraulični bager s dubinskom lopatom jedan je od najčešće korištenih strojeva u rudarstvu pri površinskoj eksploataciji mineralnih sirovina. Učinak bilo kojeg stroja korištenog u rudarstvu jest vrlo važan podatak koji je neophodan u planiranju kapaciteta i troškova eksploatacije. Precizan proračun učinka jamči dobru organizaciju procesa i optimalnu raspodjelu resursa što je u današnje vrijeme vrlo veliki čimbenik rentabilnosti. Istovremeno, aktualna problematika smanjenja emisije CO₂ i povećanja energetske učinkovitosti predstavlja izazov u razvoju modernih rudarskih strojeva ali i učinkovitoj primjeni. Rad bagera s dubinskom lopatom je relativno složen proces te je za točan proračun njegovog učinka potrebno simultano mjerenje većeg broja radnih veličina. Istraživanje u sklopu ovog rada temelje se na detaljnom proučavanju trajektorije kretanja lopate bagera u različitim materijalima i silama koje se javljaju uslijed toga. Trajektorija kretanja lopate bagera bazira se na proračunu kinematike radnog elementa bagera i simultanom mjerenju produljenja hidrauličkih cilindara i zakretanju stroja tijekom rada. Sile interakcije radnog alata bagera i stijenskog materijala u kojem se izvodi kopanje proračunavaju se iz tlaka hidrauličnog ulja u cilindrima. Mjerenje tlakova i pomaka hidrauličnog sustava omogućeno je specijalnim mjernim sustavom koji je razvijen i konstruiran na RGN fakultetu. Terenska mjerenja izvode se u različitim vrstama stijenskog materijala. Očekuje se da će dobivenim rezultatima mjerenja biti klasificiran učinak bagera u različitim vrstama stijenskog materijala i dokazane korelacije između fizičko-mehaničkih značajki stijenskog materijala i dinamičkih veličina rada bagera. Rezultati će također doprinijeti unapređenju postojećih teorija i modela za proračun učinka bagera.



Sveučilište u Zagrebu
GEOTEHNIČKI FAKULTET
Poslijediplomski doktorski studij
Inženjerstvo okoliša



KLJUČNE RIJEČI: *učinak bagera, smanjenje emisije CO₂, fizičko-mehaničke značajke stijena*



ODREĐIVANJE POSMIČNE KRUTOSTI PRI MALIM DEFORMACIJAMA POMOĆU BENDER ELEMENATA

Nikola Hrnčić¹, Nikola Kaniški¹, Igor Petrović²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
nikola.hrnccic@gfv.unizg.hr

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
nikola.kaniski@gfv.unizg.hr

²Mentor/voditelj, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000
Varaždin, igor.petrovic@gfv.unizg.hr

SAŽETAK:

U radu će se prikazati mjerna oprema te postupak mjerenja posmične krutosti G_{max} pri malim deformacijama pomoću tzv. bender elemenata. Bender elementi su piezoelektrični pretvarači koji imaju mogućnost pretvorbe električne energije u mehaničku i obrnuto. Sastoje se od dvije vanjske provodljive elektrode (keramičke pločice) i provodljive metalne pločice u sredini. Takvi se elementi pod djelovanjem napona na određeni način deformiraju, odnosno u obrnutom slučaju, prilikom deformiranja pobuđuju napon. Bender elementi se koriste za mjerenje brzina širenja posmičnih (S) i uzdužnih (P) valova kroz uzorak. Brzine širenja valova ovise o elastičnim svojstvima materijala koji se ispituje. Ispitivanja pomoću bender elemenata se uobičajeno provode korištenjem tj. nadogradnjom standardnih uređaja koji se mogu naći u geotehničkom laboratoriju, npr. uređaja za triaksijalno ispitivanje, uređaja za direktan posmik i edometra. Elementi se ugrađuju u paru, na dvije suprotne strane uzorka. Pri tome jedan element djeluje kao odašiljač dok drugi ima ulogu prijarnika signala. Ispitivanja su neinvazivna te je moguće provesti višestruka ispitivanja na istom uzorku.

KLJUČNE RIJEČI: *posmična krutost, male deformacije, bender elementi*



Sveučilište u Zagrebu
GEOTEHNIČKI FAKULTET
Poslijediplomski doktorski studij
Inženjerstvo okoliša



ZAHVALA: Ovaj rad je sufinancirala Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj projektom "VIRTULAB - Integrirani laboratorij za primarne i sekundarne sirovine" broj: KK.01.1.1.02.0022.



USPOREDBA REZULTATA MODULA STIŠLJIVOSTI KOHERENTNOG TLA DOBIVENOG TERENSKIM CPTU I LABORATORIJSKIM

ISPITIVANJEM U EDMETRU

Goran Jeftić¹, Mario Gazdek²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
gjeftic@gfv.unizg.hr

²Voditelj, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
mario.gazdek@gfv.unizg.hr

SAŽETAK:

Tlo je izrazito heterogeni inženjerski materijal i velike su razlike u svojstvima i mehaničkom ponašanju tla na različitim lokacijama. Osim toga, vrijednosti geotehničkih parametara određenih u prirodnom stanju na terenu i na uzorku u laboratoriju mogu biti značajno različite. Uspoređivanjem vrijednosti modula stišljivosti tla, ispitivanjem terenskim konusnim statičkim penetrometrom s mogućnošću mjerenja pornog tlaka (CPTU) i deformabilnosti tla u edometru, moguća je bolja procjena geotehničkog stanja i sigurniji izbor projektnih parametara geotehničke konstrukcije ili zahvata. CPTU ispitivanja su provedena na trasi autoceste A5, dionica Beli Manastir - GP Branjin Vrh (R Mađarska). Za usporedbu je odabrano 6 neporemećenih uzoraka jednake klasifikacije (prahovite gline niske plastičnosti). Usporedili su se rezultati CPTU i edometarskih ispitivanja na uzorcima s iste dubine. Lokacije CPTU sonde i bušotina su bile vrlo bliske. Rezultati usporedbe su pokazali da Lunne, Robertson i Powell (1997) korelacije daju do šest puta veće vrijednosti modula stišljivosti u odnosu na edometarske. Najbolje poklapanje je pokazala De Beerova korelacija (1948), a i upute Eurocode 7 su također u okvirima laboratorijskih rezultata. U praksi se za projektiranje geotehničkih konstrukcija češće koriste rezultati edometarskih ispitivanja, jer se takav pristup u glinama nije pokazao kao konzervativni, već na strani sigurnosti. Za analizu rezultata edometarskih i CPTU vrijednosti modula stišljivosti, u rezultate ovog rada bi trebalo uvrstiti i usporedbe



na visokoplastičnim i prekonsolidiranim glinama, odnosno na svim karakterističnim vrstama koherentnog tla u RH. To bi povećalo pouzdanost projektnih parametara i u bolji odnos postavilo inženjersku i ekonomsku opravdanost geotehničke konstrukcije ili zahvata.

KLJUČNE RIJEČI: *modul stišljivosti, edometar, CPTU, koherentno tlo*



ODRŽIVO SPRJEČAVANJE, MITIGACIJA I ADAPTACIJA NA POPLAVE U SLIVU RIJEKE SAVE

Robert Kakarigi¹, Božidar Biondić²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
robert.kakarigi@ecogreeneu.org

²Voditelj, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
bozidar.biondic@gfv.unizg.hr

SAŽETAK:

Rad se zasniva na pregledu literature o poplavama u slivu rijeke Save s osvrtom na Europu. Pregledu se pristupa holistički i interdisciplinarno, u okvirima održivog razvoja. Prirodne hidrometeorološke i tektonske pojave, antropogene klimatske promjene i regulacijski zahvati mogu samostalno ili u sinergiji izazvati poplave u čitavom slivu rijeke Save. Analizom spacijalne i temporalne varijabilnosti uočen je uzlazni trend broja velikih poplava u Europi s mogućnošću značajnog utjecaja klimatskih promjena. Nije moguće jasno razlučiti u kojoj mjeri nastanku poplava doprinose klimatske promjene u slivu Save te su potrebna daljnja istraživanja. Sinergijsko djelovanje ekstremnih hidroloških (velike vode, klimatski ekstremi) i razornih geodinamičkih događaja (potresi) je iznimno rijetko, ali bi posljedice bile katastrofalne. Preporuča se daljnja analiza uzroka nastanka poplava u slivu Save, osuvremenjivanje sustava obrane od poplava, paralelno uspostavljanje učinkovitog sustava ranog uzbunjivanja, adaptacija na klimatske promjene te ublažavanje rizika i posljedica nakon poplava. Obrađen je prijedlog budućeg hidrotehničkog i hidroenergetskog rješenja uređenja Save kod Zagreba. Infrastrukturni projekt tih razmjera zahtijeva prethodnu izradu studije utjecaja na okoliš, analizu utjecaja na postojeće sustave obrane od poplava i hidrološke karakteristike srednje i donje Save te analizu rizika utjecaja na poplave. Kao važan element adaptacije na utjecaj klimatskih promjena, sprečavanja nastanka poplava te ublažavanja njihovih posljedica,



potrebno je uspostaviti kvalitetniju prekograničnu suradnju u području razmjene hidro-meteoroloških podataka u realnom vremenu sa susjednim državama. Ustanovljeno je kako ne postoji apsolutno siguran sustav obrane od poplava te se predlaže uspostavljanje suvremenog sustava ranog uzbunjivanja za čitav sliv rijeke Save. Integracijom senzora, brze mobilne mreže, AI-a, BIM-a, GPS-a i GIS-a moguće je ublažiti posljedice poplava.

KLJUČNE RIJEČI: *adaptacija i mitigacija, poplave u slivu Save, klimatske promjene*



POSEBNOSTI ISPITIVANJA BIOOSUŠENOGA OTPADA U TROOSNOM UREĐAJU

Nikola Kaniški¹, Nikola Hrnčić¹, Igor Petrović²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
nikola.kaniski@gfv.unizg.hr

²Mentor/voditelj, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000
Varaždin, igor.petrovic@gfv.unizg.hr

SAŽETAK:

U ovom radu prikazan je uređaj za troosno ispitivanje kojim se izvode ispitivanja u Laboratoriju za inženjerstvo okoliša (LIO) Geotehničkog fakulteta. U radu su definirani osnovni pojmovi o troosnim ispitivanjima, zatim se objašnjava kako i zašto se rade troosna ispitivanja te su opisane vrste troosnih pokusa (CD, CU i UU pokus). Troosni sustav sastoji se od ćelije troosnog uređaja, hidrauličke preše, pumpi za precizno upravljanje tlakom i volumenom, sustava solenoidnih ventila za uparivanje pumpi s ciljem osiguravanja „beskonačnog“ kapaciteta volumena pumpi, mjerila pomaka, mjerila sile, mjerila radijalnih deformacija i računalnog rješenja za automatizirano vođenje pokusa engleskog proizvođača (GDS Instruments). Svaki od navedenih dijelova bit će detaljnije objašnjen i prikazan. Za potrebe ovog rada, ispitivanja su se izvodila na uzorcima bioosušenog otpada iz Centra za gospodarenje otpadom Marišćina. U radu su prikazani uobičajeni koraci prilikom izvođenja troosnog ispitivanja otpada kao što su ugradnja uzorka u troosnu ćeliju, postupak zasićivanja uzorka, konsolidacija uzorka te smicanje uzorka. Posebni naglasak bit će stavljen na neke specifičnosti odnosno probleme koji se susreću pri troosnim ispitivanjima na uzorcima otpada. Primjerice, otpad odlikuje iznimno velika stišljivost (od 15-40 % relativne deformacije s obzirom na početnu visinu uzorka nakon faze konsolidacije) pa je prilikom nabave uređaja za troosno ispitivanje bilo potrebno prilagoditi dužinu klipa kojim se uzorak aksijalno opterećuje do sloma. Nadalje, kako bi se osigurala homogena deformacija uzorka, odnosno kako bi se izbjegla pojava bačvastog oblika (barreling) i pojava izvijanja uzorka



(buckling) koji nisu poželjni u triaksijalnim ispitivanjima visina uzoraka je sa standardnih 20 cm smanjena na 10 cm.

KLJUČNE RIJEČI: *uređaj za troosno ispitivanje, bioosušeni otpad, troosno ispitivanje otpada*

ZAHVALA: Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom broj UIP-2017-05-5157.



MELIORACIJSKI UČINCI BIOPEPELA U UZGOJU VINOVE LOZE NA EUTRIČNO SMEĐEM TLU

Filip Kranjčec¹, Gabrijel Ondrašek²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000
Zagreb, fkranjcec@agr.hr; gondrasek@agr.hr

²Mentor/voditelj, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000
Zagreb, fkranjcec@agr.hr; gondrasek@agr.hr

SAŽETAK:

Strategijom energetskeg razvoja Hrvatske određene su odrednice prema potrošnji obnovljivih izvora energije dobivenih između ostalih i iz šumske biomase, a koja čini 40 % od ukupne biomase koja se koristi za proizvodnju energije. U posljednjih nekoliko godina brojne energane na šumsku biomasu generiraju sve veće količine nusproizvoda – biopepela, kojega karakterizira izrazito alkalna reakcija ($\text{pH} > 12$) te povećani udio makro-/mikro-hraniva. Pretpostavka je da bi na kiselim tlima u poljoprivrednoj proizvodnji dodatak biopepela mogao imati niz pozitivnih melioracijskih učinaka na tlo, a time i na uzgajane kulture. U tu svrhu provest će se istraživanje u nasadu vinove loze na eutrično smeđem tlu tijekom dvije vegetacijske sezone u Trnavačkom vinogorju na lokaciji Lukarevac u Osječko-baranjskoj županiji. Ciljevi istraživanja su istražiti utjecaj rastućih doza biopepela (0-20 t/ha) na: i) fizikalno-kemijske značajke tla, te ii) vegetacijske parametre i mineralni sastav organa vinove loze. Istraživanje će se organizirati prema slučajnom bloknom rasporedu s različitim dozama apliciranog biopepela u četiri repeticije. Utjecaj biopepela na promatrane varijable će se ispitati analizom varijance, a razlike srednjih vrijednosti između pojedinih tretmana će se testirati Tukey-Kramerovim HSD testom. Istraživanjem će se utvrditi do kojih doza se biopepeo može uspješno koristiti u fizikalno-kemijskim melioracijama kiselih i hranivima osiromašenih tala, a što će predstavljati jedan od održivih načina njegovog zbrinjavanja.

KLJUČNE RIJEČI: šumska biomasa, biopepeo, kemijske melioracije tla



POTENCIJAL CJELOVITOG PLANIRANJA BROWNFIELD LOKACIJA NA PRIMJERU KARLOVCA

Žarko Latković¹, Rene Lisac²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
zarko.latkovic@gmail.com

²Mentor/voditelj, Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet, Fra Andrije Kačića Miošića 26,
10000 Zagreb, rlisac@arhitekt.hr

SAŽETAK:

U današnje doba gradovi su središta upravnih, financijskih, obrazovnih, znanstvenih, kulturnih organizacija i institucija. U odnosu na uobičajeno širenje grada na neizgrađene dijelove, suvremeni trend u skladu s održivosti je transformacija već izgrađenog gradskog tkiva, njegova regeneracija i donošenje novih suvremenih urbanih vrijednosti u staru strukturu. I tu se javlja današnji značaj brownfield lokacija kao potencijala za stvaranja novog urbaniteta. A dio te sve češće nove urbane paradigme je da građani sudjeluju u stvaranju prostora oko sebe. Stvarni značaj grada su osjećaj zajednice te zajedničke potrebe i želje stanovnika kojima treba odgovarati. Prema tome, glavnim ciljem se tako određuje ostvarivanje privlačnog, humanog, funkcionalnog i zdravog urbanog prostora. Sve to dovelo je do novih inicijativa i rasprava o novim metodama i oblicima uključivanja građana u urbano planiranje i razvoj potencijala brownfield lokacija kao novih gradskih žarišta života. Postavlja se pitanje na koji način osigurati prisutnost građana u prostoru prilikom njegove transformacije iz napuštenih površina u nove atraktivne, inkluzivne, multifunkcionalne ambijente, unapređujući karakter mjesta i poštujući specifičnosti lokalne sredine. Naglašava se korištenje bottom-up strategije u lokalnom planiranju koja uključuje participaciju različitih grupa sudionika od najranije faze, te njezin kontinuitet tijekom cijelog procesa planiranja i donošenja odluka. U radu su prikazani primjeri participativnih procesa gradova uključenih u program URBACT koji dobro ukazuju na mogućnosti, ograničenja i izazove integriranog održivog urbanog razvoja. Na temelju prezentiranih primjera prepoznati su modeli participativnog



sudjelovanja preko kojih se građani mogu aktivno uključiti u procese revitalizacije brownfield lokacija, na temelju kojih je identificiran je potencijal participativnog sudjelovanja predstavnika javnog, gospodarskog i civilnog sektora, te stručne/akademske zajednice u planiranju i uređivanju lokalnih zajednica na primjeru grada Karlovca.

KLJUČNE RIJEČI: *participativno planiranje, brownfield, bottom'up strategije, Karlovac*



OBRADA BIORAZGRADIVIH POLIMERA ADITIVNOM TEHNOLOGIJOM ZA MEDICINSKU NAMJENU

Mislav Majdak¹, Iva Rezić²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb, mislav.majdak@ttf.hr

²Mentor/voditelj, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb, iva.rezic@ttf.hr

SAŽETAK:

Nanočestice metalnih iona i metalnih oksida danas imaju sve veću primjenu u funkcionalizaciji površine raznih polimera sa svrhom dobivanja materijala poboljšanih antimikrobnih svojstava (medicinskih materijala). Stoga, cilj istraživanja je bio razviti: 1) metodu dobivanja biorazgradivih polimera aditivnom tehnologijom, te 2) metodu karakterizacije novih materijala kako bi se s velikom pouzdanošću mogla odrediti željena koncentracija nanočestica na površini materijala. U prvoj fazi istraživanja, razvila se metoda aditivne tehnologije (3D tiska) pomoću koje su iz polilaktata dobiveni materijali željenih dimenzija i geometrije. U drugoj fazi korištene su spektroskopske, mikroskopske i kromatografske metode analize funkcionaliziranih materijala. Tako dobiveni materijali obrađuju se sol-gel postupkom nakon čega se na površini tiskane tvorevine nalazi antimikrobni premaz. Pomoću računalnog dizajna eksperimenta optimiziran je sustav s obzirom na pokretnu i nepokretnu fazu. Optimalni sustav se sastoji od silikagela kao sloja sorbena nepokretne faze, i smjese otapala volumena 24 mL, ACN : HCl : H₂O volumnog omjera 60,00 : 19,17 : 20,83. Upotrebom ovoga sustava je moguća vizualizacija traženih metalnih iona, čije su nanočestice poznate po antimikrobnim svojstvima. 3D tiskom dobivena je struktura tvorevine koja ima potencijal u primjeni kao jednokratni potrošni materijal u zdravstvu.

KLJUČNE RIJEČI: antimikrobna zaštita, biorazgradivi polimeri, aditivna tehnologija, 3D tisak



Sveučilište u Zagrebu
GEOTEHNIČKI FAKULTET
Poslijediplomski doktorski studij
Inženjerstvo okoliša



ZAHVALA: Ovaj rad financiran je zahvaljujući projektu IP-2019-04-1381 (naziv projekta „Antibakterijska prevlaka za biorazgradive medicinske materijale ABBAMEDICA“) kojeg je financirala Hrvatska zaklada za znanost.



BISFENOL A (BPA): PREGLED NEGATIVNIH UČINAKA NA OKOLIŠ TE UKLANJANJE SOLARNOM FOTOKATALIZOM UZ TiO₂

Kristina Miklec¹, Ivana Grčić²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
kristina.miklec@gfv.unizg.hr

²Voditelj, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
ivana.grcic@gfv.unizg.hr

SAŽETAK:

Bisfenol A (BPA) spada u grupu endokrinih disruptora koji su klasificirani kao uzroci nastajanja reproduktivnih poremećaja, poremećaja u razvoju i pažnji uzrokovanih hiperaktivnošću te kao uzroci autizma. Budući da je otkrivena njegova prisutnost u rijekama, morima i tlu, BPA također negativno djeluje i na okoliš. Zbog svojih štetnih svojstava, ograničena je upotreba BPA u državama Europske unije. U ovom radu je provedeno uklanjanje BPA iz uzoraka vode pomoću solarne fotokatalize uz TiO₂ u laboratorijskom cijevnom (CPC) reaktoru u recirkulaciji. Fotokatalizator je imobiliziran na mreže od staklenih vlakana. Za pripremu modalne vodene otopine korišten je BPA koncentracije 1 mg/L kao što je detektirano u površinskim vodama u ranijim istraživanjima. Analiza uzoraka provedena je kromatografskom tehnikom pomoću LC-MS/Q-TOF uređaja. Naknadno će se istražiti koncentracije BPA u površinskim vodama sjeverozapadne Hrvatske, a cilj projekta je uklopiti sustav pročišćavanja voda solarnom fotokatalizom u okoliš kako bi se uklonile zaostale koncentracije BPA i ostalih mikroonečišćivala.

KLJUČNE RIJEČI: bisfenol A, solarna fotokataliza, TiO₂, LC-MS/Q-TOF

ZAHVALA: Ovaj rad je izrađen u okviru projekta „Otpad i Sunce u službi fotokatalitičke razgradnje mikroonečišćivala u vodama“ (OS-Mi), koji je financiran od strane Europske unije iz Europskog fonda za regionalni razvoj, KK.01.1.1.04.0006.



PROMJENE KEMIJSKIH POKAZATELJA U VODOOPSKRBI

Nikolina Novotni-Horčićka¹, Ivan Kovač², Nikola Sakač³

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
nnovotni@gmail.com

²Mentor/voditelj, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000
Varaždin, ivan.kovac@gfv.unizg.hr

³Komentor, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
nikola.sakac@gfv.unizg.hr

SAŽETAK:

Regionalni vodovod Varaždin koji se prostire na većem području Varaždinske županije za potrebe vodoopskrbe crpi isključivo podzemnu vodu Varaždinskog vodonosnika kojom županija obiluje. Početkom 60-tih godina započelo se s organiziranom vodoopskrbom koja se prije toga odvijala uglavnom preko individualnih zdenaca. Danas postoje četiri vodocrpilišta od kojih su tri aktivna, dok je prvo i ujedno najveće – vodocrpilište Varaždin, izvan upotrebe i nalazi se u pričuvi zbog visoke koncentracije nitrata u podzemnoj vodi. Varaždinski vodonosnik predstavlja velik obnovljivi izvor podzemne vode, međutim zbog lokaliteta s lošim kemijskim stanjem dokazana je njegova ranjivost prije svega zbog poljoprivredne proizvodnje što je posljedično imalo utjecaj na povećanje koncentracije nitrata u crpljenoj vodi te isključivanje postojećih zdenaca. Voda je idealno otapalo koje na svome putu prolaska kroz tlo u raznim kemijskim i biološkim procesima mijenja svoj sastav. Važna skupina procesa koja se odvija ne samo u vodi, već i zraku i tlu, su procesi oksidacije i redukcije. Ti takozvani redoks-procesi u podzemnim vodama ovise o brojnim uvjetima kao što su temperatura, pritjecanje kisika iz zraka i njegovo zasićenje u vodi, pH sredine, sastav tla, prisutnost bakterija itd. Redoks-potencijal podzemnih voda je kompleksna funkcija mnogih sastojaka koji ulaze u sastav voda te se njime mogu objasniti migracije i nakupljanja tvari u pojedinim sredinama, kemijsko stanje i sastav voda u vodonosnim slojevima, rasprostranjenost onečišćivala u vodama. Cilj ovog rada je opisati redoks-procese u



podzemnim vodama, prikazati promjenjivost parametara kakvoće vode od priljevnog područja do vodocrpilišta te objasniti zbog čega se događaju. Također je prikazana promjena kemijskog sastava vode u samom vodoopskrbnom sustavu te je ispitan utjecaj dezinfekcije na promjenu odabranih kemijskih pokazatelja.

KLJUČNE RIJEČI: *podzemna voda, vodoopskrba, kemijski pokazatelji*



KRUŽNO GOSPODARSTVO U REGENERACIJI OTPADNIH OTAPALA

Silvija Petković¹, Aleksandra Anić Vučinić²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
spetkov@gfv.hr

²Voditelj, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin
aav@gfv.hr

SAŽETAK:

Model kružnog gospodarstva u tvrtkama za regeneraciju otapala implementiran je u smislu da se regenerirana otapala (regenerati) stavljaju na tržište u obliku različitih proizvoda, čime se produžuje vijek trajanja proizvoda dok se istovremeno smanjuje količina opasnog otpada. U procesu regeneracije otpadnih otapala destilacijom, poželjni proizvodi destilacije su regenerati. Iz perspektive korisnosti, regenerati su upotrebljivi, prosječno iskorištenje iznosi 90 % te se obično takva otapala vraćaju u industriju iz koje potječu jer imaju slična, ako ne i ista svojstva, kao djevičanska otapala. Istodobno iz procesa u prosijeku izlazi 10 % nepoželjnog proizvoda, tj. otpadnog mulja. Uobičajena praksa za njegovo zbrinjavanje je postupak zbrinjavanja D10 (spaljivanje na kopnu) ili postupak oporabe R1 (upotreba kao gorivo). Otpadni mulj, koji je dobiven iz destilacije otpadnog otapala, najčešće je organska suha tvar s primjesama anorganskih tvari te ostacima organskih otapala. Prosječni sastav otpadnog mulja je 50 % ugljika, 10 % vodika, 1 % sumpora, 38 % kisika i <1 % ostalih komponenata. Prosječna kalorijska vrijednost je 23 MJ/kg, a prosječni sadržaj suhe tvari 30 %. Ovisno o industriji iz koje proizlaze otpadna otapala (industrija boja i lakova, industrija fleksibilne ambalaže, automobilska industrija, farmaceutska industrija, industrija obrade metala, itd.), u otpadnom mulju mogu se pronaći ostaci pigmenta boja, veziva, aditiva i sl. Zbog specifičnog sastava preliminarna istraživanja pokazala su da otpadni mulj može imati poželjna svojstva i potencijalno se koristiti u cestogradnji, automobilskoj industriji, građevinskoj industriji. S tim na umu, potrebno je detaljno ispitivanje poželjnih svojstava otpadnog mulja, kao i otkrivanje te uklanjanje nepoželjnih komponenata. Ako rezultati



eksperimenata budu obećavajući te istraživanje pokaže daljnji potencijal, u potpunosti će se ispoštovati *end-of-use* strategija te implementirati model kružnog gospodarstva u regeneraciji otpadnih otapala.

KLJUČNE RIJEČI: *kružno gospodarstvo, regeneracija otpadnih otapala, otpadni mulj*



ANALIZA HIDROKEMIJSKIH INDIKATORA ZASLANJENJA NA PRIMJERU PRIOBALNOG KRŠKOG VODONOSNIKA NA PODRUČJU ZADRA

Lucija Plantak¹, Ranko Biondić²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
lucija.plantak@gfv.unizg.hr

²Voditelj, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
ranko.biondic@gfv.unizg.hr

SAŽETAK:

Korištenje podzemnih voda iz vodonosnika je zahtjevno, a pogotovo u krškim priobalnim vodonosnicima koji su podložni prodoru slane morske vode. Kvaliteta podzemne vode ovisi o kemijskim i izotopskim parametrima, a predmet je istraživanja u mnogim znanstvenim i stručnim studijama. Najčešće korišteni pokazatelji slanosti su koncentracije klorida i sulfata te vrijednost električne vodljivosti. Koncentracije klorida i sulfata veće od 150 mg/l i vrijednosti električne vodljivosti veće od 1 mS/cm, obično se uzimaju kao ograničenja kada je obalni vodonosnik pod utjecajem zaslanjivanja. Sredozemna morska voda karakterizira slanost od 40 g/l. Mala povećanja natrijevog klorida u podzemnoj vodi u blizini obale mogu ukazivati na kretanje zone miješanja slane i slatke vode prema unutrašnjosti vodonosnika, što je aktivan proces potaknut promjenama u hidrološkom sustavu. Ne postoji oštra granica miješanja mora i slatke vode, ali postoje zone miješanja čiji položaji i veličine ovise o hidrauličkom gradijentu i geološkoj strukturi vodonosnika te ostalim čimbenicima koji mogu doprinijeti kretanju zone u dublje dijelove priobalja. Monitoring i detekcija slane morske vode u obalne karbonatne vodonosnike u Hrvatskoj jedna je od mjera upravljanja vodama kojima se pokušava na vrijeme primijetiti povećanje saliniteta na lokalitetima obuhvaćenim za javnu vodoopskrbu. Na primjeru priobalnog vodonosnika u Hrvatskoj, nazvanog Bokanjac-Poličnik, prikazat će se analiza hidrokemijskih pokazatelja koji se koriste za otkrivanje prodora morske vode u krške priobalne vodonosnike. Na spomenutom području nalaze se vodni objekti, odnosno izvorišta koja su obuhvaćena u javnoj



vodoopskrbi grada Zadra i okolice, a susreću se s problemom zaslanjenja zbog povećane eksploatacije tijekom ljetnih mjeseci. Osim toga, zaslanjenju doprinose i klimatske promjene, što se najviše odnosi na povećanje temperature i povećanju intenziteta oborina koje doprinose površinskom otjecanju čime se smanjuje infiltracija te prihranjivanje vodonosnika.

KLJUČNE RIJEČI: zaslanjenje, krški priobalni vodonosnici, hidrokemijski indikatori zaslanjenja



PREGLED TRENUTNOG STANJA KVALITETE ZRAKA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Benjamin Radetić¹, Mladen Božičević²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
benjamin.radetic@gfv.unizg.hr

²Voditelj, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
mladen.bozicevic@gfv.unizg.hr

SAŽETAK:

Onečišćenje zraka šteti zdravlju ljudi i okolišu. U Europi su se znatno smanjile emisije brojnih onečišćivala zraka tijekom proteklih desetljeća što je dovelo do poboljšanja kvalitete zraka, no unatoč tome problemi nisu uklonjeni. U gradskim područjima dolazi do prekoračenja standarda kvalitete zraka uzrokovanih lebdećim česticama, prizemnim ozonom, dušičnim dioksidom i sumporovim dioksidom što dovodi do ozbiljnijih prijetnji zdravlju. U ovom radu napravljen je pregled mjernih postaja koje vrše detekciju i mjerenja koncentracije onečišćivala te prikazuju kratkoročnu (sat/dan) i dugoročnu (godina) razinu kvalitete zraka. U Republici Hrvatskoj (RH) mjerenja kvalitete zraka provode se na otprilike 50 mjernih postaja koje su dio državne i lokalne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka radi ocjenjivanja razine onečišćenja te informiranja javnosti. Pri tome su se, za potrebe budućeg istraživanja, izdvojile referentne mjerne postaje sjeverozapada RH ključne za postavljanje i verifikaciju modela kvalitete zraka u urbanom području sjeverozapadne RH.

KLJUČNE RIJEČI: kvaliteta zraka, mjerene postaje, onečišćivala u zraku, referentni sustavi



NAPREDNI SUSTAV MOTRENJA AGROEKOSUSTAVA U RIZIKU OD ZASLANJIVANJA I ONEČIŠĆENJA

Marko Reljić¹, Davor Romić²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000
Zagreb, mreljic@agr.hr

²Mentor/voditelj, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000
Zagreb, dromic@agr.hr

SAŽETAK:

Klimatske promjene utječu na brojne segmente ekosustava, ali i na organizaciju i kvalitetu života ljudi. Učinci globalne promjene klime koji rezultiraju podizanjem razine mora, učestalijom pojavom sušnih razdoblja i drugih ekstremnih pojava mogu se predvidjeti i prevenirati samo na temelju analiza dugotrajnih višeparametarskih mjerenja. Promjene klime utječu na mnoge djelatnosti, a jedan od najpogođenijih sektora svakako je poljoprivreda gdje se u priobalnom području ističe problem podizanja razine mora i zaslanjivanja krških vodonosnika. Premda se problem prodora mora i zaslanjivanja voda i tala pojavljuje u cijelom priobalnom području Hrvatske, ti su procesi najizraženiji u delti Neretve koja se smatra jednim od najranjivijih područja na klimatske promjene. Doktorska disertacija izrađuje se u sklopu projekta „Napredni sustav motrenja agroekosustava u riziku od zaslanjivanja i onečišćenja“. Cilj projekta je uspostavljanjem automatskog monitoringa i prikupljanja podataka, predviđati i predlagati mjere za prilagodbu klimatskim promjenama u specifičnim uvjetima doline Neretve. Na dvije reprezentativne lokacije u dolini Neretve uspostavljen je kontinuirani monitoring visoke vremenske razlučivosti koji se sastoji od meteorološke stanice, radarskih sustava za mjerenje brzine, protoka i vodostaja u kanalima, višeparametarskih sonde za mjerenje parametara kakvoće podzemnih i površinskih voda te senzora za mjerenje kakvoće tla. Sustav monitoringa je dizajniran na način koji omogućuje kontinuirano nadograđivanje i punjenje novim podacima. Projektom će se interdisciplinarnim (uključenost znanja agronomske, elektrotehničke, geološke, kemijske i hidrotehničke struke) pristupom u



praćenju i izvješćivanju o stanju okoliša odrediti prioritete i predložiti mjere koje će biti potrebno provesti s obzirom na predviđene učinke klimatskih promjena. Stoga je praktični doprinos projekta razvoj i dostupnost platforme za informiranje korisnika uz preporuke mjera obzirom na procjenu rizika za agroekosustav i u konačnici prevenciju šteta od klimatskih promjena.

KLJUČNE RIJEČI: klimatske promjene, zaslunjivanje, višeparametarska mjerenja



KRITERIJI I MODELI PLANIRANJA GOSPODARSKIH PODRUČJA U PROSTORNIM PLANOVIMA GRADA ZAGREBA

Renata Rožek¹, Nenad Lipovac²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet, Fra Andrije Kačića Miošića 26, 10000
Zagreb, rrozek@arhitekt.hr

²Mentor, Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet, Fra Andrije Kačića Miošića 26, 10000
Zagreb, nlipovac@arhitekt.hr

SAŽETAK:

Tema ovog istraživanja je planiranje gospodarskih područja kroz urbanističke i prostorne planove Zagreba. Njihov položaj, oblik i veličina potaknut je različitim čimbenicima kroz prostor i vrijeme (društvene promjene, razvoj tehnologije i sl.). Pojam *gospodarsko područje* objedinjuje sveobuhvatnu pojavnost proizvodnih, zanatskih, uslužnih, trgovačkih, komunalnih i servisnih djelatnosti u nekom prostoru. Dovoz sirovina i poluproizvoda kao i odvoz polugotovih i gotovih proizvoda, postupak proizvodnje i stvaranja velikih količina otpada čini ova područja potencijalnim izvorima zagađenja okoliša. Stoga je nužno u samom postupku njihova planiranja posebnu pozornost posvetiti stvaranju uvjeta za zaštitu okoliša. Tako kod određivanja prostorno-planskih kriterija dolazimo do novog pojma - *ekološki kriteriji*. Kod odabira područja za razvoj gospodarskih područja, veliki utjecaj na izbor imaju prirodna obilježja tog područja (ekološka mreža i sl.). Kao jedan od kriterija za zaštitu okoliša, unutar gospodarskog područja i u njegovom neposrednom okruženju je planiranje i uređenje krajobraznih površina, koje trebaju uz poboljšanje estetske pojavnosti tih područja pridonijeti povećanju ekoloških vrijednosti za boravak i rad ljudi u njima. *Zelena infrastruktura*, za razliku od sive infrastrukture, omogućuje istovremeno rješavanje više različitih problema. Uključivanjem prirodnih rješenja i *kružnog gospodarstva* u prostorno planiranje i razvojne procese gospodarskih područja s ciljem smanjenja količine otpada, energetski održivog razvitka i prilagodbe klimatskim promjenama, postiže se trajna estetska te društvena i ekonomska korist koja kroz održivi gospodarski razvoj doprinosi jačanju otpornosti na klimatske promjene te boljoj povezanosti ljudi i okoliša.



Sveučilište u Zagrebu
GEOTEHNIČKI FAKULTET
Poslijediplomski doktorski studij
Inženjerstvo okoliša



KLJUČNE RIJEČI: ekološki kriteriji, gospodarska područja, zelena infrastruktura



RECIKLIRANJE LCD ZASLONA PRIMJENOM NAČELA KRUŽNOG GOSPODARSTVA

Snježana Šimunić¹, Aleksandra Anić Vučinić², Goran Kniewald³

¹Doktorand, Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, Vukovarska 58, 51000 Rijeka
ssimunic27@gmail.com

²Mentor/voditelj, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000
Varaždin, aav@gfv.hr

³Komentor, Institut Ruđer Bošković, Bijenička cesta 54, 10000 Zagreb, Goran.Kniewald@irb.hr

SAŽETAK:

U području gospodarenja otpadom primarni cilj kružnog gospodarstva je iskoristiti vrijedna svojstva otpada. LCD zaslone danas imaju široku primjenu u televizorima, prijenosnim računalima, stolnim računalima i drugim uređajima te spadaju u otpadnu elektroničku i električnu opremu koja sadrži širok raspon spojeva, od kojih su neki otrovni ili opasni, dok su drugi poput indija vrijedni i mogu se reciklirati. Ovim istraživanjem nastoje se istražiti postupci recikliranja otpadnih LCD zaslona primjenom koncepta kružnog gospodarstva obzirom da se u kružnom gospodarstvu, materijali koji se mogu reciklirati vraćaju ponovno u gospodarstvo kao nove sirovine, čime se povećava sigurnost opskrbe. U ovom radu prikazat će se mogućnosti dodavanja otpadnih LCD zaslona u betonsku galanteriju prije i nakon ekstrakcije indija iz otpadnih LCD-a budući da se otpadno LCD staklo pokazalo kao dobra zamjena za agregat. Svrha ovog rada bila je ispitati svojstva svježeg i očvrslonog betona nakon dodavanja otpadnih LCD zaslona kao zamjena za agregat te usporedba dobivenih rezultata. Na temelju dobivenih rezultata odrediti će se najoptimalniji udio otpadnih LCD zaslona koji se mogu zamijeniti agregat u betonu a da se pri tome ne promjene značajna svojstva betona.

KLJUČNE RIJEČI: *kružno gospodarstvo, LCD zaslone, recikliranje, beton*



VARIJACIJA SLOBODNIH I UKUPNIH AMINOKISELINA EUROPSKE PLOSNA TE KAMENICE (*OSTREA EDULIS* L.) I MAPIRANJE POTENCIJALNO

BIOLOŠKI AKTIVNIH PEPTIDA

Tena Tarnai¹, Ana Butorac²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno- biotehnološki fakultet, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb tena.tarnai@gmail.com

²Mentor/voditelj, BICRO Biocentar d.o.o., Borongajska cesta 83H, 10000 Zagreb, ana.butorac@biocentre.hr

SAŽETAK:

Europska plosnata kamenica, odnosno zaštićena malostonska kamenica (*Ostrea edulis* L.) je morski organizam iz razreda *Bivalvia*. Europska plosnata kamenica jedna je od najvažnijih školjkaša uzgajanih u Europi i Hrvatskoj, prvenstveno zbog biokemijskog sastava i prehrambene vrijednosti. Akvatorij Malostonskog zaljeva svojim karakteristikama (kvaliteta vode, podzemni izvori, količina i sastav hrane...) pruža jedinstvene uvjete za nesmetan i optimalan uzgoj i visoku kvalitetu kamenica. Dosadašnja istraživanja biokemijskog sastava i aminokiselinskog profila kamenica pokazuju kako ova namirnica ima visoku hranjivu vrijednost budući sadrži sve esencijalne aminokiseline. Nadalje, ustvrđeno je kako je učinkovitost proteina kamenice *C. madrasensis* bolja nego proteina jaja. Osim visoko vrijednih proteina, kamenice su dobar izvor masnih kiselina, napose nezasićenih n-3 masnih kiselina eikozapentaenske, dokosaheksaenske i linolenske kiseline. S obzirom na izrazito povoljan sastav, kamenice imaju veliki potencijal iskorištavanja u farmakološke, medicinske i prehrambene svrhe. U posljednje vrijeme, sve je više istraživanja usmjereno na identifikaciju i karakterizaciju peptida kamenice, te njihovog bioaktivnog djelovanja. Potvrđeno je antitumorsko, imuno stimulacijsko i antioksidativno djelovanje izoliranih ekstrakata peptida kamenice. Poznavanje biokemijskog sastava kamenice, aminokiselinskog sastava i peptida, te međusobne interakcije, kroz prilagodbu na okolišne uvjete, vrlo su važni čimbenici koje je neophodno istražiti s ciljem boljeg razumijevanja same fiziologije i kvalitete uzgajanih



kamenica, ali i osiguranja i daljnjeg poticanja proizvodnje sigurne i kvalitetne namirnice. Cilj ovog istraživanja je praćenje aminokiselinskog profila malostonske kamenice periodično kako bi se moglo preciznije ustvrditi što i u kojoj mjeri utječe na isti. Naime, kemijski sastav variva ovisno o stadiju životnog ciklusa i vanjskim čimbenicima (temperatura, salinitet, dostupnost hrane...). Ovim radom odredit će se maseni udio slobodnih i ukupnih aminokiselina. Dodatno, na temelju aminokiselinskog profila te upotrebom referentnog materijala (proteini jaja) odredit će se biološka vrijednost proteina, indeks esencijalnih aminokiselina i učinkovitost proteina kamenica. Ovo je važno odrediti kako bi se mogla procijeniti prehrambena i nutritivna vrijednost namirnice. Određivanjem temperature, saliniteta, otopljenog kisika analizira se u kojoj mjeri varijacije okolišnih uvjeta utječu na promjene u aminokiselinskom sastavu kamenice. Također, upotrebom tekućinske kromatografije spregnute spektrometrijom masa moguće je direktno određivanje peptida s obzirom na njihovu molekulsku masu. Ovim radom po prvi puta bi se izolirali peptidi malostonske kamenice i pomoću DPPH i ORAC testa ispitala antioksidacijska svojstva.

KLJUČNE RIJEČI: *kamenice, aminokiseline, esencijalne aminokiseline, marikultura*



FOTOKATALITIČKA OKSIDACIJA AMONIJAKA U STRUJI ZRAKA SOLARNOM FOTOKATALIZOM

Marija Tomaš¹, Ivana Grčić²

¹Doktorand, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
mtomas@gfv.hr

²Voditelj, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin,
igrccic@gfv.hr

SAŽETAK:

Fotokataliza je tehnologija za obradu voda i zraka koja se ubraja u napredne oksidacijske procese. Solarna fotokataliza za inženjerstvo okoliša predstavlja zelenu, održivu i inovativnu tehnologiju koja zahvaljujući energiji sunčevog zračenja uklanja onečišćivala u okolišu tipična za urbane sredine. Korištenje ultraljubičastog zračenja potiče reakcije između fotokatalizatora i onečišćivala prisutnih u zraku kao što su hlapivi organski spojevi, sumporni i dušikovi oksidi, amonijak i dr. U ovom radu dokazano je učinkovito stupnjevito fotokatalitičko odvijanje oksidacije amonijaka do elementarnog dušika uz imobilizirani fotokatalizator titan dioksid izloženog umjetnom izvoru zračenja preodređenih frekvencija UVA i UVB spektrara. Modelno onečišćivalo je otopina amonijaka koja se uvodi u recirkulacijski reaktor s paraboličnim zrcalima. Vrijednosti amonijaka i dušikovitih oksida praćene su standardiziranim instrumentima za određivanje sastava plinova u zraku. Eksperimentima je postignuta uspješna fotokatalitička oksidacija amonijaka do elementarnog dušika bez nastajanja nusprodukata.

KLJUČNE RIJEČI: *solarna fotokataliza, imobilizirani titan dioksid, amonijak, dušikovi oksidi, reaktor s paraboličnim zrcalima*