



AKADEMIJA NAUKA I UMJETNOSTI BOSNE I HERCEGOVINE
ODJELJENJE TEHNIČKIH NAUKA
U
SARADNJI S FEDERALNIM MINISTARSTVOM OBRAZOVANJA I NAUKE

SUSRETI MLADIH ISTRAŽIVAČA
IZ OBLASTI PRIRODNIH, TEHNIČKIH I
MATEMATIČKIH NAUKA



KNJIGA SAŽETAKA
(radni materijal)

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine
Sarajevo, 3. i 4. novembra 2023. godine



**AKADEMIJA NAUKA I UMJETNOSTI BOSNE I HERCEGOVINE
ODJELJENJE TEHNIČKIH NAUKA
U
SARADNJI S FEDERALNIM MINISTARSTVOM OBRAZOVANJA I NAUKE**

**SUSRETI MLADIH ISTRAŽIVAČA
IZ OBLASTI PRIRODNIH, TEHNIČKIH I
MATEMATIČKIH NAUKA**

**KNJIGA SAŽETAKA
(radni materijal)**

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine
Sarajevo, 3. i 4. novembra 2023. godine

Organizaciju i realizaciju skupa *Susreti mladih istraživača iz oblasti prirodnih, tehničkih i matematičkih nauka*, pripremu i štampu radnog materijala skupa finansiralo Federalno ministarstvo obrazovanja i nauke.

Sadržaj

UVOD	9
PROGRAM	11
POZIVNI PREDAVAČI	17
PANELISTI OKRUGLOG STOLA <i>OBRAZOVANJE INŽENJERA ZA 21. VIJEK, S POSEBNIM OSVRTOM NA III. CIKLUS</i>	23

SAŽECI ISTRAŽIVANJA PRVA SESIJA

<i>Azra Hadžiomerović</i> Nastava matematike u online okruženju	35
<i>Emir Cogo</i> Proceduralno modeliranje hijerarhijske podjele prohodnog prostora sa inter-operabilnošću između nivoa hijerarhija	37
<i>Fatima Skaka-Čekić</i> Redukcija dimenzionalnosti faktora uticaja pri evaluaciji kvaliteta iskustva video sadržaja	39
<i>Ajdin Vatreš</i> Modeliranje algoritma dubokog učenja za klasifikaciju humanih hromozoma	42
<i>Mahir Hafzović</i> Simulacija disperzije aeropolutanata u realnim urbanim konfiguracijama u uslovima jake temperaturne stratifikacije	44
<i>Petar Praštalo</i> Numeričko modeliranje ravanskog transporta zagađivača	46

SAŽECI ISTRAŽIVANJA DRUGA SESIJA

<i>Edita Bjelić</i> Izolacija bioaktivnih spojeva iz biomase ekstrakcijom pomoću eutektičkih rastvarača	49
<i>Rasim Omanović</i> Modifikacija, karakterizacija i primjena novih sorbenata na bazi silika gela za uklanjanje polutanata iz vodenih rastvora	51
<i>Marino Jurišić</i> Utjecaj slobodnog konzolnog načina gradnje betonskih prednapetih mostova na njihovo ponašanje i sigurnost	54
<i>Faris Trešnjo</i> Analiza nosivosti zidanih munara pri seizmičkom djelovanju	57

<i>Amna Bajtarevic-Jeleč</i>	
Prilog procjeni integriteta zavarenih konstruktivnih elemenata primjenom CAE tehnologija i eksperimentalnih ispitivanja	60
<i>Alen Ibrišević</i>	
Optimiranje obrade furnirsko uslojenog drva CNC glodanjem	62
<i>Dženana Tomašević</i>	
Kratkoročna prognoza kompozitnog modela opterećenja u pametnoj distributivnoj mreži	63
<i>Nermin Čović</i>	
Planiranje kretanja robotskih manipulatora korištenjem informacije o distancama u radnom prostoru	67

SAŽECI ISTRAŽIVANJA TREĆA SESIJA

<i>Franjo Šarčević</i>	
Geometrija i topologija političkih struktura i glasačkih sistema	71
<i>Rifat Omerović</i>	
Analiza parcijalnih valova u procesima elektroprodukcije piona	74
<i>Samir Suljević</i>	
Mehanika novih kompozitnih materijala u domeni transportne infrastrukture i obnovljive energije	76
<i>Elma Šehović</i>	
Studij sorpcije jona teških metala iz vodenih rastvora na kori limuna – batch metoda	78
<i>Adnan Zahirović</i>	
Kompleksi vanadija s hidrazonima 2-furanske kiseline: Sinteza, karakterizacija i biološka aktivnost	80
<i>Nerma Omićević</i>	
The Urban Rehabilitation Model of Post-War Urbanscape – Defining Sarajevo as the memorial	83
<i>Lejla Nikšić</i>	
Istraživanje avionskih nesreća uzrokovanih kontrolom letenja	85

SAŽECI ISTRAŽIVANJA ČETVRTA SESIJA

<i>Dragana Šnjegota</i>	
Populaciono-genetičke studije roda <i>Canis</i> u Bosni i Hercegovini	91
<i>Emina Šunje</i>	
Opstanak u izolaciji – genetička i fenotipska varijacija fragmentiranih populacija crnog daždvenjaka, <i>Salamandra atra prenjensis</i> (<i>Amphibia: Urodela: Salamandridae</i>)	93

<i>Maja Milijaš</i>	
Optimizacija procesa proizvodnje medovine uz dodatak voćnog soka od aronije kao proizvoda poboljšanih funkcionalnih svojstava	96
<i>Ernad Jabandžić</i>	
Multifaktorsko modelovanje opterećenja u pametnim mrežama	98
<i>Azra Frkatović-Hodžić</i>	
Cjelogenomska asocijacijska studija N-glikoma ljudskog imunoglobulina G	100
<i>Lejla Vuić</i>	
Integration of distributed generation and storage into microgrid using computational intelligence based algorithm	102
<i>Damir Špago</i>	
Optimizacija hibridnog sistema za snabdijevanje potrošača energijom baziranog na obnovljivim izvorima energije	104

UVOD

Polazeći od široko prihvaćene uloge studenata doktorskog studija i mladih istraživača u razvoju nauke i tehnologije, želja nam je da uspostavimo institucionalni okvir koji će omogućiti godišnje susrete mladih istraživača u oblasti prirodnih, tehničkih i matematičkih nauka i inženjerstva (STEM). Osnovni cilj našeg skupa je formiranje platforme za razmjenu mišljenja o istraživanjima koja realizuju mladi istraživači, stanju i uslovima obrazovanja studenata III. ciklusa studija, procjena mogućnosti saradnje, uspostavljanje uslova koji će omogućiti postizanje značajnih naučnih rezultata i ubrzanje istraživačkih procesa na visokoškolskim ustanovama i istraživačkim institucijama u Bosni i Hercegovini. Poseban aspekt ovog skupa je uspostavljanje kontakata s mladim istraživačima porijeklom iz Bosne i Hercegovine koji djeluju u ovim oblastima na univerzitetima i istraživačkim institucijama u svijetu.

Skup se sastoji iz tri dijela: pozivnih predavanja, predstavljanja istraživanja i okruglog stola *Obrazovanje inženjera za 21. vijek s posebnim osvrtom na III. ciklus* koji će biti održan drugog dana skupa.

Kao polazište za okrugli sto uzet je tekst *Odgovornost za stvaranje novih naučnih saznanja – i za većinu njihovih primjena – leži na malom skupu muškaraca i žena koji razumiju fundamentalne zakone prirode i vješti su u tehnikama naučnog istraživanja. Imat ćemo brz ili spor napredak u bilo kojoj naučnoj disciplini u zavisnosti od broja visoko kvalifikovanih i obučanih naučnika koji tu oblast istražuju.* (Science: *The Endless Frontier* (Bush, 1945, p. 23): Vannevar Bush report to President Roosevelt).

Cilj okruglog stola je da se pokrene rasprava o načinu i uslovima obrazovanja studenata III. ciklusa studija u oblasti prirodnih, tehničkih i matematičkih nauka (STEM) na univerzitetima u Bosni i Hercegovini i da se pokušaju naznačiti osnovni pravci budućih djelovanja.

Zahvaljemo se pozivnim predavačima gospodinu Namiku Hrleu, inostranom članu ANUBiH i gospodinu Suadu Krilaševiću, te prof. dr. Elvisu Ahmetoviću, dopisnom članu ANUBiH i panelistima okruglog stola profesorici Amri Hasečić i profesorima Ahmedu Kovačeviću, domaćem članu ANUBiH, Damiru Marjanoviću, Muhamedu Hadžiabdiću, Alji Mujčiću i Mehmedu Nurkanoviću koji su prihvatili naš poziv za učešće na skupu, bez obzira na njihove brojne angažmane i raspored obaveza koji je godinu dana unaprijed popunjen.

Posebnu zahvalnost dugujemo Federalnom ministarstvu obrazovanja i nauke na finansiranju skupa *Susreti mladih istraživača iz oblasti prirodnih, tehničkih i matematičkih nauka*, ministrici prof. dr. Jasni Duraković i pomoćniku ministrice za nauku i tehnologije mr. sc. Jasminu Brankoviću.

I na kraju, ali ne manje važno, zahvaljujemo se našim studentima i mladim istraživačima bez kojih ovaj skup ne bi bilo moguće realizirati.

PROGRAM

Petak 3. 11. 2023. godine	
8:00–9:00	Registracija učesnika
9:00–9:30	Pozdravna obraćanja
POZIVNO PREDAVANJE	
9:30–10:15	<p>Namik Hrle IBM Fellow i inostrani član ANUBiH <i>Akceleratori digitalne transformacije: umjetna inteligencija i kvantni računari</i></p>
10:15–10:30	PAUZA
PREDSTAVLJANJE ISTRAŽIVANJA – I SESIJA Moderator prof. dr. Elvis Ahmetović	
10:30–11:30	<p>Azra Hadžiomerović Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet <i>Nastava matematike u online okruženju</i></p>
	<p>Emir Cogo Univerzitet u Sarajevu, Elektrotehnički fakultet <i>Proceduralno modeliranje hijerarhijske podjele prohodnog prostora sa inter-operabilnošću između nivoa hijerarhija</i></p>
	<p>Fatima Skaka-Čekić Univerzitet u Sarajevu, Elektrotehnički fakultet <i>Redukcija dimenzionalnosti faktora uticaja pri evaluaciji kvaliteta iskustva video sadržaja</i></p>
	<p>Ajdin Vatreš Univerzitet u Sarajevu, Mašinski fakultet <i>Modeliranje algoritma dubokog učenja za klasifikaciju humanih hromozoma</i></p>
	<p>Mahir Hafizović Internacionalni univerzitet u Sarajevu, Fakultet prirodnih i tehničkih nauka (studijski program Mašinstvo) <i>Simulacija disperzije aeropolutanata u realnim urbanim konfiguracijama u uslovima jake temperaturne stratifikacije</i></p>
	<p>Petar Praštalo Univerzitet u Banjoj Luci, Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet i Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet <i>Numeričko modeliranje ravanskog transporta zagađivača</i></p>
11:30–11:45	PAUZA

POZIVNO PREDAVANJE	
11:45–12:30	<p>Suad Krilašević Predsjednik Asocijacije za napredak nauke i tehnologije <i>Ima li svrhe od doktorata?</i></p>
<p>PREDSTAVLJANJE ISTRAŽIVANJA – II SESIJA Moderator prof. dr. Muhamed Hadžiabdić</p>	
12:30–14:00	<p>Edita Bjelić Univerzitet u Tuzli, Prirodno-matematički fakultet i Tehnološki fakultet <i>Izolacija bioaktivnih spojeva iz biomase ekstrakcijom pomoću eutektičkih rastvarača</i></p>
	<p>Rasim Omanović Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet <i>Modifikacija, karakterizacija i primjena novih sorbenata na bazi silika gela za uklanjanje polutanata iz vodenih rastvora</i></p>
	<p>Marino Jurišić Sveučilište u Mostaru, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije <i>Utjecaj slobodnog konzolnog načina gradnje betonskih prednapetih mostova na njihovo ponašanje i sigurnost</i></p>
	<p>Faris Trešnjo Univerzitet „Džemal Bijedić“ u Mostaru, Mašinski fakultet <i>Analiza nosivosti zidanih munara pri seizmičkom djelovanju</i></p>
	<p>Amna Bajtarević-Jeleč Univerzitet u Zenici i Univerzitet „Džemal Bijedić“ Mostar, Mašinski fakultet <i>Prilog procjeni integriteta zavarenih konstruktivnih elemenata primjenom CAE tehnologija i eksperimentalnih ispitivanja</i></p>
	<p>Alen Ibršević Univerzitet u Sarajevu, Mašinski fakultet i Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije <i>Optimiranje obrade furnirsko uslojenog drva CNC glodanjem</i></p>
	<p>Dženana Tomašević Univerzitet u Zenici, Mašinski fakultet; Univerzitet u Sarajevu, Elektrotehnički fakultet <i>Kratkoročna prognoza kompozitnog modela opterećenja u pametnoj distributivnoj mreži</i></p>
	<p>Nermin Čović Univerzitet u Sarajevu, Elektrotehnički fakultet <i>Planiranje kretanja robotskih manipulatora korištenjem informacije o distancama u radnom prostoru</i></p>
14:00–15:00	RUČAK

PREDSTAVLJANJE ISTRAŽIVANJA – III SESIJA Moderatorica prof. dr. Amra Hasečić	
15:00–16:15	Franjo Šarčević Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet <i>Geometrija i topologija političkih struktura i glasačkih sistema</i>
	Rifat Omerović Univerzitet u Tuzli, Prirodno-matematički fakultet <i>Analiza parcijalnih valova u procesima elektroprodukcije piona</i>
	Samir Suljević Univerzitet u Sarajevu, Građevinski fakultet i Univerzitet tehnologije u Compiegne-u (UTC), Francuska <i>Mehanika novih kompozitnih materijala u domeni transportne infrastrukture i obnovljive energije</i>
	Elma Šehović Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet <i>Studij sorpcije jona teških metala iz vodenih rastvora na kori limuna-batch metoda</i>
	Adnan Zahirović Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet <i>Kompleksi vanadija s hidrazonima 2-furanske kiseline: Sinteza, karakterizacija i biološka aktivnost</i>
	Nerma Omićević International University Sarajevo, Faculty of Engineering and Natural Sciences i Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu <i>The Urban Rehabilitation Model of Post-War Urbanscape – Defining Sarajevo as the memorial</i>
	Lejla Nikšić Univerzitet u Sarajevu, Fakultet za saobraćaj i komunikacije i Gazi Univerzitet u Ankari, Institut za nauku <i>Istraživanje avionskih nesreća uzrokovanih kontrolom letenja</i>
16:15–16:30	PAUZA
PREDSTAVLJANJE ISTRAŽIVANJA – IV SESIJA Moderator prof. dr. Mehmed Nurkanović	
16:30–17:30	Dragana Šnjegota Univerzitet u Banjoj Luci, Prirodno-matematički fakultet <i>Populaciono-genetičke studije roda Canis u Bosni i Hercegovini</i>
	Emina Šunje Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet i Faculty of Science, University of Antwerpen (UA) <i>Opstanak u izolaciji – genetička i fenotipska varijacija fragmen-tiranih populacija crnog daždevnjaka, Salamandra atra prenjensis (Amphibia: Urodela: Salamandridae)</i>

	<p>Maja Milijaš Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet <i>Optimizacija procesa proizvodnje medovine uz dodatak voćnog soka od aronije kao proizvoda poboljšanih funkcionalnih svojstava</i></p>
	<p>Ernad Jabandžić Univerzitet u Tuzli, Fakultet elektrotehnike <i>Multifaktorsko modelovanje opterećenja u pametnim mrežama</i></p>
	<p>Azra Frkatović-Hodžić Internacionalni Burch univerzitet; Fakultet za inženjering, prirodne i medicinske nauke i Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu <i>Cjelogenomska asocijacijska studija N-glikoma ljudskog imunoglobulina G</i></p>
	<p>Lejla Vuić International Burch University, Faculty of Engineering, Natural and Medical Sciences <i>Integration of distributed generation and storage into microgrid using computational intelligence based algorithm</i></p>
	<p>Damir Špago Univerzitet „Džemal Bijedić“ u Mostaru, Mašinski fakultet <i>Optimizacija hibridnog sistema za snabdijevanje potrošača energijom baziranog na obnovljivim izvorima energije</i></p>
<p>17:30–19:00</p>	<p>DRUŽENJE U MEZANINU ANUBiH</p>

Subota 4. 11. 2023. godine	
9:00–12:00	<ul style="list-style-type: none"> • Okrugli sto <i>Obrazovanje inženjera za 21. vijek, s posebnim osvrtom na III. ciklus</i> <p>Moderator: prof. dr. Elvis Ahmetović, dopisni član ANUBiH</p> <p>Panelisti: prof. dr. Muhamed Hadžiabdić, prof. dr. Amra Hasečić, prof. dr. Ahmed Kovačević, prof. dr. Damir Marjanović, prof. dr. Aljo Mujčić, prof. dr. Mehmed Nurkanović</p>
9:00–9:20	<p>Uvodni dio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Otvaranje okruglog stola, pozdravna riječ, uvodno predstavljanje teme okruglog stola i kratko predstavljanje učesnika okruglog stola
9:20–11:20	<p>Glavni dio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trenutno stanje, iskustva i prakse u obrazovanju na III. ciklusu studija na univerzitetima u Bosni i Hercegovini i inostranstvu • Prijedlog novih modela III. ciklusa studija na univerzitetima u Bosni i Hercegovini
11:20–12:00	Završni dio – Preporuke i zaključci
12:00–12:30	PAUZA
12:30–13:00	Proglašenje najboljih prezentacija

POZIVNI PREDAVAČI

Namik Hrle

IBM Fellow

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine



Namik Hrle je direktor IBM-ovih globalnih razvojnih timova iz područja baza podataka i umjetne inteligencije i direktor IBM-ove najveće razvojne laboratorije u Njemačkoj. Pripada malom broju eksperata koji nose titulu IBM Fellow, najviši stupanj tehničke karijere, priznanje koje IBM dodjeljuje za najveći nivo tehničkog znanja, inovacije, doprinos IBM-ovim poslovnim rezultatima, eksterne i interne reputacije, te promocije karijere tehničkih talenata.

Banjalučanin po rođenju, član IBM akademije i Vijeća tehničkih stručnjaka, istaknuti IBM izumitelj sa 76 objavljenih patenata, brojnih izvanrednih tehničkih dostignuća, autorskih priznanja i korporacijskih nagrada, Namik Hrle ima svjetsku reputaciju vrhunskog stručnjaka za korištenje podataka i umjetne inteligencije za digitalnu transformaciju i reinenciju poslovnih aplikacija. Namik Hrle je inozemni član Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine.

AKCELERATORI DIGITALNE TRANSFORMACIJE: UMJETNA INTELIGENCIJA I KVANTNI RAČUNARI

Sažetak predavanja:

Digitalna transformacija poslovnih procesa, proizvodnih postrojenja i korisničkih servisa dovodi do fundamentalnih promjena istih i rezultira u potpuno novim, superiornim poslovnim modelima i mnogostruko efikasnijem poslovanju. Ova transformacija traje već više od 10 godina i ima veliki uticaj na gotovo sve sfere života, a njena brzina i intenzitet rastu, motivirani sve većom konkurencijom i interesom tržišta za novim produktima i servisima.

Osnovni preduvjet ovih procesa je raspoloživost velike količine podataka relevantnih za konkretno područje, pa se kaže da su podaci gorivo digitalne transformacije. Koristeći sličnu analogiju možemo onda reći da je umjetna inteligencija njena mašina, t.j. njena pokretačka snaga. Kompanija za koju radim, IBM, razvija informacijske tehnologije već više od 100 godina, a možemo reći da smo kreirali, sudjelovali ili bili svjedoci mnogobrojnim tehnološkim dostignućima. Ipak, vjerujemo da je malo šta tako značajno kao

umjetna inteligencija, da rijetko koja tehnologija može imati takav veliki uticaj na gotovo svaki aspekt života.

Umjetna inteligencija može komplementirati, odnosno proširiti, pojačati ljudske mentalne, intelektualne mogućnosti na sličan način kao što su mašine u periodu industrijske revolucije augmentirale ljudske fizičke mogućnosti. Koristim ovaj pojam augmentacije u smislu proširenja, intenziviranja, dakle akronim ‚AI‘ ne mora značiti samo *artificial intelligence* nego i *augmented intelligence*, aludirajući na koncept *čovjek-i-stroj*, što je u suprotnosti od kontroverznog koncepta *stroj-umjesto-čovjeka*. U isto vrijeme, izuzetno je važno napomenuti da, kao i mnoga naučna dostignuća prije nje, umjetna inteligencija nije bez rizika i potencijala za korišćenje u krive svrhe, o čemu ću detaljno govoriti u okviru ovog predavanja.

Pored umjetne inteligencije, tehnologija sa velikim potencijalom je i kvantno računarstvo. Naime, postoje problemi koje klasični računari jednostavno nikada neće moći riješiti. Usuđujem se biti ovako isključiv jer su ti problemi eksponencijalni u svojoj prirodi, kao na primjer pronaći dva prosta broja čiji je produkt zadani veliki broj. Napominjem da je ovaj problem u osnovi mnogih kriptografskih algoritama. Za kvantne računare ovakvi problemi ne predstavljaju poseban izazov i rješavaju ga za par minuta umjesto hiljade godina koliko je potrebno današnjim najjačim klasičnim računarima. Postoje mnogi teško rješivi, a vrlo relevantni problemi kao što je modeliranje novih katalizatora koji pretvorbu CO₂ u ugljikovodike čine učinkovitijom i selektivnijom ili pronalazak nove vrste antibiotika za suzbijanje pojave bakterijskih sojeva rezistentnih na više lijekova. Najnovija dostignuća u području kvantnih računara nam daju nadu da će se i ovakvi problemi moći uspješno riješiti, a predavanje će uključiti i trenutno stanje razvoja ove fascinirajuće tehnologije.

Suad Krilašević

Univerzitet u Sarajevu, Elektrotehnički fakultet, Odsjek za automatiku i elektroniku

Tehnički Univerzitet u Delftu, Delft Centar za sisteme i kontrolu

Asocijacija za napredak nauke i tehnologije



Suad Krilašević rođen je 1995. godine u Sarajevu, završio je Bachelor i Master studije na Odsjeku za automatiku i elektroniku Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu. Dva puta je nagrađen priznanjem “Zlatna značka”. Nakon toga nastavio je svoj akademski put na Tehničkom Univerzitetu u Delftu, gdje je 2023. godine uspješno odbranio doktorsku tezu pod naslovom “Algoritmi nultog reda za traženje ravnotežnog stanja u multi-agentnim sistemima”. Od 2017. godine aktivan je član Asocijacije za napredak nauke i tehnologije, a njegov doprinos ovoj organizaciji prepoznat je 2023. godine kada je postao njen predsjednik.

IMA LI SVRHE OD DOKTORATA?

Sažetak predavanja:

Jeste li ikada bili upitani od strane rodbine zašto vam je potrebna „tolika škola“? Iako je nauka bila pokretač ljudske civilizacije u posljednjih nekoliko milenija, često se njena važnost ne prepoznaje ni među općom populacijom ni među političarima. Kroz ovo predavanje razmotrit ćemo razvoj nauke, kako se ona primjenjuje danas kroz doktorska istraživanja i kako može doprinijeti kako nama samima tako i širem društvu putem inovacija.

PANELISTI OKRUGLOG STOLA
OBRAZOVANJE INŽENJERA
ZA 21. VIJEK, S POSEBNIM
OSVRTOM NA III. CIKLUS

Elvis Ahmetović

Univerzitet u Tuzli, Tehnološki fakultet

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine



Elvis Ahmetović (B.S. 1999, M.S. 2002, Dr. Sci. 2005), redovni profesor na Tehnološkom fakultetu Univerziteta u Tuzli.

U toku postdiplomskog studija usavršavao se u Sloveniji na Fakultetu za hemiju i hemijsku tehnologiju Univerziteta u Mariboru (u 2000. i 2001. godini) i Španiji na Univerzitetu Rovira i Virgili (u 2001. godini). U 2008./2009. godini kao dobitnik je stipendije Fulbright Visiting Scholar Programa, boravio je na Carnegie Mellon University (Department of Chemical Engineering, Pittsburgh). Njegovi istraživački interesi u hemijskom inženjerstvu su povezani sa analizom, sintezom i dizajniranjem hemijskih procesa, matematičkim programiranjem i optimizacijom procesa. Autor i koautor je sedam knjiga, tri poglavlja knjiga i preko 100 radova objavljenih u časopisima i zbornicima konferencijama. Dobitnik je Federalne nagrade za popularizaciju i promociju nauke (2021) za promoviranje na domaćem i međunarodnom planu. U 2022. godini, dobitnik je Federalne nagrade za nauku za značajno naučno dostignuće u području Tehničkih nauka. Dopisni je član Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine.

Muhamed Hadžiabdić

Internacionalni univerzitet u Sarajevu, Fakultet prirodnih i tehničkih nauka



Muhamed Hadžiabdić je redovni profesor na Internacionalnom univerzitetu u Sarajevu. Diplomirao je na Mašinskom fakultetu Univerziteta u Sarajevu 1999. godine, doktorirao 2006. godine iz oblasti primijenjene fizike na Tehničkom univerzitetu u Delftu, Kraljevina Nizozemska. Po završetku doktorata nastavio je istraživački rad na Univerzitetu u Delftu. Tema doktorskog rada je matematsko modeliranje turbulentnih tokova sa prenosom toplote. Fokus istraživanja je bila fizika toka i prenosa toplote udarajućeg mlaza (impinging jet) na površinu koja se grije ili hladi. Po završetku doktorata nastavio je istraživački rad na istom departmentu u okviru dvogodišnjeg post-doktoralnog projekta finansiranog od Royal Dutch Shell kompanije. Tema istraživanja je bilo modeliranje horizontalnih višefaznih tokova fluida (voda-gas-nafta) sa

primjenom u podvodnim bušotinama nafte. Autor je i ko-autor više naučnih radova koji su publikovani u najcjedenijim naučnim žurnalima iz oblasti fizike fluida. Dobitnik je certifikata za najčitaniji naučni rad od strane naučnog žurnala “International Journal for Heat and Fluid Flow”. Također je ko-autor k-eps-zeta-f modela turbulencije koji se koristi u komercijalnom software-skom paketu AVL FIRE kao standardni model kao i u nekim drugim open source CFD kodovima. Član je Odbora za energiju, energetiku i okoliš Odjeljenja tehničkih nauka Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine.

Amra Hasečić

Univerzitet u Sarajevu, Mašinski fakultet



Amra Hasečić je vanredna profesorica na Mašinskom fakultetu Univerziteta u Sarajevu, Odsjek Energetika, procesna tehnika i okolinsko inženjstvo. Na Mašinskom fakultetu UNSA je 2010. i 2012. godine završila I i II ciklus studija, kao dvostruka zlatna značka, sa prosječnim ocjenama 10.00 i 9.95, respektivno. Doktorirala je 2017. godine pod mentorstvom prof.dr. Samira Muzaferije na temu „Numeričko modeliranje prenosa toplote zračenjem u višefaznim tokovima sa slobodnom površinom“ na pomenutom fakultetu. U sklopu svog istraživanja kreirala je matematski model i numerički metod koji je u mogućnosti da, po prvi put do tada, istovremeno rješava probleme koji uključuju prenos toplote zračenjem kod višefaznih tokova sa slobodnom površinom kao i promjene agregatnog stanja koje se pri tome dešavaju. Rezultati istraživanja su publikovani u najeminantnijim naučnim časopisima iz date oblasti. Nakon doktoriranja se nastavila baviti istraživanjima iz oblasti računarske dinamike fluida, te je autorica i ko-autorica više naučnih radova iz te oblasti. Dobitnica je Nagrada za naučno-istraživački rad Univerziteta u Sarajevu za 2020. i 2021.godinu. Voditeljica je projekta „Development of Computational Mechanics and Deep Learning Joint Master Programme“ finansiranog od strane EU. Trenutno obnaša funkciju Prodekanese za naučno-istraživački rad Mašinskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu.

Ahmed Kovačević

City, University of London, School of Science and Technology, Department of Engineering, United Kingdom

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine



Ahmed Kovačević je redovni profesor na City univerzitetu u London. Doktorirao je na City univerzitetu 2002. godine u oblasti modeliranja kompresora metodama numeričke mehanike fluida. Svoju profesionalnu karijeru počeo je na Mašinskom fakultetu Univerziteta u Sarajevu, na Institutu za Procesnu tehniku, Energetiku i Tehniku sredine nakon što je diplomirao na Mašinskom fakultetu u Sarajevu 1986. godine. Prešao je na Fakultet elektrotehnike i mašinstva u Tuzli 1989. godine kada je osnovan Odsjek mašinstva na tom Fakultetu. Na City univerzitet u Londonu je prešao 1998. godine gdje je postao redovni profesor 2008. godine. Profesor Kovačević je šef prestižne Howden/Royal Academy of Engineering katedre za kompresore na City univerzitetu i direktor je svjetski poznatog Centra za Kompresorske Tehnologije na City univerzitetu u Londonu. Profesor Kovačević predaje inženjerski dizajn od početka svoje karijere. Predavao je tu oblast na Mašinskom fakultetu u Sarajevu, na Mašinskom fakultetu u Tuzli prije i tokom rata u Bosni i Hercegovini, te na City univerzitetu od 1998. godine, gdje je razvio posebne metode za grupne projekte i kurs poznat pod nazivom EGPR (European Global Product Realisation). Tokom svog rada na City univerzitetu u Londonu predavao je i na dodiplomskom i postdiplomskom studiju na Univerzitetu u Tuzli kao gostujući profesor od 1998. do 2008. godine, sve do trenutka dok prvi doktor nauka iz te oblasti poslije rata nije preuzeo Katedru za konstruisanje na Mašinskom fakultetu u Tuzli. Tokom svoje karijere obrazovao je desetine inženjera iz Bosne i Hercegovine i Velike Britanije i omogućio desetine razmjena studenata iz Bosne i Hercegovine u Veliku Britaniju.

Profesor Kovačević je objavio 66 članaka u internacionalnim časopisima, 128 članaka na konferencijama, 6 knjiga, 17 poglavlja u knjigama, autor je 7 patenata i preko 120 izvještaja na projektima koje je radio za kompanijama iz cijelog svijeta. Dobitnik je 9 nagrada za najbolje objavljene članke u časopisima. Također je dobitnik nagrade „James Clayton“ za 2020. godinu, koju dodjeljuje Kraljevsko udruženje mašinskih inženjera (IMEchE) za doprinos razvoju fluidnih mašina. Profesor Kovačević je domaći član Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine (ANUBiH) od 2022. godine i član Kraljevske akademije za inženjerstvo u Velikoj Britaniji (FREng) od 2023. godine. Urednik

je časopisa „Journal of Process Mechanical Engineering“. Predsjedavajući je svjetski poznate „International Conference on Compressors and their Systems“ na City univerzitetu u Londonu i predsjedavajući internacionalnog komiteta konferencije „Nove Tehnologije“ koja se održava pod pokroviteljstvom ANUBiH. Član Design Society u Velikoj Britaniji (MDS), Kraljevskog udruženja mašinskih inženjera Velike Britanije (FIMechE) i Kraljevske akademije za umjetnost, proizvodnju i komerc (FRSA). Profesor Kovačević je također direktor kompanije PDM Analysis Ltd.

Damir Marjanović

International Burch University, Sarajevo



Univerzitet u Sarajevu

Damir Marjanović je diplomirao, magistrirao i doktorirao iz oblasti bioloških nauka na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Sarajevu.

Bio je osnivač i dugogodišnji voditelj Laboratorija za forenzičku genetiku na Institutu za genetičko inženjerstvo i biotehnologiju Sarajevo. U tom periodu, zajedno sa svojim kolegama, realizirao prve identifikacije žrtava rata u Bosni i Hercegovini i uspostavio je prvu bosanskohercegovačku DNK laboratoriju za analizu skeletnih uzoraka. Pod njegovim vodstvom su realizirane među prvim identifikacijama u Svijetu žrtava iz masovnih grobnica Drugoga svjetskog rata i to u Sloveniji, a poslije toga i u drugim zemljama regiona. Uporedo s tim realizirao je na stotine forenzičnih DNK analiza i vještačenja za potrebe sudova i tužilaštava u Bosni i Hercegovini, ali i ostalim zemljama regiona.

Bio je angažovan prvo od strane Internacionalne komisije za nestale osobe (ICMP) (2000. do 2003.), Europske agencije za rekonstrukciju (2006. i 2007.) za koju je vodio uspostavljanje i osposobljavanje policijske DNK forenzičke laboratorije u Beogradu. U 2018. i 2019. godini bio jedan od voditelja projekta optimizacije Instituta za sudsku medicinu iz Prištine, u kojem ga je angažovala misija EU.

Trenutno je redoviti profesor na International Burch University, Sarajevo Bosna i Hercegovina na kojem je bio izabran i za rektora u periodu 2016. do 2019. godine. Također, redoviti je profesor Univerziteta u Sarajevu, Bosna i Hercegovina, te gostujući profesor na više univerziteta u svijetu, od Hrvatske, pa sve do Kine. Uporedo s tim, izabran je u zvanje znanstvenog savjetnika na Institutu za genetičko inženjerstvo i biotehnologiju Univerziteta u Sarajevu,

te višeg znanstvenog suradnika na Institutu za antropologiju iz Zagreba. Njegovo osnovno znanstveno područje interesa je forenzična, populacijska i molekularna genetika te molekularna antropologija.

Autor je i koautor 14 knjiga, više od 100 znanstvenih i preglednih članaka i sažetaka u časopisima CC, WOS, SCOPUS te ukupno preko 260 znanstvenih radova i sažetaka u drugim časopisima i znanstvenim publikacijama.

Aljo Mujčić

Univerzitet u Tuzli, Fakultet elektrotehnike, Odsjek za telekomunikacije



Aljo Mujčić je redovni profesor na Fakultetu elektrotehnike Univerziteta u Tuzli, izabran na užoj naučnoj oblasti „Telekomunikacije“. Na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu je diplomirao 1992. godine a magistrirao na Fakultetu elektrotenike i mašinstva u Tuzli 1999. godine. Doktorirao je na području elektrotehnike 2004. godine na Fakultetu za elektrotehniku Univerziteta u Ljubljani. U periodu od 1993. do početka 1996.

godine bio je pripadnik Armije Bosne i Hercegovine i vodio je jedinicu vazduhoplovnotehničkog održavanja iz sastava Ratnog vazduhoplovstva Armije Bosne i Hercegovine. Na Fakultetu elektrotehnike je angažovan od 1993. godine a zvanje redovni profesor je stekao početkom 2016. godine. Period od 2001. do 2004. godine je proveo u Ljubljani kao istraživač i doktorski student na Fakultetu za elektrotehniku u Ljubljani. Autor i koautor 21 naučnog rada objavljenog u revijama i preko 70 radova objavljenih na konferencijama. Koautor je 7 udžbenika koji se koriste u nastavi na Fakultetu elektrotehnike. Aktivno je učestvovao u realizaciji većeg broja naučno-istraživačkih i stručnih projekata u Bosni i Hercegovini i inostranstvu. Član je tima za razvoj Kampusa Univerziteta u Tuzli.

Profesor Mujčić radi na organizaciji Međunarodnog simpozija iz informacijsko-komunikacijskih tehnologija InTsikt i Tehničkom simpoziju u okviru Dana Bosanskohercegovačko-američke akademije nauka i umjetnosti. Član IEEE i Bosanskohercegovačko-američke akademije nauka i umjetnosti.

Mehmed Nurkanović

Univerzitet u Tuzli, Prirodno-matematički fakultet, Odsjek Matematika



Mehmed Nurkanović je doktor matematičkih nauka i redovni profesor na Odsjeku matematika Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Tuzli. Godine 1983. diplomirao je na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Sarajevu kao student generacije Fakulteta (i kao jedan od pet najuspješnijih studenata Univerziteta u Sarajevu). Za izuzetan uspjeh u toku studija dobitnik je Zlatne značke Univerziteta u Sarajevu, kao i Srebrne značke za svaku godinu studija. Na istom fakultetu je magistrirao (1997. godine) na temu “Teorija malih talasa” i također i doktorirao (2002. godine) na temu “Asimptotsko ponašanje rješenja nekih dvodimenzionalnih sistema diferentnih jednačbi sa primjenama”. Profesor Mehmed Nurkanović na Univerzitetu u Tuzli zaposlen je od 1990. godine. U posljednjih 23 godine bavi se diferentnim jednačbama i diskretnim dinamičkim sistemima (stabilnost, bazeni privlačenja, bifurkacije, egzistencija i kontrola haosa, te primjena u različitim oblastima nauke, posebno matematičkoj biologiji, fizici i tehničkim naukama). Autor je ili koautor dva univerzitetska udžbenika, tri naučne knjige, dvije zbirke zadataka. Ima 33 objavljena naučna rada u eminentnim internacionalnim naučnim časopisima (CC, WoS, SCOPUS, Mathematical Reviews, Zentralblatt für Mathematik), 7 naučnih radova u domaćim naučnim časopisima te 17 radova objavljenih u stručnim časopisima. Bio je voditelj četiri i učesnik u sedam naučno-istraživačkih projekata.

Profesor Mehmed Nurkanović je urednik u časopisu “Sarajevo Journal of Mathematics” (ANUBiH), zatim Review Editor for Dynamical Systems u časopisu “Frontiers in Applied Mathematics and Statistics”, urednik u dva specijalna izdanja u dva internacionalna časopisa, te glavni urednik ili urednik u nekoliko stručnih matematičkih časopisa.

Asif Šabanović

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine



Asif Šabanović je redovni član Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine. Diplomirao 1970, magistrirao 1975. i odbranio doktorsku disertaciju 1979. godine na Elektrotehničkom fakultetu u Univerzitetu u Sarajevu.

Od 1970. do 1991. godine radio u Energoinvestu – Institut za automatiku i računarske nauke (IRCA). Od 1973. do 1991. godine radio u dopunskom radnom odnosu na Elektrotehničkom fakultetu (ETF). U 1974. godini boravio je u Institutu za probleme upravljanja (IAT) AN SSSR, Moskva. Od 1983–1985. boravio kao gostujući profesor na California Institute of Technology (Caltech), Pasadena, CA, USA. U 1987. boravio kao Research Fellow na Tokyo University, Tokyo. Od 1991. i 1992. godine boravio je u zvanju Hitachi Chair Professor na Keio University, Yokohama Japan, a 1992. i 1993. radio kao redovni profesor na Yamaguchi University, Ube, Japan. Krajem 1993. izabran je za rukovodioca odjeljenja CAD/CAM Robotics u TÜBİTAK – Marmara Research Centre, Kocaeli, Turska. Godine 1999. godini izabran je za redovnog profesora na Sabanci University, Istanbul, Turska. U 2014. je izabran za profesora emeritusa na Internacionalnom univerzitetu u Sarajevu, a 2019. za profesora emeritusa na Univerzitetu u Sarajevu.

Oblasti njegovog stručnog i naučnog djelovanja su: sistemi upravljanja s posebnim akcentom na nelinearne sisteme, energetska elektronika, mehatronika, robotika, upravljani elektromotorni pogoni, mikro-nano sistemi, haptički sistemi, upravljanje u elektroenergetskom sistemu, sistemi daljinskog upravljanja (cyber-physical sistemi).

SAŽECI ISTRAŽIVANJA
PRVA SESIJA

Azra Hadžimerović

Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet

E-mail: azrahagi@gmail.com

Nastava matematike u online okruženju

Sažetak istraživanja:

U doba pandemije Covid-19, škole su se suočile s izazovom prelaska na online nastavu te su se morale prilagoditi novim okolnostima. Isto se odnosilo kako na učenike, tako i na predavače, koji su se suočavali s neočekivanim preprekama u ovom novom obliku nastave. Međutim, posebno se ističe da su najveći izazovi nastali u predmetu matematike, gdje su se predavači susretali s poteškoćama u prenošenju lekcija, shvaćanju lekcija od strane učenika te provjeri postignuća učenika. Nastavnici su se trudili prilagoditi svoje metode poučavanja kako bi bile prikladnije za online format, no suočavali su se s nedostatkom mogućnosti izravnog kontakta i poteškoćama u održavanju pažnje učenika. Nastavnici su se trudili pronaći efikasne načine za provjeru razumijevanja gradiva, no virtualna priroda nastave često nije omogućavala potpuno precizno vrednovanje. Dolazilo je do prepisivanja i varanja od strane učenika tokom provjere učeničkih postignuća. Također, problem su stvarala i eksterna testiranja, čiji su rezultati pokazali nejednako znanje učenika između škola iako imaju istu prosječnu ocjenu, također nepoklapanje rezultata eksternog testiranja sa testiranjem u školi. Suština našeg rada jeste pronalaženje prednosti i nedostataka online nastave matematike, kao i identifikacija efikasnih metoda. Želimo predstaviti lekcije na razumljiv način koji će privući pažnju učenika koristeći STEM pristup, povezujući matematiku s drugim oblastima i stvarnim životom putem brojnih primjera iz svakodnevnog života. Naš cilj je smanjiti kognitivno opterećenje učenika, dok istovremeno osiguravamo da se lekcije trajno pohrane u njihovoj memoriji. Jedan od izazova koji smo identificirali je nejednačenost kriterija tokom ocjenjivanja učenika u ovom obliku nastave. Kako bismo se uhvatili ukoštac s ovim problemom, osmislili smo i kreirali aplikaciju koja će postaviti ujednačene kriterije za sve škole. Na taj način, profesori će moći pružiti odgovore bez pristranosti, a roditelji će imati uvid u svaki usmeni odgovor svog djeteta. Nadalje, u aplikaciji se kreira baza zadataka sa obuhvaćenim područjima za svaki razred, uz različite nivoe težine za ocjene 2, 3, 4 i 5. Ovo će omogućiti bolje vrednovanje učeničkih sposobnosti i napretka. Rezultati našeg istraživanja pokazuju da kako učenici tako i predavači smatraju da bi online nastava matematike mogla biti učinkovit i koristan dodatak tradicionalnoj nastavi. Učenici su posebno zadovoljni kada

se ovakav oblik nastave kombinira sa tradicionalnom, ili isključiva upotreba online nastave u slučaju izvanrednih situacija kao što su vremenske nepogode. Vjerujemo da ukoliko se online nastava matematike primjenjuje na pravi način, može pružiti mnoge prednosti i unaprijediti obrazovni proces za sve učesnike.

U fokusu istraživanja je:

- Olakšavanje kognitivnog opterećenja učenika i poticanje trajnog pohranjivanja matematičkih lekcija kroz upotrebu STEM pristupa u nastavi matematike, što se pokazalo ključnim za pobuđivanje interesa učenika i njihovo aktivno sudjelovanje. Posebno smo posvećeni kreiranju zadataka koji su povezani s stvarnim životom kako bismo primijenili matematičke koncepte u praktičnom kontekstu.
- Pronalaženje efikasnih metoda koje ističu prednosti online nastave u odnosu na tradicionalnu nastavu u učionici.
- Razvoj aplikacije koja osigurava ujednačene kriterije ocjenjivanja, sprječava pristrasnost predavača, omogućava pošteno vrednovanje učenika bez mogućnosti varanja na ispitima, te roditeljima pruža uvid u odgovore njihove djece. Aplikacija će doprinijeti da eksterna testiranja pokažu realne rezultate kakvi su i u školskim testiranjima, te da učenici iz dvije različite škole, koji imaju istu ocjenu, posjeduju isto znanje.

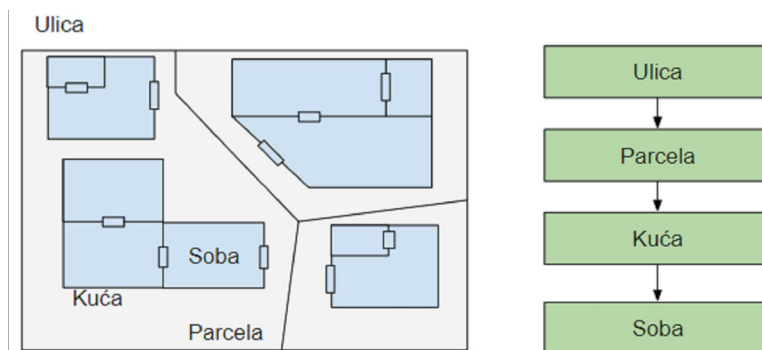
Emir Cogo

Univerzitet u Sarajevu, Elektrotehnički fakultet, Odsjek za računarstvo i informatiku,
E-mail: ec15261@etf.unsa.ba

Proceduralno modeliranje hijerarhijske podjele prohodnog prostora sa inter-operabilnošću između nivoa hijerarhija

Sažetak istraživanja:

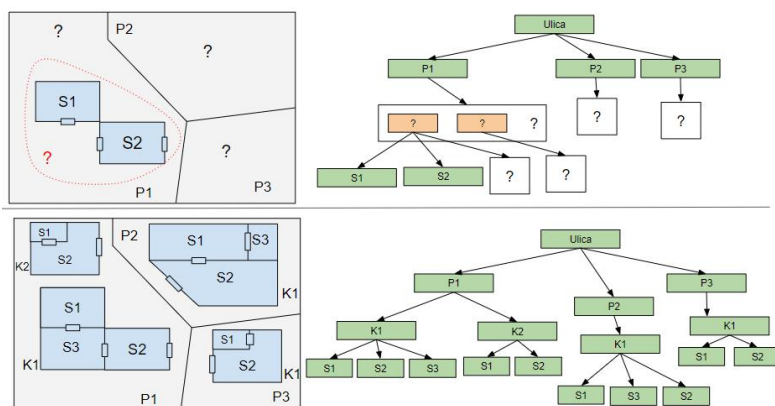
Proceduralno modeliranje se koristi za automatsko generisanje sadržaja virtuelnog svijeta kroz koji se korisnik može kretati. Sadržaj za kojim ima najviše potrebe su ulice, parcele, zgrade, prostorije i raspored namještaja. Način organizacije ovih sadržaja se svodi na problem podjele prostora predstavljenog u obliku 2D poligona, pri čemu je prostor organizovan hijerarhijski i svaka podjela čini novi nivo hijerarhije (Slika 1). Nivoi hijerarhije ovise jedni o drugima tako da jedan ne može biti kompletan bez prisustva ostalih. Da bi sadržaj bio realističan, korisnik mora biti u stanju da posjeti svaki dio prostora, tj. da može da se kreće ulicom i vidi parcele i zgrade, a pri ulasku u zatvoreni prostor da može da se kreće kroz sobe i vrši interakciju sa namještajem.



Slika 1. Hijerarhijski nivoi (desno) i primjer jedne organizacije prostora (lijevo)

Kreatorima virtuelnog sadržaja je potrebno da se sadržaj može kreirati automatski jer ručno kreiranje zahtijeva previše vremena. U nekim slučajevima dio prostora je kreiran ručno, a potrebno je da se veći dio sadržaja koji nije napravljen kompletira automatski. Često i sam željeni cilj od strane korisnika nije poznat u potpunosti. Tada je puno lakši proces u kojem korisnik dobije jedan primjer potpuno generisanog prostora, odluči se za dio sadržaja s kojim je zadovoljan i dio koji je potrebno odbaciti, a zatim se proces ponavlja i kroz

nekoliko pokušaja se dođe do sadržaja na koji korisnik nema zamjerki. Postoje mnogi algoritmi za kreiranje pojedinačnih nivoa hijerarhije, ali su rijetko primijenjeni na način da generišu kompletnu virtuelnu scenu, od ulica do rasporeda namještaja (Slika 2). Također, postojeći algoritmi se većinom bave podjelom prostora krenuvši od praznog sadržaja, a kompletiranje prostora koji korisnik djelimično napravi ručno je nedovoljno istraženo. Pored toga, algoritmi za kreiranje enterijera mogu raditi sa granicama pod pravim uglovima, dok se u eksterijerima često može generisati podjela nepravilnog oblika. Da bi svi nivoi međusobno usaglasili svoje granice, potrebno je da se nepravilni oblici generisani od strane algoritama za podjelu eksterijera transformišu u oblike kod kojih su sve ivice pod pravim uglom, kako bi se odgovarajući algoritmi mogli primijeniti nad tim prostorom.



Slika 2. Postavka problema sa djelimično kreiranim sadržajem (gore) i kompletno generisanim sadržajem (dole) sa nivoima: parcela (P), kuća (K) i soba (S)

Cilj istraživanja je odrediti novi pristup ili unaprijediti i kombinovati postojeće, tako da se mogu automatski generisati generalizirane prohodne hijerarhije sa proizvoljnim nivoima i postojećim definisanim elementima hijerarhije u početnom stanju. Rezultati će biti verifikovani po aspektu potpunosti, prohodnosti i generisanim tipovima oblika. Pristup će se verifikovati kroz pilot case studiju i koristeći slučajeve prikazane u postojećoj literaturi i ručno kreiranim slučajevima. Pilot case studija uključuje organizaciju prostora oko manuelno izrađenih građevina od značaja za kulturno naslijeđe. Primjeri iz postojeće literature su većinom prilagođeni samo za jedan tip sadržaja, poput ulica ili prostorija, tako da će se metod koristiti da se primjeri dopune tako da prostori budu kompletni na svim nivoima. Ručno kreirani slučajevi pokrivaju situacije koje nisu pokrivena postojećom literaturom.

Fatima Skaka-Čekić

Univerzitet u Sarajevu, Elektrotehnički fakultet

E-mail: fatima.skaka@gmail.com

Redukcija dimenzionalnosti faktora uticaja pri evaluaciji kvaliteta iskustva video sadržaja¹

Sažetak istraživanja:

Analitika velikih podataka i tehnologije umjetne inteligencije AI (Artificial Intelligence) postale su fokus nedavnih istraživanja zbog velike količine podataka koje se generišu u mrežama nove generacije. Metodi redukcija dimenzionalnosti prepoznati su kao važan korak u ovim analizama. Multidimenzionalna priroda kvaliteta iskustva QoE (Quality of Experience) zasniva se na skupu faktora uticaja IF (Influence Factor) čija je dimenzionalnost poželjna da bude veća zbog boljeg predviđanja QoE. Kao posljedica toga, problemi s dimenzionalnošću se javljaju u QoE modelima predviđanja. U skladu sa navedenim, upotreba metoda redukcije dimenzionalnosti u QoE modeliranju je bitan korak kada je velika dimenzionalnost ulaznog prostora IF-ova. Sveobuhvatno razumijevanje promjene QoE zahtijeva analizu što većeg broja IF-ova, što nalaže uvođenje alata koji su namijenjeni analizama prostora velikih dimenzija. To je motivacija za doktorsku tezu čiji je cilj:

- Sistematičan pregled korištenih metoda redukcije dimenzionalnosti kako bi se dobio uvid u primjenjivost metoda za različite tipove ulaznih IF-ova, različitu dimenzionalnost, različite metode predikcije kao i različite tipove procjene kvaliteta iskustva. Pregledom će se utvrditi studije u kojima je data komparacija primjene različitih metoda redukcije dimenzionalnosti, komparacija ostvarenih performansi QoE predviđanja pri upotrebi i bez upotrebe metoda redukcije dimenzionalnosti, upotreba višestrukih metoda redukcije dimenzionalnosti, prijedlozi novih metoda redukcije dimenzionalnosti, te druge primjene metoda kao što su bolje upoznavanje prostora IF-ova.

¹ Istraživanje je objavljeno u radovima:

Skaka-Čekić F, Baraković Husić J. A feature selection for video quality of experience modeling: A systematic literature review. WIREs Data Mining and Knowledge Discovery, 2023. e1497. doi: <https://doi.org/10.1002/widm.1497>

Skaka-Čekić F, Baraković Husić J, Odžak A, Hadžialić M, Huremović A, Šehić K. Dimensionality reduction of independent influence factors in the objective evaluation of quality of experience. Sci Rep 12. 2022. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-13803-z>

- Prijedlog novog metoda polazeći od metoda aktivnih podprostora ASM (Active Subspaces Method) za redukciju dimenzionalnosti. Predloženi modifikovani ASM (mASM) koristi varijansu/standardnu devijaciju kao mjeru varijabilnosti funkcije što omogućava redukciju dimenzionalnosti kategoričkih IF-ova. Primjena modificiranog ASM-a nije ograničena samo na QoE modeliranje.
- Prijedlog novih metrika koje se mogu koristiti za poređenje različitih pristupa redukcije dimenzionalnosti, ekstrakcija karakteristika i selekcija karakteristika. Aktivna ocjena za selekciju karakteristika je postojeća metrika koja se proračunava koristeći izlaz iz ASM procedure, te je uporediva sa postojećom Globalnom metrikom osjetljivosti baziranom na izvodima. Predložena nova metrika je Varijansna/STD ocjena za selekciju karakteristika koja se uvodi analogno Aktivnoj ocjeni za selekciju karakteristika. Pored navedenog, uvode se metrike Aktivna ocjena za ekstrakciju karakteristika i Varijansna/STD ocjena za ekstrakciju karakteristika kako bi se omogućila komparacija pristupa redukcije dimenzionalnosti, ekstrakcije i selekcije karakteristika.

Pregled postojećih i novih metoda i metrika je dat na slici 1.

	Varijabilnost funkcije: izvod	Varijabilnost funkcije: varijansa/STD
Globalna metrika analize osjetljivosti	Globalna metrika osjetljivosti zasnovana na derivatima	Sobolova metrika ukupne osjetljivosti
Metod redukcije dimenzionalnosti	Active Subspaces Method (ASM)	Modified ASM (mASM)
Metrika za selekciju karakteristika	Aktivna ocjena za selekciju karakteristika	Varijansna/STD ocjena za selekciju karakteristika
Metrika za ekstrakciju karakteristika	Aktivna ocjena za ekstrakciju karakteristika	Varijansna/STD ocjena za ekstrakciju karakteristika
	Postojeći metodi/metrike	Novi metodi/metrike

Slika 1. Pregled postojećih/novih metoda i metrika

Sistematičnim pregledom je utvrđeno da primjena metoda u QoE modeliranju ima prednost u ostvarenju boljih performansi u QoE predikciji. Također, sistematičnim pregledom je utvrđeno da primjena metoda je korisna za

upoznavanje IF prostora u cilju utvrđivanja da li se može izvršiti redukcije dimenzionalnosti. Matematički je dokazano da je postotak varijabilnosti funkcije opisan odgovarajućom linearnom kombinacijom ulaznih IF-ova uvijek veći ili jednak postotku koji odgovara selekciji ulaznog IF-a kada je stepen redukcije isti. Numeričkom analizom je utvrđeno da je QoE funkcija uglavnom ravna za male varijacije ulaznih IF-ova. Također, numeričkom analizom je pokazano da je Varijansna/STD ocjena za selekciju karakteristika uporediva sa postojećom Sobolovom metrikom ukupne osjetljivosti koja je bazirana na varijansi. Predloženi metod i metrike su korisni kada se optimizira broj Ifova za QoE predviđanje, te se mogu iskoristiti za bolje razumijevanje prostora IF-ova u skladu sa promjenama QoE.

Ajdin Vatreš

Univerzitet u Sarajevu, Mašinski fakultet

E-mail: ajdin.vatres@mef.unsa.ba

Modeliranje algoritma dubokog učenja za klasifikaciju humanih hromozoma

Sažetak istraživanja:

Razvojem potpuno automatskog sistema za klasifikaciju hromozoma mogao bi se značajno umanjiti ili eventualno čak i potpuno zamijeniti rad citogenetičara pri izradi raznih citogenetičkih nalaza. Na ovaj način bi se ostvarile značajne uštede u resursima (vremenu i trošku) potrebnim za izradu nalaza. Ovo bi učinilo citogenetičke analize pristupačnijim, ali i tačnijim kako se sa automatskim sistemom odstranjuje mogućnost ljudske greške. Korak od ključnog značaja u ovom procesu je klasifikacija, koja mora biti izvršena sa velikom tačnošću i pouzdanošću. Ovo je izrazito teško ostvariv zahtjev, kako je u strukturi hromozoma prisutan niz zahtjevnih pojava koje čine primjenu klasičnih metoda za obradu i klasifikaciju slika nepogodnim. Visoka klasifikacijska tačnost ostvarena je upotrebom ansambl modela, koji se sastojao od dvije paralelne grane konvolucijskih mreža, koji je prezentiran u ovom radu. Individualne slike metafaznih hromozoma su korištene za trening i validaciju konvolucijskih mreža. Slike su prethodno predprocesirane kombinacijom algoritama bilateralnog filtriranja, kontrastno limitiranog adaptivnog izjednačavanja histograma i algoritma kotrljajuće kugle. Na ovaj način je umanjena količina šuma prisutna u slikama, podešen njihov kontrast kako bi ključne osobine pojedinih hromozoma bile lakše uočljive i umanjen utjecaj osvjetljenosti pozadine. Slike hromozoma su zatim redimenzionirane na zajedničku veličinu. Razvijena je i u ovom radu prezentirana dodatna konvolucijska mreža koja otkriva lokaciju centromere hromozoma i predviđa njene koordinate na slici. Na osnovu ovako određenih koordinata centromere izvršeno je centriranje hromozoma unutar prostora njegove individualne slike. Konačni korak u procesu klasifikacije se sastojao u kreiranju duboke konvolucijske mreže za klasifikaciju hromozoma. Dvije ovakve mreže su spojene u konačni ansambl model. One su paralelno, nezavisno jedna od druge, predviđale klasu analizirane slike hromozoma. Prva od ove dvije grane je za ulaze koristila cijele slike hromozoma, dok je druga grana koristila kompozitne slike sa odabranim detaljima hromozoma koji nose ključne informacije za njegovo raspoznavanje. Za izradu ovih kompozitnih slika u ovom radu su kreirane i prezentirane procedure. Testirana su tri različita tipa kompozitnih

slika i shodno tome razvijena tri tipa različitih ansambl modela na osnovu njih. Na ovaj način je omogućeno da konačni model uzima u obzir globalne karakteristike hromozoma, koje je moguće uočiti na slikama koje prikazuju hromozom u cijelosti, kao i da se fokusira na lokalne detalje koji nisu jednako vidljivi u istoj prostornoj rezoluciji kao globalne karakteristike. Konačno su kombinirane distribucije vjerovatnoća koje su predvidjele individualne grane u jednu jedinstvenu, na osnovu težinskih faktora čije su optimalne vrijednosti određene u ovom radu. Robusnost modela je osigurana upotrebom procedure unakrsne validacije sa pet podskupova. Najbolji model je na neviđenom testnom skupu podataka ostvario tačnost od 98.91%, vrijednost Metjusovog korelacijskog koeficijenta od 0.98866 i vrijednost Kohenove χ od 0.98865.

Mahir Hafizović

Internacionalni univerzitet u Sarajevu, Fakultet prirodnih i tehničkih nauka (studijski program Mašinstvo)

E-mail: hafizovic@gmail.com

Simulacija disperzije aeropolutanata u realnim urbanim konfiguracijama u uslovima jake temperaturne stratifikacije

Sažetak istraživanja:

Sarajevo kao i još neki bosanskohercegovački gradovi posljednjih godina se redovito pojavljuju na ljestvici urbanih cjelina sa najzagađenijim zrakom na svijetu. Razlozi loše kvalitete zraka u BH gradovima su višestruki: jake emisije aeropolutanata iz industrijskih postrojenja, individualnih ložišta koja koriste ugalj, saobraćaja, te smanjena prirodna ventilacija zraka usljed kotlinske konfiguracije terena i izgradnje većeg broja zgrada velikih gabarita koje blokiraju strujanje zraka, uz čestu pojava temperaturne inverzije tokom zimskog perioda. Ekstremno visoke koncentracije štetnih čestica (PM) u zraku su vezane za pojavu temperaturnog inverzionog sloja iznad prizemnog miješajućeg sloja zraka niže temperature. Predmet istraživanja je disperzija aeropolutanata emitovanih iz saobraćaja u prostoru i vremenu u uslovima temperaturne inverzije pri čemu se uzima u obzir dinamika emisije aeropolutanata (pojačan broj vozila u jutarnjim i popodnevnim satima kao i različiti režimi saobraćaja u smislu protoka vozila). Istraživanje će se bazirati na korištenju računске dinamike fluida, tj. kompjuterskim simulacijama strujanja zraka koje su bazirane na rješavanjima jednačina dinamike fluida, te prijenosa mase i toplote. Simulacije će uključiti različite računске konfiguracije, sa i bez objekata (zgrada) na tlu, kao i različite scenarije emisije aeropolutanata. Većina simulacija će obuhvatiti period od 24 sata, tkz. diurnalni (dnevno-noćni) ciklus.

U fokusu istraživanja je:

- optimizacija numeričkih metoda potrebnih za simulaciju ovakvih strujanja te adekvatnih matematskih modela za turbulenciju i prijenos toplote,
- razumijevanje fizike strujanja koja determiniše disperziju aeropolutanata u prostoru i vremenu sa posebnim akcentom na pojavu maksimuma u koncentraciji aeropolutanata,

- uslovljenost pojave visoke koncentracije aeropolutanata u ograničenom prostoru, tzv. pollution hot spots režimom saobraćaja te prisustvom i konfiguracijom zgrada uz saobraćajnice.

Istraživanje će pomoći da se bolje razumiju epizode ekstremno visoke koncentracije aeropolutanata u zraku u uslovima temperaturne inverzije što je preduslov za definisanje svrsishodnih i djelotvornih mjera u njihovom spriječavanju, kao i mjerama koje imaju za cilj poboljšanje kvaliteta zraka u gradovima.

Petar Praštalo

Univerzitet u Banjoj Luci, Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet

Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet

E-mail: petar.prastalo@aggf.unibl.org

Numeričko modeliranje ravanskog transporta zagađivača

Sažetak istraživanja:

Posljednjih nekoliko godina od građevinskih inženjera hidrotehnike se često traži da analiziraju i predvide miješanje zagađivača u otvorenim tokovima, jer nije dovoljno da se analizira sama strujna slika, količina vode već i kvalitet zbog sve veće zabrinutosti o samom kvalitetu vode u rijekama. Modelom transporta zagađivača opisuje se promjena koncentracije (uglavnom masene ili zapreminske) određena materije u nekom fluidu. Problem transporta je prije svega značajan sa stanovišta zaštite životne sredine. Iz tog razloga danas se sve više daje na značaju očuvanja kvaliteta vode, a ujedno i životne sredine. Tako na primjer, pri projektovanju kanalizacionih sistema, mora da se vodi računa o uticaju efluenta na kvalitet vode u prijemnim tokovima. Danas postoji veliki broj manje ili više složenih simulacijskim modela transporta zagađivača i kvaliteta vode. Važno pravilo kod primjene modela je da se složenost modela treba prilagoditi fondu podataka na osnovu kojih se model izrađuje, jer sama složenost modela neće poboljšati rezultate. Danas se obično za modeliranje transporta zagađivača koriste jednodimenzionalni (linijski) modeli transporta zagađivača, ali sve češće postoji potreba za primjenom dvodimenzionalnog (ravanskog) modela transporta zagađivača. U ovom radu korišćen je ravanski model transporta zagađivača na primjeru prirodnog vodotoka/rijeke uz prethodno poznato strujno polje (brzine) što se može postići numeričkim rješavanjem jednačina kojima se opisuje strujanje fluida. Rezultati hidrauličkog proračuna, odnosno strujno polje preuzeto je iz programa HEC – RAS 2D (brzine u x i y pravcu, kao i dubina h). Proračun transporta konzervativnog zagađivača urađen je u izrađenom programskom kodu u Matlab programu, u kom su kreirane simulacije ravanskog transporta zagađivača. Proračun transporta urađen je za slučaj kada se čitavom širinom poprečnog presjeka glavnog korita ispušta konzervativni zagađivač. Promjena koncentracije zagađivača definisana je linearno, sa uzvodno strane kao uzvodni granični uslov, dok se sam fenomen transporta obavlja duž razmatrane dionice u kojem se analizira uticaj koeficijenta disperzije na sam mehanizam transporta, kao i njegov uticaj na rezultate.

SAŽECI ISTRAŽIVANJA
DRUGA SESIJA

Edita Bjelić

Univerzitet u Tuzli, Prirodno-matematički i Tehnološki fakultet

E-mail: bjelic.edita@gmail.com

Izolacija bioaktivnih spojeva iz biomase ekstrakcijom pomoću eutektskih rastvarača

Sažetak istraživanja:

Svijet se trenutno suočava sa značajnim ekološkim problemima, klimatskim promjenama, zagađenjem i iscrpljenjem prirodnih resursa, što je uzrokovano modelom linearne ekonomije, koji uključuje eksploataciju resursa, njihovu preradu u proizvode i odlaganje nakon upotrebe. Posljedica ovakvog modela je nepovratna degradacija životne sredine, što je dugoročno neodrživo. Cirkularna ekonomija je alternativa linearnom modelu te postaje sve popularnija u smislu rješenja ekoloških problema. To je model koji se zasniva na principima minimiziranja otpada i zagađenja, održavanja materijala u upotrebi što je duže moguće i obnavljanju ili recikliranja otpada koji se ponovno koristi. Mikroalge su obećavajući izvor različitih proizvoda viših vrijednosti koji mogu doprinijeti cirkularnoj ekonomiji. Mikroalge predstavljaju jedinstveni izvor hemijskih spojeva kao što su pigmenti, proteini, ugljikohidrati i lipidi koji imaju različite primjene u prehrambenoj, kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji što ih čini idealnom sirovinom za biorafinerije u budućnosti. Međutim, ekstrakcija i pročišćavanje spojeva mikroalgi može biti izazovno zbog njihovog složenog hemijskog sastava i niske koncentracije željenih spojeva u biomasi. Poznato je da su isparljivi organski rastvarači, kiseline i baze primarni izbor za ekstrakciju i izolaciju velikog broja spojeva, te da klasični načini ekstrakcije obuhvataju dugotrajne procese koji iziskuju velike količine energije, visoke temperature, ne ostvaruju potpuno iskorištenje procesa i negativno utiču na okoliš. Ove poteškoće naglašavaju potrebu za inovativnim i održivim tehnikama ekstrakcije i prečišćavanja. Istovremeno, proizvodnja mikroalgi može stvoriti otpadne vode i efluent bogat nutrijentima, što može dovesti do eutrofikacije i drugih ekoloških problema. Ipak, korištenjem preostale biomase mikroalgi ukapljivanjem, ona se može pretvoriti u biogorivo, dodatno smanjujući ugljični otisak. Obzirom na aktuelnost ovakvih istraživanja i još uvijek nedovoljno istraženo područje primjene alternativnih ekstraktanata za obradu i valorizaciju viših produkata biomase planirano je unaprjeđenje ekstrakcijskih metoda s ciljem prelaska na principe „zelene hemije“. Ciljevi istraživanja uključuje valorizaciju biomase u svrhu ekstrakcije bioaktivnih spojeva primjenom prirodnih eutektskih rastvarača uz minimiziranje otpada.

Aktuelnost istraživanja zasnovana je na razvoju novih, ekološki prihvatljivijih metoda za ekstrakciju i izolaciju bioaktivnih spojeva iz biomase, sa ciljem očuvanja njihovih osobina prilikom procesa obrade ali i smanjenja negativnog uticaja industrijalizacije na prirodu. U tom smislu istraživanje je zasnovano na primjeni bio-rastvarača ali i dizajniranje i pripremu dubokih eutektičkih rastvarača (DES) korištenjem prirodnih neutralnih sastojaka, te njihovu karakterizaciju u smislu ispitivanja stabilnosti i fizičko-hemijskih osobina. Zbog male toksičnosti, biorazgradljivosti, mogućnosti recikliranja i ponovne upotrebe ovi rastvarači mogu zamijeniti konvencionalne organske rastvarače, te imaju veliki potencijal za procesiranje i obradu biomase. Ovi rastvarači su sastavljeni od dvije ili tri lako dostupne i ekološki prihvatljive komponente koje samoasociraju, obično preko vodikovih veza i formiraju eutektičku smjesu sa tačkom topljenja nižom od tačke topljenja pojedinačnih komponenata smjese. Ovakav rastvarač je u tekućem stanju ispod temperature od 100°C. Mogućnost podešavanja fizičko-hemijskih osobina omogućava optimizaciju njihove selektivnosti za bioaktivne spojeve. Analizirano je nekoliko HBA i HBD u različitim molarnim omjerima za pripremu preko 100 dubokih eutektičkih rastvarača, te ispitan temperaturni raspon na kojem su ovi rastvarači u tečnom stanju. Pripremljeni rastvarači su analizirani u smislu njihove stabilnosti i fizičko-hemijskih osobina, a zatim odabrani oni koji su najstabilniji u ekstrakcijskim uslovima i koji imaju poželjne fizičko-hemijske osobine (malu viskoznost, gustinu, nizak sadržaj vode i jednostavnost kod rukovanja-razdvajanja faza tokom ekstrakcije). Optimizirani su uslovi ekstrakcije za efikasnu ekstrakciju kao i kvantifikaciju izoliranih komponenata, uzimajući u obzir ispitivanje uticaja: molskog odnosa komponenata u sastavu eutektičkog rastvarača, odnosa čvrste faze i volumena eutektičkog rastvarača prilikom ekstrakcije i odvajanja, vrijeme trajanja same ekstrakcije, brzine miješanja faza, optimalne temperature. Glavni cilj istraživačkog projekta je unaprijediti proces ekstrakcije prema principima “zelene hemije”, ispitivanjem mogućnosti korištenja biorastvarača i prirodnih eutektičkih rastvarača za ekstrakciju i izolaciju različitih bioaktivnih spojeva iz biomase sa njihovom potencijalnom primjenom u prehrambenoj, kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji.

Rasim Omanović

Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet

E-mail: rasim.omanovic@pmf.unsa.ba

Modifikacija, karakterizacija i primjena novih sorbenata na bazi silika gela za uklanjanje polutanata iz vodenih rastvora

Sažetak istraživanja:

Polutanti koji se pojavljuju u tokovima otpadnih voda kao posljedica urbanizacije i ubrzanog razvoja industrije, su uglavnom hemijske supstance koje nisu biorazgradive zbog čega opstaju u životnoj sredini, bioakumuliraju se i predstavljaju rizik od izazivanja štetnih efekata ne samo na ljudsko zdravlje već i na životnu sredinu, mikrofloru, itd. Uklanjanje polutanata poput teških metala, boja, farmaceutika, pesticida i sl. iz otpadnih voda može se postići različitim konvencionalnim metodama kao što su hemijsko taloženje, koagulacija/flokulacija, flotacija, membranske metode, jonska izmjena, elektrohemijske metode, ozoniranje, itd. Međutim, pomenuti procesi imaju i nedostatke kao što je nepotpuno uklanjanje, visoki energetske zahtjevi i proizvodnja toksičnog mulja. U ciljeve savremenih separacionih tehnologija između ostalog spada istraživanje aktuelnih, efikasnih, jeftinih čvrstih faza, te razvoj novih uz procjenu primjenjivosti navedene metode u svrhu prečišćavanja jednog ili više polutanata iz otpadne vode. Modifikovani oblici silika gela prema literaturnim podacima potvrđuju značajne mogućnosti implementacije istih za uklanjanje određenih vrsta zagađujućih supstanci kao npr. teških metala, organskih boja, farmaceutika, pesticida itd. iz vodenih rastvora.

S tim u vezi, kroz ovu doktorsku disertaciju planirano je da se pripreme novi sorbenti i to kroz modifikaciju silika gela etanolnim ekstraktima lignoceluloznog materijala (kao npr. kore nara, grejpa, limuna, i/ili sličnih materijala). U prvom koraku će se aktivirati osnovni materijal tj. silika gel uz hloridnu kiselinu. Zatim će se pripremiti ekstrakti otpadne lignocelulozne biomase (kore nara, grejpa, limuna i/ili drugih sličnih lignoceluloznih materijala) u etanolu (96% i 70%). U drugom koraku izvršit će se modifikacija sorbenta dovođenjem u kontakt aktiviranog oblika silika gela i ekstrakta biomase. Provjera uspješnosti modifikacije izvršit će se kroz ispitivanje morfoloških karakteristika novo dobijenih čvrstih faza (sorbenata) u odnosu na osnovni materijal (silika gel) skenirajućom elektronskom mikroskopijom (SEM) dok će se semi-kvantitativna elementarna analiza površine izvršiti

energetsko disperzivnom spektroskopijom (EDS). Identifikacija funkcionalnih grupa na površini dobijenih sorbenata bit će utvrđena primjenom infracrvene spektroskopije sa *Fourier*-ovom transformacijom (FTIR). Dodatno, ispitat će se i ostale karakteristike površine čvrste faze određivanjem pH nultog naelektrisanja (pHpzc), pH suspenzije (pHsus) i katjonsko-izmjenjivačkog kapaciteta (CEC). Na modificiranim sorbentima provest će se skrining a koji podrazumijeva utvrđivanje efikasnosti pripremljenih sorbenata u sorpcijskom procesu uklanjanja teških metala (Cd^{2+} , Cr^{3+} , Cu^{2+} i Pb^{2+}), boja (metilen plavo i eriohrom crnog T) kao i farmaceutika (paracetamol i aspirin) iz vodenih modelnih rastvora pri različitim pH vrijednostima. Naime, pH vrijednost jeste najznačajniji regulator u procesu vezivanja polutanata za čvrstu fazu, jer utiče na ponašanje funkcionalnih grupa na površini čvrste faze kao i na ponašanje analita u rastvoru. Na osnovu najboljih vrijednosti efikasnosti uklanjanja spomenutih analita pri ispitivanim pH vrijednostima rastvora, odabraće se jedan od modificovanih oblika silika gela za svaki od analita za koji će biti određeni i ostali parametri koji utiču na efikasnost uklanjanja polutanta od interesa korištenjem generalne *batch* procedure.

Nadalje, optimizacija procesa vezivanja polutanata na čvrstu fazu podrazumijeva i određivanje uticaja mase čvrste faze od koje zavisi i ekonomska isplativost *batch* metode; zatim vremena kontakta analit-čvrsta faza u cilju utvrđivanja vremena postizanja ravnoteže između čvrste (sorbenta) i tečne (sorbata/ analit) faze kao i optimizacija početne koncentracije analita u cilju utvrđivanja optimalne koncentracije kontaminanta za ispitivani proces sorpcije. Dodatno, ispitivanjem uticaja temperature radnog rastvora, moći će se doći do zaključka da li povećanjem temperature dolazi do efikasnijeg uklanjanja ciljanog analita povećanjem površinske aktivnosti i kinetičke energije sorbata ili do narušavanja čvrste faze, što rezultira smanjenjem uklanjanja ciljanog analita. Optimizacija sorpcionog procesa iskazivat će se kroz proračun vrijednosti efikasnosti uklanjanja datog analita iz modelnih rastvora i proračuna kapaciteta korištene čvrste faze. Također, ispitivanje mogućnosti uklanjanja navedenih analita u prisustvu interferenata kroz simulaciju stvarnih otpadnih voda, sa ciljem određivanja kompeticije sa drugim jonima za aktivna mjesta na čvrstoj fazi, je još jedan dodatni zadatak navedene disertacije. Za određivanje koncentracije teških metala u vodenim rastvorima koristit će se plamena atomska apsorpciona spektrometrija (FAAS), dok za određivanje koncentracije boja i farmaceutika bit će korištena ultravioletna-vidljiva spektrofotometrijska tehnika, UV-VIS. Također, primjenom kinetičkih modela pseudo-prvog, pseudo-drugog reda i difuzionog Weber-Morris modela odredit će se kinetika procesa te određivanjem parametara adsorpcijske ravnoteže pomoću modela adsorpcijskih izoterma

(Langmuir, Freundlich i Temkin) pretpostavit će se kakva je interakcija između analita i sorbenta. Na kraju će se ponoviti karakterizacija primjenjenih sorbenata nakon provođenja *batch* procesa pri optimalnim uslovima u cilju potvrđivanja vezivanja svakog od analita.

Konačno, cilj disertacije je i primijeniti navedene sorbente, pri prethodno određenim optimalnim uslovima prema modelnim rastvorima, za uklanjanje svakog od analiziranih analita iz realnih uzoraka (riječne vode – po potrebi spajkovati riječnu vodu navedenim analitima i/ili industrijske otpadne vode – po potrebi izvršiti razblaženje na nivo koncentracije analita prema optimalnoj vrijednosti određenoj kroz optimizaciju sorpcionog procesa). Izvršit će se poređenje po kapacitetu sorbenta na bazi modificiranih oblika silika gela i uporediti dobijene vrijednosti sa rezultatima sličnih istraživanja.

Marino Jurišić

Sveučilište u Mostaru, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

E-mail: marino.jurismic@fgag.sum.ba

Utjecaj slobodnog konzolnog načina gradnje betonskih prednapetih mostova na njihovo ponašanje i sigurnost¹

Sažetak istraživanja:

Svrha ovog istraživanja je da se eksperimentalnim mjerenjima relativnih deformacija odredi točno ponašanje mostova građenih slobodno konzolnim načinom u tijeku gradnje i neposredno nakon završetka gradnje. Idući korak je izrada točnih numeričkih modela koji vjerno opisuju faze gradnje kroz koje je most prošao. Numerički rezultati će se usporediti sa mjerenim vrijednostima, nakon čega će se pokazati koliki utjecaj na konstrukciju imaju vremenski razmaci pojedinih faza gradnje. Obzirom da će eksperiment obuhvatiti barem dva stvarna mosta, rezultati se mogu koristiti pri kalibraciji daljnjih numeričkih modela, kao i za usporedbu sa postojećim modelima i mostovima. Vjeruje se da će provedena istraživanja doprinijeti novim znanstvenim spoznajama u istraživanom području. Ponašanje mostova građenih slobodnim konzolnim postupkom neprekidna je tema istraživanja akademske i stručne zajednice. Ubrzana gradnja cestovnih i željezničkih mostova, sa sve većim rasponima i sve zahtjevnijom geometrijom, postavlja pred inženjere projektante i izvođače sve veće zahtjeve u pogledu uštede materijala, smanjenje cijene i brzine izgradnje, uz zadržavanje istog stupnja mehaničke otpornosti, stabilnosti i pouzdanosti. Ekstremne vremenske prilike, potresi, led, bujice, orkanski vjetrovi i slično, kojima smo u posljednje vrijeme sve češće svjedoci, pred mostovske konstrukcije postavljaju sve veće i veće zahtjeve. Poznavati točan tijek sila u njima postaje primarni zahtjev inženjera konstruktora. Kako je vidljivo iz dosadašnjih istraživanja, predviđanje ponašanje takvih mostova na sva opterećenja koja na njih djeluju, davno su izašla iz domene klasičnog inženjera projektanta i uobičajenih linearnih modela iz komercijalnih računalnih programa za proračun konstrukcija. Generalni cilj istraživanja je istražiti utjecaj faze gradnje slobodno konzolnih mostova koji se betoniraju na licu mjesta na naprezanja i relativne deformacije u betonu i čeliku za prednapinjanje, te

¹ Napomene:

Završen je eksperimentalni dio istraživanja na mostovima, izrađeni su numerički modeli i napravljena je obrada rezultata. U tijeku je priprema znanstveno-istraživačkih radova za objavu rezultata u časopisima indeksiranim u WoSCC

istražiti utjecaj načina gradnje na progibe u toku gradnje. Iz usporedbe mjerenih rezultata i numeričkog modela, te kalibriranja numeričkog modela planira se izvesti zaključak o ponašanju slobodno konzolnih mostova neovisno o rasponu, kao i smjernice za modeliranje istih. Metodologija predviđenog znanstvenog istraživanja bila bi pretežito utemeljena na eksperimentalnim istraživanjima predmetne problematike pomoću suvremene opreme za mjerenje relativnih deformacija i pomaka (mjerni uređaji, mjerne trake na bazi promjene otpora, oprema za prikupljanje i obradu podataka). Uz eksperimentalna ispitivanja predviđa se razvoj numeričkog modela mostova u kojem će se vjerno prikazati konstruktivni elementi kao i tijek izgradnje mostova. Eksperimenti bi se proveli na temelju detaljnih planova i programa istraživanja, u skladu sa suvremenim postignućima i spoznajama u provedbi eksperimentalnih istraživanja. Ispravno planirana i uspješno provedena eksperimentalna istraživanja u pravilu daju pouzdanije rezultate od numeričkih modela. Zbog suvremene i kvalitetne opreme za ispitivanje konstrukcija, provedena eksperimentalna istraživanja će služiti kao kontrola razvijenom numeričkom modelu, nakon koje će kroz numerički model biti moguće prikazati razlike u rezultatima uslijed fazne izgradnje. Trenutno se u Bosni i Hercegovini gradi koridor Vc, koji je dio europskog sustava prometnica (Budimpešta-Osijek-Sarajevo-Ploče). Na ovom koridoru nalazi se i niz mostova koji se grade upravo konzolnim načinom gradnje. Istraživanje se planira provesti na mostovima Vranduk 1 i Vranduk 2. Ovi mostovi nalaze se na autocesti koridora Vc, dionica Poprikuše – Zenica Sjever (Donja Gračanica), poddionica Vranduk – Ponirak. Trasa poddionice počinje u dolini rijeke Bosne koliko to dopuštaju tehnički elementi kao i uvjeti na terenu. Svaki smjer autoceste je na posebnoj konstrukciji mosta, pa bi se istraživanje vršilo na Vranduk 1 desno (S1D) i na Vranduk 2 lijevo (S1L). Oba mosta grade se slobodno konzolnim načinom gradnje i okvirne su konstrukcije sa prednapetom rasponskom konstrukcijom. Most Vranduk 1 desni ima ukupnu dužinu od 390 m sa glavnim rasponom od 120 m. Most Vranduk 2 lijevi ima ukupnu dužinu 340 m sa glavnim rasponom od 150 m. Rasponska konstrukcija kod oba mosta je sandučasta promjenjive visine presjeka. Kod mosta Vranduk 1 visina na stupu je 6.80 m, a u polju 3.20 m. Kod mosta Vranduk 2 visina na stupu je 8.40 m, a u polju 4.00 m. Planira se uspostaviti monitoring na mostovima za vrijeme izgradnje kojim će se mjeriti promjene relativne deformacije na betonu i na čeliku za prednapinjanje. Osim toga geodetski će se pratiti točke na rubovima svakog segmenta tijekom izgradnje na sva četiri mosta. Na mostu Vranduk 2 postaviti će se mjerna oprema na stup S1L. Planira se postavljanje HBM uređaja QuantumX 840A sa 8 ulaznih kanala. U sve kanale priključit će se trake za mjerenje relativne deformacije

nominalnog otpora 120 Ohma, četiri trake stavile bi se u rubove poprečnog presjeka na beton, a preostale četiri na kablove konzolne gradnje. Trake postavljene na beton imaju dužinu mjerne baze 50 mm, dok trake postavljene na čelik za prednapinjanje imaju dužinu mjerne baze od 3 mm. Trake će se staviti u presjek koji je 0.50 m pomaknut od ruba dijafragme prema polju. U ovom slučaju bit će zabilježene promjene uslijed izvedbe svakog segmenta do spajanja mosta. U drugoj fazi, nakon sakupljenih svih numeričkih podataka mjerenja, planira se izrada numeričkog modela mostova u programskom paketu SOFiSTiK. Programski paket SOFiSTiK je komercijalni program, ali ujedno i istraživački software koji dozvoljava intervenciju u kôd i intervenciju u sve dijelove proračuna. U modelu će se pokušati što realističnije simulirati stvarna geometrija mostova sa stvarnim fazama gradnje i stvarnim teretima. Proračun će se izvršiti sa uključenom materijalnom i geometrijskom nelinearnosti (teorija 3. reda), pri čemu će biti obuhvaćeni i reološki procesi. Cilj ovog modela je da potvrdi izmjereno stanje na konstrukcijama. Predviđeno je da se iz navedenih istraživanja objavi najmanje 3 znanstvena rada u vodećim svjetskim časopisima.

Glavni ciljevi istraživanja su:

- Eksperimentalno istraživanje u vidu monitoringa dva mosta građena tehnikom slobodno konzolne gradnje tijekom cijelog perioda izgradnje od baznog segmenta do spajanja cijele konstrukcije koje će za rezultat dati podatke o ponašanju mosta tijekom izgradnje korisne za kontrole, kalibracije i izrade numeričkih modela.
- Razvoj numeričkog modela u sklopu programa SOFiSTiK čiji će se rezultati usporediti sa dobivenim rezultatima eksperimentalnog istraživanja kao kontrolom, te prikaz utjecaja fazne izgradnje na konstrukciju pri proračunu sa uključenom materijalnom i geometrijskom nelinearnosti.

Dublje sagledavanje utjecaja puzanja i skupljanja na deformacije i raspodjelu unutrašnjih sila/naprezanja na mostovima građanim slobodnim konzolnim postupkom, posebno u tijeku same izgradnje

Faris Trešnja

Univerzitet „Džemal Bijedić“ u Mostaru, Politehnika

E-mail: faris.tresnjo@gmail.com

Analiza nosivosti zidanih munara pri seizmičkom djelovanju

Sažetak istraživanja:

Seizmička zaštita objekata kulturno-historijskog nasljeđa uvijek je bila izazov za građevinarstvo vezano kako za numeričku analizu ovakvih objekata tako i za seizmičko ojačanje ovih građevina zbog izuzetno složenog ponašanja ovakvih konstrukcija. Ponašanje ovih konstrukcija se dodatno zakomplicira kada se aktivira i dinamičko ponašanje tj. djelovanje seizmičkih sila. Zidane konstrukcije izvedene su iz zidnih elemenata povezanih malterom ili bez maltera (suhoziđe). Ova dva materijala imaju izrazito različite mehaničke karakteristike. Zide pokazuje različita svojstva u različitim pravcima usljed malterskih spojnica koje djeluju kao ravni „slabosti“, rezultirajući da zidani objekti imaju kompleksno i izrazito nelinearno ponašanje. Zidane građevine su otporne na vertikalna opterećenja, ali ne i na horizontalna djelovanja. Osjetljivost na horizontalna djelovanja posebno dolazi do izražaja pri zemljotresu, zbog mehaničkih svojstava zidanog materijala, geometrijske konfiguracije te nedostatka učinkovitosti spojeva između konstrukcijskih elemenata. Shodno tome, zidani objekti predstavljaju jako kompleksne elemente za proračun s obzirom na njihov složeni heterogeni sastav, te zbog specifičnosti izgradnje svakog pojedinačnog objekta, a posebno kulturno historijskih objekata iz XV i XVI vijeka. Postoje različite strategije modeliranja zidanih konstrukcija, unatoč tome, zbog složenog nelinearnog ponašanja zidanih elemenata, odabir odgovarajućeg modela je od presudne važnosti, jer se moraju uzeti u obzir mnogi aspekti kako bi se postigla ravnoteža između složenosti samog modela, dužine trajanja proračuna i tačnosti dobijenih rezultata. Analiza i procjena ponašanja zidanih konstrukcija pod seizmičkim opterećenjem postala je neizostavan zadatak jer su zidane zgrade kao i kulturno-historijski objekti jedni od najstarijih načina gradnje u svijetu. Eksperimentalna metoda ispitivanja zidanih džamija i munara predstavlja primarni aspekt verifikacije njihove seizmičke otpornosti jer se karakteristike zida (krutost, nosivost, duktilnost) ne mogu jednostavno dobiti homogeniziranjem osobina maltera i zidanih elemenata. Na samom početku izvršilo se detaljno snimanje i prikupljanje geometrijskih karakteristika munara u Mostaru. Primjenom termalne kamere jasno su se

uočili različiti elementi munara, te postojeće pukotine i oštećenja. Nadalje, izvršeno je mikroseizmičko ispitivanje kvalitete višeslojnog zida baze munare primjenom Sonic velocity testa koji se temelji na mjerenju vremena putovanja elastičnih longitudinalnih kroz zadani materijal. S obzirom da dužinu puta i izračunato vrijeme širenja vala izračunava se brzina akustičnih valova koji mogu dati korisne informacije o kvaliteti i konzistenciji istraživanog elementa. Također, izvršeno je i ispitivanje dinamičkih karakteristika pomoću mjerenja ambijentalnih vibracija. Mjerenjem mikrotremora unutar munare odredile su se njegove osnovne frekvencije u dva međusobno okomita smjera na osnovu kojih se izvršila kalibracija modela prilikom numeričkog modeliranja. Za određivanje vrijednosti frekvencija primijenjene su HVSR metoda (eng. Horizontal to vertical spectral ratio) i OMA analiza (eng. Operational modal analysis). Po prvi put u BiH je izvršeno je modeliranje primjenom savremenog software-a Extreme Loading for Structures Software (ELS). Software ELS koristi nelinearni model koji je zasnovan na metodi primijenjenih elemenata (AEM) izvedenici metode konačnih elemenata (FEM) i metode diskretnih elemenata (DEM). Na ovaj način se omogućava proučavanje ponašanja konstrukcija kroz fazu kontinuuma i diskretnu fazu opterećenja što je od velikog značaja prilikom sloma konstrukcije. Na osnovu jednog dijela istraživanja doktorske disertacije, napisan je naučno-istraživački rad i objavljen u eminentnom časopisu Buildings pod nazivom „Experimental investigations and seismic assessment of a historical stone minaret in Mostar“ čiji su autori Faris Trešnje, Mustafa Humo, Filippo Casarin i Naida Ademović. U ovom radu dokazano je da munara džamije Tabačica ima značajnu seizmičku otpornost na zemljotres sa vršnim ubrzanjem tla od 0,26g i za povratni period od 475 godina (odgovara lokaciji džamije prema interaktivnoj seizmičkoj mapi BiH). Časopis Buildings se prema JCR nalazi u kvartilu Q2 (Construction), odnosno kvartilu Q1 (Architecture). Rad je objavljen 15 februara 2023. godine i do pisanja ovog obrasca imao je preko 1400 preuzimanja što još jednom potvrđuje kvalitet obavljenih istraživanja i analize koja je napravljena tokom ovog projekta. Za potrebe dalje izrade doktorske disertacije nabavljeni su akcelelogrami mnogih zemljotresa i aplicirani na modele karakterističnih munara u BiH kako bi se provjerila njihova nosivost. Najpoznatiji zemljotresi koji su aplicirani su: Hatay (razorni zemljotres u Turskoj koji se dogodio 2023. godine jačine 7,8 po Rihteru), EL Centro (7,1 po Rihteru), Petrovac (7,0 po Rihteru) i Kobe (6,9 po Rihteru) i drugi. Pošto softver ELS ima mogućnost prikaza sloma konstrukcije, pokazat će se pri kojoj jačini i trajanju zemljotresa dolazi do sloma munara. Također, u ovoj doktorskoj disertaciji modelirat će se i ojačanja zidanih munara kako

bi se pokazao njihov uticaj na povećanje kapaciteta nosivosti na dinamičke uticaje. Ova istraživanja kao rezultat trebaju dati novi protokol koji bi se trebao koristiti prilikom analize postojećih toranjskih konstrukcija.

Amna Bajtarević-Jeleč

Univerzitet u Zenici i Univerzitet „Džemal Bijedić“ Mostar, Mašinski fakultet

E-mail: amna.bajtarevic@unze.ba

Prilog procjeni integriteta zavarenih konstruktivnih elemenata primjenom CAE tehnologija i eksperimentalnih ispitivanja

Sažetak istraživanja:

Jedan od najvećih problema koji se javlja kod zavarenih konstrukcija su zaostali naponi i deformacije. Zatezni zaostali naponi koji se javljaju unutar i oko zavarenog spoja su štetni za integritet i radni vijek zavarenog elementa. Obzirom da se tokom zavarivanja toplota lokalizuje izvorom toplote, raspodjela temperatura u blizini zavarenog spoja nije uniformna. Upravo zbog lokalizovanja toplote, kompleksni termalni naponi se generišu tokom procesa zavarivanja. Zaostali naponi su naponi koji ostaju unutar materijala kao rezultat tečno-čvrstih faznih transformacija koji su povezani sa očvršćavanjem i neuniformnim hlađenjem zavara i materijala oko zavara. Visoke vrijednosti zateznih zaostalih napona u područjima blizu zavara mogu uzrokovati krti lom, ubrzati otkaz uslijed zamora i povećati napredak pukotina koje su uzrokovane naponskom korozijom. Zaostali naponi također ubrzavaju rast pukotina koje nastaju kao posljedica prisustva vodika u zavarenom spoju, čak i prije nego što se zavarena konstrukcija optereti radnim opterećenjem. U tom smislu, potrebno je poznavati sve parametre koji mogu utjecati na nastanak i razvoj zaostalih napona, te u konačnici na integritet i stabilnost zavarene konstrukcije. Cijevi i sistemi cjevovoda predstavljaju veoma učestale primjere zavarenih konstrukcija. Obzirom da se koriste za transport fluida pri različitim pritiscima i temperaturama, elementi cjevovoda tokom rada su izloženi različitim mehaničkim i termalnim naponima. Pri tome je potrebno obratiti posebnu pažnju na strukturni integritet zavara ovih konstrukcija, odnosno njihov vijek trajanja pri postojanju inicijalnih pukotina. Jedan od parametara koji do sada nije dovoljno istražen je uticaj vrste korištene elektrode pri zavarivanju na raspodjelu termalnih polja, raspodjelu i intenzitete zaostalih napona, te lomnu žilavost materijala zavara koji predstavlja kritično mjesto na zavarenim konstrukcijama generalno, a tako i unutar cijevnih sistema bez obzira da li se radi o šavnim ili sučeonim zavarima cijevi. Ispitivanje integriteta konstrukcija se ostvaruje eksperimentalnim metodama koje su definisane standardima, odgovarajućim analitičkim i u posljednje vrijeme sve

češće numeričkim metodama. Bitno je naglasiti da se sve korištene metode konstantno unapređuju. Pri ispitivanju lomnog ponašanja materijala cijevi, u skladu sa važećim standardima, istraživači su često nailazili na probleme pravilnog izrezivanja epruvete za ispitivanje, zbog cilindričnosti cijevi, pogotovo kada se radi o manjim cijevima, sa tanjim stijenkama. Posljednja istraživanja se vežu za novi tip prstenaste ispitne epruvete koja je pogodnija za ispitivanje materijala cijevi. S tim u vezi, moguće je koristiti ovu epravetu i za ispitivanje materijala šava zavarenih cijevi. Lomno ponašanje zavarene komponente se može analizirati numeričkim putem uz upotrebu savremenih softvera koji su bazirani na metodi konačnih elemenata. Prema tome, moguće je utvrditi tačnu raspodjelu temperaturnih polja koja nastaju tokom zavarivanja i hlađenja zavarene komponente, simulirati eksperimentalno izmjerene zaostale napone koji nastaju kao posljedica zavarivanja i u konačnici analizirati lomno ponašanje komponente u prisustvu zaostalih napona. Cilj doktorske disertacije jeste utvrđivanje uticaja korištenih elektroda pri zavarivanju na raspodjelu temperatura, intenzitet i raspodjelu zaostalih napona koji nastaju kao posljedica zavarivanja te lomno ponašanje materijala zavara upotrebom numeričkih i eksperimentalnih metoda. Jedan od ciljeva doktorske disertacije jeste da se upotrebom savremenog softvera, koji je baziran na metodi konačnih elemenata, utvrdi postojanost razlika lomnog ponašanja uzoraka sa i bez prisustva zaostalih napona u materijalu šava. Također, disertacijom će se obuhvatiti utvrđivanje optimalnog numeričkog modela za numeričku simulaciju temperaturnih polja koja nastaju tokom zavarivanja i hlađenja konstrukcije. U tom smislu optimalna veličina i raspored konačnih elemenata modela će se verifikovati eksperimentalnim rezultatima. Planirano je da se u sklopu ispitivanja, osim standardnih uzoraka primjene nove prstenaste epruvete cijevi, koji će se isjeći iz šavno zavarenih cijevi.

Alen Ibrišević

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije

Univerzitet u Sarajevu, Mašinski fakultet (matični fakultet)

E-mail: ibrisevic@mef.unsa.ba

Optimiranje obrade furnirsko uslojenog drva CNC glodanjem

Sažetak istraživanja:

CNC glodalice (CNC – engl. Computer Numerical Control) neizostavni su strojevi suvremene tehnologije za mehaničku obradu drva i drvnih materijala. Cilj je doktorskog rada istražiti obradu furnirskoga uslojenog drva CNC glodanjem te utvrditi utjecaj parametara obrade (posmične brzine, frekvencije vrtnje alata) na kvalitetu obrade, intenzitet vibracija, razinu emisije zvuka, raspodjelu topline u alatu te promjenu temperaturnog spektra unutar alata u određenom vremenskom razdoblju nakon završetka obrade. Povećanje temperature alata može dovesti do promjene svojstava materijala alata i ubrzavanja procesa zatupljivanja te može doći do kritičnog opterećenja i loma alata. Na raspodjelu topline u alatu, kvalitetu obrade furnirskoga uslojenog drva te veličinu vibracija i razinu zvuka značajno utječu i vrsta alata, način učvršćenja alata u stroj, kao i vrsta materijala koji se obrađuje. Na temelju provedenog eksperimenta utvrdit će se granične vrijednosti frekvencije vrtnje alata i posmične brzine s obzirom na zadanu kvalitetu obrađene površine i granične vibracije alata. Osim toga, istražiti će se koja vrsta alata, u ovisnosti o vrsti materijala koji se obrađuje, omogućuje postizanje najveće produktivnosti obrade, bez prekoračenja graničnih dozvoljenih vibracija alata tijekom obrade te granične razine emisije zvuka. Navedena istraživanja omogućit će optimizaciju procesa mehaničke obrade furnirskoga uslojenog drva s ciljem povećanja produktivnosti CNC strojeva i smanjenja troškova proizvodnje te dati preporuke za rješavanje problema intenzivnog trošenja i loma alata pri obradi furnirskoga uslojenog drva većih dimenzija.

Dženana Tomašević

Univerzitet u Zenici, Mašinski fakultet

Univerzitet u Sarajevu, Elektrotehnički fakultet

E-mail: dzenana.tomasevic@unze.ba

Kratkoročna prognoza kompozitnog modela opterećenja u pametnoj distributivnoj mreži

Sažetak istraživanja:

Povećan udio distribuirane proizvodnje i proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora, povećan stepen upravljivog opterećenja, automatizacije i broja pametnih uređaja su glavne karakteristike promjena koje se dešavaju u distributivnim mrežama, a imaju za cilj da podrže koncept pametnih distributivnih mreža. Dostizanje optimalnih uslova pogona, u do tada pasivnoj elektroenergetskoj mreži, postaje sve teže zbog brojnih zahtjeva kojima treba udovoljiti. Jedan od njih je i zahtjev za većom fleksibilnošću mreže što stavlja u fokus sisteme za upravljanje opterećenjem i sisteme za skladištenje energije. Fleksibilnost opterećenja u svakom vremenskom trenutku je određena veličinom potražnje i udjelom upravljivih potrošača u ukupnom opterećenju. Akcenat je na sve aktivniju ulogu krajnjih korisnika, a s tim i sve češći tok električne energije i informacija u oba smjera. Utjecaj opterećenja na distributivnom nivou može biti značajan i prenijeti se na nivo prenosne mreže. Zbog toga bi se planiranje sistema za upravljanje opterećenjem trebalo oslanjati na podatke o raspoloživoj fleksibilnosti na strani potrošnje i očuvanje performansi mreže (minimiziranje gubitaka, održavanje nivoa napona, itd.). Poznavanje strukture potrošača u ukupnom opterećenju ima presudan značaj za navedene sisteme. S druge strane, da bi se uradila korektna statička i dinamička analiza sistema, potrebno je poznavati karakteristike potrošača, odnosno pravilno odabrati odgovarajuće modele. Karakteristike potrošača predstavljaju polaznu tačku u planiranju distributivnih elektroenergetskih sistema. Određene su matematičkim modelima koji predstavljaju vezu između aktivne i reaktivne snage te drugih parametara elektroenergetskog sistema kao što su napon i frekvencija. Modelovanje potrošača predstavlja izuzetno složen proces zbog velikog broja faktora koji se trebaju uzeti u obzir. U tu svrhu je izuzetno važno koristiti kompozitni model koji u obzir uzima statičku i dinamičku prirodu potrošača. Sposobnost prognoze ukupnog opterećenja i udjela upravljivog opterećenja olakšava procjenu stvarnih kapaciteta operativne rezerve i servisa od strane potrošnje. Prognoza opterećenja predstavlja vrlo važan korak kod

planiranja i vođenja elektroenergetskog sistema. Korektno urađena prognoza opterećenja može utjecati na smanjenje finansijskih gubitaka prilikom nabavke električne energije na tržištu i obima investicija u izvore električne energije za pokrivanje tog istog opterećenja. Isto tako, dobro urađena prognoza ima veliki značaj u sistemima upravljanja opterećenjem. Promjene udjela upravljivih/neupravljivih potrošača moguće je posmatrati u dvije dimenzije: vremenskoj (promjena udjela opterećenja u toku jednog dana ili sezone) i prostornoj (promjena udjela opterećenja unutar distributivne mreže). Zbog kompleksnosti pristupa, u dostupnoj literaturi promjena udjela upravljivih/neupravljivih potrošača se posmatra u jednoj od pomenute dvije dimenzije. Određivanje kompozitnog modela agregiranog opterećenja kao i procjena modela koji bi se imao isključenjem dijela ili cijelog upravljivog opterećenja će poboljšati statičke i dinamičke analize koje su od iznimne važnosti za operatore na nivou distributivne ili prenosne mreže u smislu upravljanja i regulacije. Osnovni cilj doktorske disertacije, koji proizilazi iz analize stanja u oblasti istraživanja i lične motivacije, jeste razvijanje metodologije za kratkoročnu prognozu kompozicije i modela opterećenja u distributivnoj mreži uzimajući u obzir vremensku i prostornu dimenziju u modelovanju.

Hipoteza 1. Na osnovu ulaznih podataka iz transformatorske stanice o aktivnoj i reaktivnoj snazi, moguće je odrediti vremensku promjenu kompozitnog modela opterećenja.

Hipoteza 2. Na nivou distributivne mreže moguće je odrediti prostornu dimenziju promjene kompozitnog modela opterećenja.

Kako bi se ostvario osnovni cilj, istraživanje će biti koncipirano prema sljedećem planu:

1. Izrada detaljnog pregleda stanja u oblasti istraživanja, zajedno s kritičkim osvrtom na prednosti i nedostatke značajnijih postojećih modela opterećenja i modelovanja potrošača na nivou transformatorske stanice.
2. Analiza upravljivosti opterećenja i učešća različitih kategorija potrošača u ukupnom opterećenju u toku jednog dana i na različitim lokacijama unutar distributivne mreže.
3. Analiza postojećih metoda i odabir odgovarajuće za kratkoročnu prognozu agregiranog opterećenja.
4. Analiza postojećih metoda i odabir odgovarajuće za dekompoziciju agregiranog opterećenja na odgovarajuće kategorije koristeći mjerenja aktivne i reaktivne snage na nivou transformatorske stanice.

5. Prikupljanje potrebnih podataka i njihova obrada i analiza.
6. Prognoza kompozicije i modela opterećenja u distributivnoj mreži.
7. Validacija metodologije na osnovu podataka iz realnog sistema.
8. Zaključna razmatranja o provedenom istraživanju (definisane doprinosa i određivanje pravaca budućeg istraživanja).

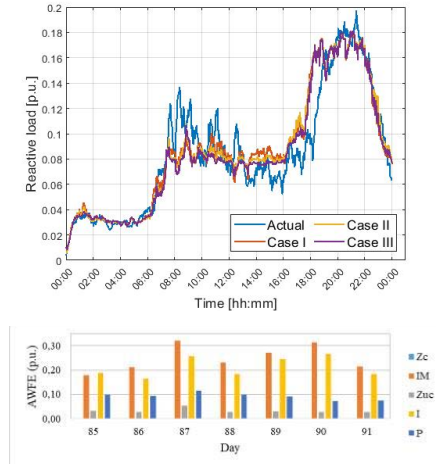
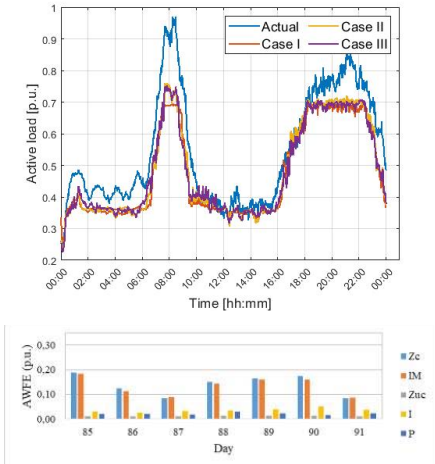
Očekivani znanstveni doprinosi predložene teme doktorske disertacije su:

1. Kritički osvrt na prednosti i nedostatke značajnijih postojećih modela opterećenja na nivou transformatorske stanice sa posebnim osvrtom na one koje su prikladni za sisteme upravljanja opterećenjem.
2. Identifikacija nedostataka u procesu prikupljanja podataka sistema za pametno mjerenje na terenu (u realnom elektroenergetskom sistemu).
3. Razvoj metodologije za kratkoročnu prognozu kompozicije opterećenja na osnovu mjerenja aktivne i reaktivne snage na nivou transformatorske stanice.
4. Razvoj kompozitnog modela opterećenja u distributivnoj mreži uzimajući u obzir vremensku i prostornu dimenziju u modelovanju. Detaljan model opterećenja će poboljšati statičke i dinamičke analize koje su od iznimne važnosti za operatore na nivou distributivne ili prenosne mreže u smislu upravljanja i regulacije.

Napomene:

Istraživanje, koncipirano prema navedenom planu, nalazi se u svojoj završnoj fazi. Aktivno se prikupljaju potrebni podaci kako bi se razvio kompozitni model opterećenja uzimajući u obzir prostornu dimenziju u modelovanju. Dakle, koraci od 1 do 5 su realizovani. Korak 6 je realizovan za samo jednu prostornu lokaciju.

Bolja tačnost kod prognoze agregiranog opterećenja se dobila za slučaj uključivanja dodatnih podataka za treniranje neuronske mreže (prva dva grafikona). Dosadašnje istraživanje je pokazalo da i vrlo jednostavna neuronska mreža može zadovoljiti kada je u pitanju dekompozicija agregiranog opterećenja na odgovarajuće komponente kompozitnog modela, a koristeći mjerenja aktivne i reaktivne snage na nivou transformatorske stanice (stupčasti dijagrami).



Nermin Čović

Univerzitet u Sarajevu, Elektrotehnički fakultet, Odsjek za automatiku i elektroniku
E-mail: nermin.covic@etf.unsa.ba

Planiranje kretanja robotskih manipulatora korištenjem informacije o distancama u radnom prostoru

Sažetak istraživanja:

Oblast istraživanja obuhvata algoritme za planiranje kretanja robotskih manipulatora, kako u okruženju sa statičkim, tako i sa dinamičkim preprekama, pri čemu je za njihovo funkcionisanje ključna informacija o distancama u radnom prostoru robota. Osim algoritama čiji je glavni zadatak proračun ostvarljivog kretanja, tretirani su i asimptotski optimalni algoritmi. Istraživanje se fokusira na SB (engl. *Sampling Based*) metode, koje su sve zastupljenije, kako u istraživanjima, tako i u industrijskoj praksi. Za planiranje kretanja u dinamičkom okruženju predlaže se DRGBT (engl. *Dynamic Rapidly-exploring Generalized Bur Tree*) algoritam, koji koristi ideju generaliziranog čička u slobodnom konfiguracijskom prostoru (engl. *generalized bur in free configuration space*). Pored toga, predlaže se i RGBMT* (engl. *Rapidly-exploring Generalized Bur Multi-Tree*) algoritam, namijenjen za asimptotski optimalno planiranje kretanja, prvenstveno u statičkom okruženju. Također, istraživanje pokriva i validaciju koja podrazumijeva i komparaciju sa drugim *state-of-the-art* kompetitivnim algoritmima, kako bi se pokazale obećavajuće mogućnosti predloženih metoda, ali i ograničenja kojima treba posvetiti posebnu pažnju. Fokus rada stavlja se na razvoj algoritama koji, u poređenju sa postojećim, proračunavaju kretanje značajno brže, što ih čini pogodnijim za aplikacije koje zahtijevaju rad u realnom vremenu (engl. *real-time*). Štaviše, planira se eksperimentalna validacija na senzorski-baziranom stvarnom okruženju kroz spektar scenarija, uključujući i one koji podrazumijevaju prisustvo čovjeka u radnom prostoru robota.

SAŽECI ISTRAŽIVANJA
TREĆA SESIJA

Franjo Šarčević

Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet

E-mail: franjo.sarcevic@pmf.unsa.ba

Geometrija i topologija političkih struktura i glasačkih sistema

Sažetak istraživanja:

U svojoj doktorskoj disertaciji „Kalkulus funktora za r -imerzije“ i nakon nje [1, 2, 3, 4, 5] bavio sam se pitanjima vezanim za prostore ulaganja, imerzija i r -imerzija jedne mnogostrukosti u drugu s aspekta kalkulusa funktora na mnogostrukostima, teorije razvijene tokom 1990-ih i 2000-ih. S obzirom da se radi o vrlo apstraktnom području algebarske topologije, teško razumljivom čak i teorijskim matematičarima koji nisu stručnjaci u tom polju, ovdje bih želio predstaviti neke stvari na kojima trenutno radim, a za koje mislim da su dovoljno zanimljive i prijemčive široj publici s općim matematičkim obrazovanjem.

Naime, postoji način na koji se mogu povezati algebarska topologija i politologija; neki klasični politički pojmovi mogu se izraziti jezikom simplicijalnih kompleksa, a određene relacije u političkim strukturama modeliranim simplicijalnim kompleksima mogu se izraziti jezikom homoloških grupa [6, 7].

Simplicijalni kompleksi, što su strukture sastavljene od simpleksa (tačaka, duži, trouglova, tetraedara i njihovih višedimenzionalnih analoga) organiziranih na propisan način, ovdje se na prirodan način pojavljuju kao alat za modeliranje kompleksnih interakcija, tako što objekte predstavimo kao vrhove (0-simplekse), a njihove interakcije kao simplekse. Određeni broj radova objavljenih posljednjih godina ide upravo u tom smjeru. Također, klasični indeksi moći (Banzhafov i Shapley-Shubikov) mogu se izučavati istražujući geometriju simplicijalnih kompleksa.

Početa ideja je prevesti jezik političkih struktura u jezik simplicijalnih kompleksa. Najprije, *politička struktura* $P=(A,C)$ sastoji se od konačnog skupa A agenata zajedno s kolekcijom C održivih konfiguracija – podskupova skupa agenata, koje zadovoljavaju dva prirodna uvjeta: da je svaki agent po sebi održiva konfiguracija i da su podskupovi održivih konfiguracija održive konfiguracije. Ako simplicijalni kompleks s vrhovima V i simpleksima Δ označimo sa (V, Δ) , veza između političke strukture (A,C) i simplicijalnog kompleksa (V, Δ) data je na ovaj način: agentima iz A odgovaraju vrhovi iz V , a održivim konfiguracijama iz C odgovaraju simpleksi iz Δ .

Koristeći ovaj „prijevod“, na matematički operativan način mogu se izraziti pojmovi poput:

- stabilnost političke strukture,
- stapanje političkih struktura,
- medijator,
- delegacija,
- kompromis,

i dokazati teoremi poput sljedećih:

- Stapanje agenata iz nepovezanih komponenti političke strukture povećava stabilnost strukture.
- Uvođenje medijatora povećava stabilnost političke strukture.
- Ako politička struktura ima netrivialnu grupu homologije nekog reda, onda ona ne sadrži medijatora, kao ni reprezentativni ili delegirani kompromis.

U kontekstu kvantifikacije moći, polazni pojmovi su *težinski glasački sistem* i *pobjednička koalicija*. Banzhafov indeks moći, koji je u različitim oblicima definiralo nekoliko matematičara iz 20. stoljeća, definiran je na sljedeći način:

- Banzhafov indeks $B(v_i)$ glasača v_i je broj $c(v_i)/c(V)$, gdje je $c(v_i)$ broj puta koliko je glasač v_i kritičan, a $c(V)$ je ukupan broj puta kada su svi glasači kritični.

Kritičnost glasača ovdje znači da je taj glasač član pobjedničke koalicije koja bi bez njegovog glasa postala gubitničkom koalicijom. Drugi indeks moći, Shapley-Shubikov, uzima u obzir poredak u kojem su se glasači pridružili koaliciji, što je prirodno s obzirom da članovi glasačkog sistema često donose odluku hoće li se priključiti koaliciji gledajući ko je već tamo – dakle, on tretira uređene koalicije (za razliku od Banzhafovog indeksa koji to ne uzima u obzir), pa se taj indeks moći definira na sljedeći način:

- Shapley-Shubikov indeks $SS(v_i)$ glasača v_i je broj $p(v_i)/p(V)$, gdje je $p(v_i)$ broj puta koliko je glasač v_i pivotalan, a $p(V)$ je ukupan broj puta kada su svi glasači pivotalni. Pivotalnost glasača ovdje znači da je taj glasač član uređene koalicije koja nije pobjednička prije nego se taj glasač pridruži koaliciji, a jest pobjednička nakon što se taj glasač pridruži koaliciji.

Modelirajući glasački sistem simplicijalnim kompleksom i uvodeći relevantne pojmove iz domena simplicijalnih kompleksa, dokazali smo teoreme koji

Banzhafov i Shapley-Shubikov indeks moći izražavaju na „simplicijalan“ način, što doprinosi dubljem razumijevanju značenja tih indeksa [8]. Kao primjere, istražili smo indekse moći u Vijeću sigurnosti Ujedinjenih naroda, Američkom elektoralnom koledžu i Parlamentarnoj skupštini Bosne i Hercegovine.

Reference:

- [1] F. Šarčević, I. Volić. A streamlined proof of the convergence of the Taylor tower for embeddings in Rn . *Colloq. Math.* 156 (2019), no. 1, 91-122.
- [2] A. Bolić, F. Šarčević, I. Volić. Toward finite models for the stages of the Taylor tower for embeddings of the 2-sphere. *IAT 2019*, 1-13.
- [3] B. Schreiner, F. Šarčević, I. Volić. Low stages of the Taylor tower for r -immersions. *Involve, A Journal of Mathematics* 13 (2020), no. 1, 51–75
- [4] G. Arone, F. Šarčević. The space of r -immersions of a union of discs in Rn , <https://arxiv.org/abs/2212.09809>
- [5] G. Arone, F. Šarčević. Intrinsic convergence of the homological Taylor tower for r -immersions in Rn , with G. Arone, submitted. <https://arxiv.org/abs/2301.03131>
- [6] J. M. Abdou and H. Keiding. A qualitative theory of conflict resolution and political compromise, *Math. Social Sci.* 98 (2019), 15–25.
- [7] A. Mock, I. Volić. Political structures and the topology of simplicial complexes. *Math. Soc. Sci.* 114 (2021), 39–57.
- [8] A. Brooks, F. Šarčević, I. Volić. Quantification of power and the geometry of simplicial complexes. <https://arxiv.org/abs/2210.09771>

Rifat Omerović

Univerzitet u Tuzli, Prirodno-matematički fakultet

E-mail: rifat.omerovic@untz.ba

Analiza parcijalnih valova u procesima elektroprodukcije piona

Sažetak istraživanja:

Amplitude parcijalnih valova u reakcijama foto i elektroprodukcije mezona predstavljaju važan izvor informacija u barionskoj spektroskopiji. Analiza parcijalnih valova omogućava izučavanje važnih karakteristika barionskih rezonanci, kao što su položaji polova, širine raspada i omjeri grananja. Primjenjujemo novi pristup u SE (Single-energy) analizi parcijalnih valova u navedenim reakcijama, tako što umjesto nametanja teorijskog modela kao dodatnog uslova, a radi postizanja neprekidnosti rješenja po energijama, nameće se analitičnost amplituda pri fiksiranim vrijednostima Mandelstamove varijable t . Iterativna procedura koju smo razvili i već uspješno primjenili na reakcije u η i pionskoj fotoprodukciji (MTZ analiza [1-3]), se sastoji od dvije odvojene analize – analize amplituda pri fiksiranim vrijednostima varijable t i SE analize parcijalnih valova na svakoj pojedinačnoj vrijednosti energije. Rezultati prve služe kao dodatni uslov za drugu i obrnuto, u iterativnoj proceduri. U procesima elektroprodukcije piona razmatra se raspršenje virtualnog fotona na nukleonu sa pionom u konačnom stanju. Očekujemo da se MTZ analiza parcijalnih valova može uspješno primijeniti i na procese elektroprodukcije piona. Ovu model neovisnu analizu, primjenjujemo na četiri reakcije u pionskoj elektroprodukciji $p(\gamma^*, \pi^0)p$, $p(\gamma^*, \pi^+)n$, $n(\gamma^*, \pi^-)p$ i $n(\gamma^*, \pi^0)n$, gdje je γ^* virtualni foton. Analiza bi trebala pokazati zavisnost rješenja od vrijednosti Q^2 ($0 < Q^2 < 1$). Očekujemo da dobijena rješenja za električne i magnetne multipoles budu jedinstvena, tj. model nezavisna.

Reference:

- [1] H. Osmanović, M. Hadžimehmedović, R. Omerović, J. Stahov, V. Kashevarov, K. Nikonov, M. Ostrick, L. Tiator, and A. Švarc, Phys. Rev. C 97, 015207 (2018).
- [2] H. Osmanović, M. Hadžimehmedović, R. Omerović, J. Stahov, M. Gortchein, V. Kashevarov, K. Nikonov, M. Ostrick, L. Tiator, and A. Švarc, Phys. Rev. C 100, 055203 (2019).

[3] H. Osmanović, M. Hadžimehmedović, R. Omerović, J. Stahov, V. Kashevarov, M. Ostrick, L. Tiator, and A. Švarc, Phys. Rev. C 104, 034605 (2021).

Samir Suljević

Univerzitet u Sarajevu, Građevinski fakultet // Joint PhD program sa: Univerzitet tehnologije u Compiegne-u (UTC), Francuska

E-mail: samir.suljevic@gf.unsa.ba; samir.suljevic@utc.fr

Mehanika novih kompozitnih materijala u domeni transportne infrastrukture i obnovljive energije

Sažetak istraživanja:

Pouzdana procjena ponašanja heterogenih kompozitnih materijala do konačnog loma je od velike važnosti obzirom na njihov širok spektar primjene u različitim poljima industrije, te razvoj uslovljen novim postignućima u tehnologiji materijala. Unutar ove grupe materijala posebno mjesto zauzima beton. Ponašanje betona se može posmatrati na više nivoa, što nas je potaknulo za korištenje višeskalnog pristupa (eng. multi-scale approach) u ovom doktorskom radu. U duhu takvog višeskalnog pristupa, moguće je dobiti potpun i sveobuhvatan uvid u ponašanje materijala do loma pod mehaničkim i povezanim termomehaničkim djelovanjem. Naime, obzirom na mehanička opterećenja (nametnuti ili spriječeni pomaci, sile), poznato je da beton prolazi kroz nekoliko jasno odvojivih faza do finalnog otkazivanja. Evolucija u ponašanja je inicijalno opisana tzv. kvazi-elastičnom fazom, u kojoj je uzorak sposoban povratiti svoju početnu konfiguraciju. Povećanje opterećenja izvan elastičnog režima je praćeno većim brojem mikropukotina koje se sa daljim povećanjem opterećenja šire i formiraju zonu procesa loma (eng. fracture process zone – FPZ) koja predstavlja i zonu uobičajenog formiranja makropukotina i signal nastajanja omekšanja (eng. softening phase) materijala praćenim padom sile uz porast deformacija. Postojanje pukotina direktno utiče na integritet konstrukcije kroz smanjen kapacitet nosivosti. Stoga je važno istražiti mehanizam nastanka pukotina u cilju osiguranja projektovanog vijeka trajanja konstrukcije. U svrhu prikaza ponašanja ovakvih materijala do loma na efikasan i tačan način, značajan broj studija je napravljen a tiču se razvoja metoda diskretizacije i konstitutivnih modela. U ovom radu je kao polazna tačka korišten homogenizirani 3D makro model betona koji slijedi Drucker-Pragerov kriterij plastičnosti za opis faze očvršćavanja betona, a omekšanje materijala je opisano kroz implementaciju obogaćenog kinematskog opisa sa ugradnjom jakih diskontinuiteta (eng. strong discontinuity approach) na nivou elementa koji se aktiviraju kada glavni napon dostigne vršnu čvrstoću materijala. Na ovaj način, diskontinualno polje pomaka je u stanju producirati rezultate koji nisu ovisni o veličini mreže konačnih elemenata, što

je glavna prednost u odnosu na alternativne pristupe u mehanici heterogenih materijala. Predloženi pristup sa ugrađenim diskontinuitetima je iskorišten i za termomehaničke probleme, gdje se na prethodno opisani način nastoje obuhvatiti sve faze do loma ali ovaj put uz uzimanje u obzir visokih temperatura na ponašanje materijala. Poznato je da se svojstva materijala pri povišenim temperaturama značajno smanjuju što dominantno definiše odgovor konstrukcije na dato termalno opterećenje. Iako se povezani termomehanički problem često sreću u konstruktorskoj praksi, ovdje je fokus na požaru kao incidentnom opterećenju na građevinske konstrukcije. Štaviše, tokom zadnjih decenija, otkazivanje konstrukcija pod termomehaničkim djelovanjem postao je jedan od glavnih predmeta interesovanja u građevinarstvu, obzirom na značajan broj oštećenih konstrukcija usljed požarnog djelovanja. Obzirom na termomehaničke probleme, ovdje je razvijen numerički model na bazi mješovite metode konačnih elemenata (eng. mixed finite element method) koji će podrazumijevati nezavisna polja pomaka i napona, te temperature i toplotnog fluksa unutar elementa producirajući hibridne konačne elemente koji su u stanju pokazati visoke performanse u standardnim uslovima, kao i u specijalnim uslovima poput nestišljivosti (eng. incompressibility conditions). Hibridni konačni elementi su zasnovani na specijalnim interpolacijama za polja napona i toplotnog fluksa baziranoj na Raviart-Thomas vektorskom prostoru najnižeg reda (RT0) i to na 2D trouglastim elementima, kao i na 3D tetraedarskim elementima. Predloženi model podrazumijeva obuhvatanje neelastičnih mehanizama kroz implementaciju modela viskoplastičnosti i modela oštećenja (eng. damage model) koji može vjerodostojno predstaviti stvarno ponašanje betona. Posmatranje ponašanja kompozitnih materijala na nižem mezo-nivou (eng. meso-scale) je moguće kroz formiranje prostornih rešetkastih modela i to u formi Timoshenkovih 3D gređica koje su idealno smještene u posmatranu domenu uzorka. Na ovaj način se, u duhu višeskalnog pristupa, obuhvata odgovor materijala na način da niži nivo (mikro-nivo) obuhvata neelastične mehanizme implementirane na nivou gređica, dok je na većem (makro) nivou (koji je diskretizovan sa 3D heksaedarskim i tetraedarskim konačnim elementima) opisan odgovor u fazi opadanja (eng. post-peak response) praćen otvaranjem makropukotina.

Elma Šehović

Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet

E-mail: elma.sabanovic@pmf.unsa.ba

Studij sorpcije jona teških metala iz vodenih rastvora na kori limuna – batch metoda

Sažetak istraživanja:

Ova doktorska disertacija spada u oblast analitičke hemije i hemije okoliša, te predstavlja originalan, naučno utemeljen rad koji sadrži kvalitetne, aktuelne, aplikativne i zanimljive podatke dobijene u cilju iznalaženja efikasnog, ekonomičnog, ekološki prihvatljivog i lako dostupnog materijala za simultano uklanjanje više jona teških metala iz otpadnih voda, kao i radioaktivnog urana. Tačnije, ispitana je mogućnost primjene lignoceluloznog otpadnog dijela ploda limuna (lat. *Citrus limon*) – kore/egzokarpa limuna i njegovih hemijskim putem modifikovanih oblika, kao biosorbenta za uklanjanje jona metala iz vodenih rastvora. Primijenjena je batch metoda za simultanu sorpciju jona sedam teških metala (Cd(II), Co(II), Cr(III), Cu(II), Mn(II), Ni(II) i Pb(II)) u smjesi, i individualnu sorpciju jona uran(VI). Izvršena je detaljna karakterizacija korištenih biosorbenata različitim fizičko-hemijskim i instrumentalnim tehnikama analize. Kako bi se stekao uvid u sam proces biosorpcije analita na površinu biosorbenta i mehanizam vezivanja jona interpretacijom dobijenih kinetičkih i ravnotežnih parametara, na dobijene eksperimentalne podatke primijenjeni su različiti adsorpcioni i kinetički modeli. Tako su prema *Langmuir*-ovom modelu adsorpcione izoterme utvrđeni maksimalni adsorpcioni kapaciteti (mg g^{-1}) na 25 oC, i to: 32.25, 33.33, 111.11, 76.92, 14.92, 35.71 i 100.00 za Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni i Pb, respektivno, odnosno 24.39 mg g^{-1} za U. Iz rezultata ove studije se može izvesti zaključak da se modifikovana kora limuna uz razvijenu *batch* metodu može uspješno koristiti za uklanjanje ciljanih jona iz vodenih rastvora, te da je sam postupak efikasan i sa ekološkog i ekonomskog aspekta, prihvatljiv.

Ovim radom je obuhvaćeno istraživanje izuzetno aktuelne, interesantne i originalne tematike, nedovoljno istražene, što je od šireg naučnog i društvenog značaja, jer ne samo da rješava problem ponovne upotrebe otpada iz prehrambene industrije, već znatno doprinosi i zaštiti životne sredine. Nadalje, ovo istraživanje je dalo doprinos i upotpunilo fond naučnog znanja o problemu prečišćavanja otpadnih voda. Značaj ovog istraživanja je prepoznat i od strane kantonalnih i federalnih organa vlasti pa je dio istraživanja finansiralo Federalno

ministarstvo obrazovanja i nauke, kao i Ministarstvo za obrazovanje, nauku i mlade Kantona Sarajevo. Najvažniji rezultati disertacije su prezentovani na dvije međunarodne naučne konferencije, kao i u okviru tri naučna rada objavljena u referentnim naučnim časopisima (Web of Science).

Adnan Zahirović

Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet

E-mail: adnan.zahirovic@pmf.unsa.ba

Kompleksi vanadija s hidrazonima 2-furanske kiseline: Sinteza, karakterizacija i biološka aktivnost¹

Sažetak istraživanja:

Pripremljene su dvije serije od ukupno devet novih mononuklearnih heteroleptičkih kompleksa vanadija s hidrazonima izvedenim iz 5-supstituiranih salicilaldehida i hidrazida 2-furanske kiseline. Prvu seriju čini pet neutralnih mononuklearnih paramagnetičnih oksidovanadij(IV) kompleksa opšte formule $[VIVO(bpy)(L-ONO)]$ u kojima je vanadij(IV) oktaedarski okružen terminalnim kisikom, 2,2'-bipiridinom (bpy) i tridentatnim dianionskim ONO-donorskim hidrazonom koordiniranim preko deprotoniranih atoma kisika fenolne i enolne grupe te iminskog azota (L-ONO). Kompleksi su karakterizirani na bazi elementarne analize, masene spektrometrije, EPR spektroskopije, infracrvene i elektronske spektroskopije i konduktometrije. Za kompleks u kojem je kao ligand vezan hidrazon izveden iz 5-hlorosalicilaldehida i 2-furanske kiseline, riješena je kristalna i molekulska struktura difrakcijom X-zraka. Kvantno-mehaničke osobine (HOMO, LUMO, ESP) kompleksa su proračunate na B3LYP i M062X1 nivou korištenjem lan12dz seta u Gaussianu. Također je napravljena i in silico Swiss-ADME analiza kako bi se procijenila apsorpcija, distribucija, metabolizam i ekskrecija kompleksa u organizmu i njihov potencijal da se koriste kao lijekovi. Najpogodnije ADME osobine je pokazao kompleks s hidrazonom koji u poziciji 5 salicilaldehidne komponente liganda nosi nitro grupu te je izabran je za in vivo testiranja na Wistar soju pacova. Ispitani su efekti oralne primjene kompleksa na biohemijske parametre krvi i njegova inzulinska aktivnost. Pacovi su podijeljeni u tri grupe, prva grupa je bila kontrolna grupa, druga grupa su bili zdravi pacovi koji su tokom sedam dana podvrgnuti dnevnoj dozi kompleksa, dok su treća grupa bili pacovi sa streptozotocin-induciranim dijabetesom koji su tokom sedam dana tretirani dnevnom dozom kompleksa. Značajan pad nivoa glukoze kod pacova sa izazvanim dijabetesom, a nakon tretiranja s kompleksom indicira snažan antidijabetički potencijal testiranog jedinjenja. Tretiranje pacova dijabetičara

¹ Predstavljeno istraživanje nije mentorski rad sa mentorima doktorske disertacije nego predstavlja vlastito istraživanje u kojima je istraživač glavni autor i voditelj istraživanja i koja su urađena nakon doktorske disertacije.

s kompleksom uzrokuje pad koncentracije kreatinina i albumina u krvi u poređenju sa kontrolnom grupom i zdravim pacovima tretiranih s kompleksom. Opažena hipoalbuminemija se može povezati sa umjerenim oštećenjem jetre, dok umjereni rast uree u krvi indicira postojanje renalne disfunkcije. Zbog opažene hipoalbuminemije in vivo, interakcija svih kompleksa s albuminom je ispitana u in vitro uslovima kako bi se dobio uvid u interakciju kompleksa s albuminom i tip sila koje favorizuju ovu interakciju. Interakcija je ispitana spektrofluorimetrijski metodom titracije na tri temperature kako bi se dobili termodinamički paramteri. Također je napravljena i FRET analiza, te sinhrona mjerenja da se utvrde promjene mikrookruženja fluorofora. Kompleksi pokazuju umjeren afinitet za vezivanja s BSA u in vitro uslovima što ih generalno razlikuje od velikog broja strukturno sličnih kompleksa vanadija(IV) koji su vrlo reaktivni prema albuminu. Umjeren afinitet kompleksa prema BSA čini ova jedinjenja pogodnim za dalja ispitivanja jer je kompleks-protein vezivanje dovoljno labilno da interakcija nije ireverzibilna. Sinhrona fluorescencija je pokazala da kompleksi afektiraju polarnost mikrookruženja tirozina i da je mehanizam gašenja fluorescencije statičke prirode. Termodinamička mjerenja su pokazala da se interakcija kompleksa s albuminom dešava kroz van der Waalove sile i vodikovu vezu. Također, primjećen je značajan efekat supstituenta u poziciji 5 na saliciladehidnoj komponenti hidrazonskog liganda u oksidovanadij(IV) kompleksima za vezivanje na albumin. Drugu seriju kompleksa čine četiri neutralna mononuklearna heteroleptička kompleksa u kojima je dijamagnetični vanadij(V) oktaedarski koordiniran terminalnim kisikom, bidentatnim monoanionskim O,O-donorskim 3-hidroksiflavonom (fla-OO) i tridentatnim ONO-donorskim hidrazonskim ligandima izvedenim iz 5-supstituiranih saliciladehida i hidrazida 2-furanske kiseline (L-ONO). Kompleksi opšte formule $[VVO(\text{fla-OO})(\text{L-ONO})]$ su karakterizirani na bazi elementarne analize, masene spektrometrije, infracrvene i elektronske spektroskopije, konduktometrije te ^1H , ^{13}C , $^1\text{H-}^1\text{H}$ COSY, $^1\text{H-}^{13}\text{C}$ HMQC i $^1\text{H-}^{13}\text{C}$ HMBC NMR spektroskopije. Optimizacija molekulske geometrije i kvantno-mehaničke osobine su proračunate korištenjem Gaussiana na B3LYP i M062X1 nivou korištenjem lanl2dz seta, te je napravljena in silico Swiss-ADME analiza. Kompleks sa hidrazonskim ligandom izvedenim iz 5-hlorosalicilaldehida i hidrazida 2-furanske kiseline je izabran za in vivo testiranja na Wistar soju pacova. Ispitani su efekti oralne primjene kompleksa tokom 14 dana na biohemijske i hematološke parametre zdravih pacova i pacova s induciranim dijabetesom. Kompleks je pokazao dobru antidijabetisku aktivnost, ali suprotno kompleksu vanadija(IV) $[VIVO(\text{bpy})(\text{L-ONONO}_2)]$ nađen je porast albumina i kreatinina usljed primjene kompleksa u obje tretirane

grupe pacova u poređenju s kontrolnom grupom. Također, nivo globulina kod pacova dijabetičara koji su tretirani kompleksom pokazuje protektivnu ulogu kompleksa na oštećenje bubrega u odnosu na grupu koja je tretirana samo kompleksom. Da bi se dobio detaljniji uvid u stanje organa usljed *in vivo* primjene kompleksa napravljena je histopatološka analiza tkiva bubrega, mozga i jetre kod obje grupe pacova koje su tretirane kompleksom. Histopatološke promjene tkiva mozga su izraženije u grupi zdravih pacova tretiranih kompleksom u odnosu na grupu pacova dijabetičara koji su tretirani kompleksom. Primjećena je kongestija krvnih sudova i žarišna područja aktivacije glijalnih ćelija. Jetra je pokazala pravilnu histološku organizaciju bez evidentnih krvarenja ili fibroze. Bubrezi kod pacova dijabetičara koji su tretirani kompleksom su pokazali relativno očuvane kortikalne strukture, dok je u grupi zdravih pacova tretiranih kompleksom primjećena vaskularna kongestija korteksa i medule, nađeni su vakuolirani nefrociti dok su proksimalni nefrociti jasno izgubljeni te je primjećena tubularna hiperplazija. Histopatološke promjene bubrega su u dobroj korelaciji s biohemijskim parametrima koji su uputili na protektivnu ulogu kompleksa na funkciju bubrega kod pacova dijabetičara koji su tretirani kompleksom. Da bi se patohistološke promjene dovele u vezu s primjenom kompleksa ispitana je bioakumulacija vanadija u bubrezima, jetri i mozgu. Organi su podvrgnuti kiselinskoj digestiji i sadržaj vanadija je određen grafitnom tehnikom atomske asporpcione spektrometrije. Rezultati pokazuju da ukupna bioakumulacija vanadija u sva tri organa nije veća od 5% i da koncentracija vanadija opada u nizu bubreg > mozak > jetra, što je u skladu s biohemijskim parametrima i histopatološkim nalazom. Interakcija kompleksa s albuminom je ispitana *in vitro* spektrofotometrijski i *in silico* molekularnim dokingom. Također, određeni su termodinamički parametri interakcije i napravljena je FRET analiza. Oksidovanadij(V) kompleksi [VVO(flα-OO)(L-ONO)] su pokazali nešto veću reaktivnost prema albuminu u odnosu na komplekse vanadija(IV) [VIVO(bpy)(L-ONO)]. Rezultati istraživanja predstavljaju značajan doprinos razvoju kompleksa vanadija kao potencijalnih antidijabetskih lijekova i daju perspektivu za daljnje utvrđivanje struktura-aktivnost odnosa kako bi se pronašle aktivne supstance jake antidijabetske aktivnosti s minimalnim toksičnim efektima.

Nerma Omićević

International University of Sarajevo, Faculty of Engineering and Natural Sciences,
Architecture

Faculty of Architecture, University of Zagreb

E-mail: nomicevic@ius.edu.ba

The Urban Rehabilitation Model of Post-War Urbanscape – Defining Sarajevo as the memorial

Sažetak istraživanja:

This research explores the possibility of recognizing the urban rehabilitation models of post-war urbanscape, which could contribute in re-defining the urbanscape identity, with the aim of preserving the heritage and interpreting the memory and defining Sarajevo as the memorial. The research was stimulated by the post-war development of the city of Sarajevo, in the early 21st century, which is characterized by the transformation of its urbanscape and the complete change of the city's identity. This transformation occurred as the result of the war in Bosnia and Herzegovina (1992-1996), and influenced the redefinition of the urbanscape identity of Sarajevo. The urbanscape affected by natural disasters requires restoration of its physical structure – recovery, while the war-torn urbanscapes also requires the recovery – redefinition of identity, and re-interpretation and discovery of its meaning in the post-war rehabilitation process. The study is conducted using the Heritage Urbanism (HERU) method, where the urban rehabilitation model of Sarajevo's post-war urbanscape is being developed by setting criteria for re-defining its identity, and this study sets new criteria for re-defining the post-war urbanscape identity. The criteria are developed on the basis of analysis and comparisons with examples of other cities in the world that have been exposed to disasters. The use of the urbanscape is monitored during the disaster process and attempts are made to find the basic identity features of the layered historical development of the Sarajevo urbanscape. The aim of this study is to discover the significance of the urbanscape during the disaster process, by using it and connecting its elements throughout disaster phases. On the example of Sarajevo, the study seeks to show how the urbanscape identity should be deconstructed into its components in order to discover the basic identity features of the urbanscape development by accompanying the use of open public places that influenced its design and transformation throughout history. According to the set criteria for re-defining the identity of post-war urbanscape, the urban rehabilitation models of cities exposed to disasters and models of urban transformation of

Sarajevo's urbanscape are set. The recovery of identity is based on spatial and urban memory and the identification of urban models for rehabilitation of the urbanscape of cities that have been exposed to natural and man-made disasters. By designing a model of urban transformation of the historical development of Sarajevo's urbanscape, a new urban rehabilitation model of post-war urbanscape is set. The Sarajevo Model is based on consolidation of the discovered models and the existing criteria for urban planning, through the interpretation of the concept of memorials. Such an urban rehabilitation model of post-war urbanscape develops awareness of the importance of memory and defines the memorialscape as the identity of Sarajevo, whereby Sarajevo becomes a model for the city of memorials. By re-redefining the urbanscape identity of Sarajevo, the city re-redefines its identity and within the context of the research, through the interpretation of memory, defines Sarajevo as the memorial. This research seeks to answer the following questions: Is it possible to re-define the identity of post-war urbanscape? Is it possible to determine the urban rehabilitation models of post-disaster cities? Is it possible to determine the urban transformation models of the historical development of Sarajevo's urbanscape? Can the urban rehabilitation model of a post-war city preserve the heritage and interpret the memory to define the memorialscape? This study provides the first comprehensive overview and analysis of the use of the urbanscape during the disaster response process. The importance and originality of this study is to recognize the main factors that define and change the identity of the layered historical development of Sarajevo's urbanscape. Understanding the link between the use of the urbanscape during the disaster process and the basic identity features of the layered historical development of Sarajevo's urbanscape contributes to the establishment of the criteria for re-redefining the urbanscape identity. It is expected that these results can have an important scientific contribution by defining a part of the criteria for future urban planning.

Lejla Nikšić

Univerzitet u Sarajevu, Fakultet za saobraćaj i komunikacije i Gazi Univerzitet u Ankari, Institut za nauku
E-mail: lejla.niksic@fsk.unsa.ba

Istraživanje avionskih nesreća uzrokovanih kontrolom letenja

Sažetak istraživanja:

Iako je od prvih ostvarenih letova u historiji zrakoplovstva pa do danas došlo do velikog tehnološkog razvoja i smanjenja broja zrakoplovnih nesreća, nesreće se i danas događaju. Te nesreće uzrokuju veliki broj ljudskih žrtava, ali i velike finansijske gubitke za zrakoplovnu industriju. Kada govorimo o uzrocima avionskih nesreća možemo reći da postoji mnogo faktora koji mogu uključivati okolišne, sistemske, tehničke, organizacijske, kao i faktore ljudske prirode. Oni se manifestuju kroz kvarove na letjelicama, propuste u dijagnostici i održavanju zrakoplova, nedostatke zrakoplovne infrastrukture, loše vremenske uslove, greške kontrole letenja i upravljanja zrakoplovnim saobraćajem, te greške pilota i ostale letačke posade. Iako postoje mnoge studije koje istražuju uticaj svih ovih faktora na avionske nesreće, ne postoji dovoljan broj studija koji se bavio detaljnom analizom nesreća uzrokovanih kontrolom letenja (Air Traffic Control – ATC). Međutim, kontrola zračnog saobraćaja ima veliku i važnu ulogu u sigurnom i neometanom odvijanju zračnog saobraćaja. Kontrola zračnog saobraćaja je odgovorna za osiguranje sigurnog, redovnog i brzog protoka zrakoplovnog saobraćaja kako u zračnom prostoru tako i na aerodromima. Čak i mala greška za koju je direktno ili indirektno odgovorna kontrola zračnog saobraćaja može dovesti do vrlo ozbiljnih negativnih posljedica. Kako bi se spriječile i smanjile greške kontrole zračnog saobraćaja, izuzetno je važno ispitati, definisati i utvrditi faktore grešaka koje su direktno ili indirektno uključivale kontrolu zračnog saobraćaja kao i uslove pod kojima se te greške javljaju. U ovom istraživanju je napravljen sveobuhvatan pregled svih nesreća i incidenata (Safety Occurences) civilnih letova u zračnom prostoru SAD-a i Europe koji su se dogodili između 2008. i 2018. godine. Za istraživanje korištene su baze podataka NTSB (National Transportation Safety Board) i EASA (European Union Aviation Safety Agency) kako bi se utvrdili uslovi u kojima su se dogodile nesreće i incidenti indirektno ili direktno povezani sa kontrolom zračnog saobraćaja, kao i faktor u ovim nesrećama i incidentima. Ukupno 221 nesreća i 490 incidenata u bazama podataka su kategorizirani i statistički analizirani. U cilju klasifikacije podataka i utvrđivanja

njihove učestalosti kreirana je deskriptivna statistika koja je iskorištena da se napravi grafičko poređenje nesreća i incidenata u zračnom prostoru SAD-a i Europe. Urađena je Hi-kvadrat analiza kako bi se utvrdilo da li postoji veza između svih ispitivanih faktora, a primijenjena je logistička regresiona analiza za utvrđivanje faktora koji utiču na nesreće. Model logističke regresije koji je dobijen logističkom regresivnom analizom korištenjem pomenute baze podataka je u mogućnosti da precizno otkrije 78,8% nesreća. Utvrđeno je da je od ukupno šest faktora koji su ispitivani (uključenost kontrole zračnog saobraćaja, pravila letenja, jedinica kontrole zračnog saobraćaja, eksterni faktori, pozicija zrakoplova i doba dana), pet faktora (uključenost kontrole zračnog saobraćaja, pravila letenja, jedinica kontrole zračnog saobraćaja, eksterni faktori i pozicija zrakoplova) je značajno doprinijelo modelu logističke regresije. Što ukazuje na to da ukupno pet faktora od šest uključenih u istraživanje znatno utiču na nesreće uzrokovane kontrolom zračnog saobraćaja. Što se tiče rezultata Hi-kvadrat testa, rezultati su pokazali da u nesrećama uzrokovanim kontrolom zračnog saobraćaja postoji sedam veza između faktora (uključenost ATC- a i jedinica ATC-a, uključenost ATC-a i vremena nesreće, pravila letenja i eksternih faktora, jedinice ATC-a i lokacije zrakoplova, uključenost ATC-a i pravila letenja, uključenost ATC-a i lokacije zrakoplova, eksternog faktora i lokacije zrakoplova), dok u incidentima uzrokovanim kontrolom zračnog saobraćaja utvrđeno je postojanje osam veza između faktora (uključenost ATC-a i jedinica ATC-a, uključenost ATC-a i vremena nesreće, pravila letenja i eksternih faktora, pravila letenja i jedinice ATC-a, pravila letenja i vremena nesreće, eksternog faktora i vremena letenja, lokacije zrakoplova i vremena letenja). Također, utvrđene su zajedničke karakteristike kako nesreća tako i incidenata uzrokovanih kontrolom zračnog saobraćaja. Određivanje zajedničkih karakteristika je pokazalo da se i po faktorima nesreće i incidenti znatno razlikuju jedni od drugih. Dok su se incidenti više dešavali na nebu i u toku dana. Nesreće uzrokovane kontrolom letenja više su se dešavale na manevarskim površinama aerodroma i u toku noći. Također, dok su VFR letovi bili učestaliji u nesrećama uzrokovanim kontrolom zračnog saobraćaja, IFR letovi su ti koji su bili učestaliji u incidentima uzrokovanim kontrolom letenja. Dalje, toranjska kontrola je prouzrokovala više avionskih nesreća od prilazne i oblasne, dok je oblasna kontrola prouzrokovala više incidenata nego toranjska ili prilazna. Logistički model je pokazao da za sigurnosne pojave koje se dogode na manevarskim površinama aerodroma postoji veća vjerovatnoća da će završiti kao nesreća nego kao incident. Istraživanje je pokazalo i to da je najčešća nesreća uzrokovana kontrolom letenja bila Runway Incursion tj upad na pistu od strane nekog vozila, drugog zrakoplova ili osobe u trenutku

dok je slijetanje ili polijetanje bilo u toku. Što se tiče incidenata uzrokovanih kontrolom zračnog saobraćaja, u 48 % incidenata radilo o narušavanju minimuma separacije tj. približavanju zrakoplova više od dozvoljenog tj. 5NM. Jedno od važnih rezultata istraživanja je i to da se više VFR nesreća desilo u zračnom prostoru Europe nego u zračnom prostoru SAD-a, iako SAD ima više VFR saobraćaja od Europe i ima znatno manji broj kontrolora zračnog saobraćaja.

Shodno rezultatima istraživanja rad je zaključen sa prijedlozima za izmjene regulativa i nekim dopunama čija bi implementacija poboljšala sigurnost zračnog saobraćaja i olakšala kontrolorima zračnog saobraćaja.

SAŽECI ISTRAŽIVANJA
ČETVRTA SESIJA

Dragana Šnjegota

Univerzitet u Banja Luci, Prirodno-matematički fakultet

E-mail: dragana.snjegota@pmf.unibl.org

Populaciono-genetičke studije roda *Canis* u Bosni i Hercegovini

Sažetak istraživanja:

U okviru populaciono genetičkih studija roda *Canis* u Bosni i Hercegovini analiziraju se različiti molekularni markeri, poput mitohondrijalne DNK (mtDNK) i mikrosatelita. Studije se sprovode na tri vrste roda *Canis*: vuku (*Canis lupus*), šakalu (*Canis aureus*) i psu (*Canis lupus familiaris*). Cilj navedenih studija je, s obzirom na trenutnu ekspanziju populacija vuka i šakala na području Evrope (Chapron i sar., 2014), da se utvrdi genetički diverzitet, struktura populacija, stepen hibridizacije između navedenih vrsta, te da se na osnovu dobijenih rezultata kreiraju planovi upravljanja vrstama. Dosadašnje populaciono-genetičke studije sve tri vrste sprovedene su analiziranjem 18 mikrosatelitskih lokusa iz kompleta hemikalija *The Canine Genotypes™ Panel 1.1 Kit* (Finnzymes, Thermo Fisher Scientific, Vantaa, Finland), te 10 mikrosatelitskih lokusa iz kompleta hemikalija *StockMarks® for Canine Genotyping Kit* (Applied Bio-systems, California). Analiziran je i dio kontrolnog regiona mtDNK vuka u cilju detekcije haplotipova koji su prisutni u populaciji vuka Bosne i Hercegovine. Pored toga, u toku su analize oko 15000 jedinstvenih nukleotidnih polimorfizama vukova, pasa i šakala, sa ciljem utvrđivanja populacione strukture, te nivoa hibridizacije između navedenih vrsta sa područja Bosne i Hercegovine. Hibridizacija je trenutni gorući problem u okviru roda *Canis* na Evroazijskom nivou, s obzirom da se usljed ekspanzije populacija areali rasprostranjenja sve tri vrste polako počinju preklapati, i vrste sve više međusobno dolaze u kontakt, što je slučaj i u Bosni i Hercegovini (podaci dobijeni sprovođenjem ankete u okviru projekta <https://www.rufford.org/projects/dragana-%C5%A1njegota/co-existence-wolves-and-jackals-bosnia-and-herzegovina/>).

Rezultati dosadašnjih studija ukazuju na umjeren nivo genetičke varijabilnosti sve tri vrste, strukturu u okviru populacija vukova i šakala (Šnjegota, 2019; Šnjegota i sar., 2018, 2021; 2023; Nikitović i sar., 2023), kao i određeni stepen hibridizacije između vukova i pasa, odnosno, šakala i pasa (u pripremi za objavljivanje). Prema tome, neophodno je vršiti kontinuirani monitoring navedenih vrsta, te na osnovu dobijenih rezultata kreirati planove upravljanja vrstama na području cijele Bosne i Hercegovine.

Reference:

Chapron, G., Kaczensky, P., Linnell, J. D., Von Arx, M., Huber, D., Andrén, H., ... & Boitani, L. (2014). Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes. *Science*, 346(6216), 1517-1519.

Šnjegota, D., Stefanović, M., Veličković, N., Ćirović, D., & Djan, M. (2018). Genetic characterization of grey wolves (*Canis lupus* L. 1758) from Bosnia and Herzegovina: implications for conservation. *Conservation Genetics*, 19, 755-760.

Šnjegota, D. (2019). Genetička struktura i filogeografski položaj vuka (*Canis lupus* L. 1758) Bosne i Hercegovine (Doctoral dissertation, University of Novi Sad (Serbia)).

Šnjegota, D., Stronen, A. V., Boljte, B., Ćirović, D., Djan, M., Huber, D., ... & Skrbinišek, T. (2021). Population genetic structure of wolves in the northwestern Dinaric-Balkan region. *Ecology and Evolution*, 11(24), 18492-18504.

Nikitović, J., Djan, M., Ćirović, D., Antić, M., & Šnjegota, D. (2023). The first report on genetic variability and population structure in jackals from Bosnia and Herzegovina. *Mammal Research*, 68(2), 243-247.

Šnjegota, D., Niedziałkowska, M., Vik Stronen, A., Borowik, T., Plis, K., Arakelyan, M., ... & Jędrzejewska, B. (2023). The role of the Caucasus, Carpathian, and Dinaric-Balkan regions in preserving wolf genetic diversity. *Mammalian Biology*, 103(3), 303-315.

Emina Šunje

Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet

Faculty of Science, University of Antwerpen (UA)

E-mail: sunje.emina@gmail.com

Opstanak u izolaciji – genetička i fenotipska varijacija fragmentiranih populacija crnog daždevnjaka, *Salamandra atra prenjensis* (Amphibia:Urodela: Salamandridae)¹

Sažetak istraživanja:

Intraspecifična varijacija osigurava adaptaciju i održivost prirodnih populacija, što ujedno objašnjava i njen značaj u konzervacijskom kontekstu. Razumijevanje da li, kako i koliko brzo organizmi mogu da se prilagode promjenama okoliša je značajnije nego ikad s obzirom na današnju globalnu ekološku krizu (klimatske promjene, degradacije staništa, gubitak biodiverziteta). Zbog posebnih bioloških karakteristika (propusna, tanka koža, niska pokretljivost, sporo sazrijevanje, dugo generacijsko vrijeme), kopneni daždevnjaci su posebno ugroženi promjenama okoline. Među daždevnjacima, alpski (crni) daždevnjak (*Salamandra atra*) je posebno ugrožen. Prisustvo vrste uvjetovano je hladnom klimom (Alpe i Dinaridi) te ove životinje imaju viviparan način razmnožavanja praćen veoma dugom gestacijom i niskim fekunditetom. U Dinaridima, vrsta je dodatno ugrožena fragmentiranom prirodom svoje rasprostranjenosti. Izolirane populacije alpskog daždevnjaka opstaju duž kompletnog Dinarskog luka, gdje se mogu naći neposredno ispod najviših planinskih vrhova; pretpostavlja se da su ove populacije glacijalni relikti nekadašnje široko rasprostranjene pleistocenske populacije. S obzirom na široko longitudinalno i latitudinalno rasprostranjenje, za pretpostaviti je da su izolirane populacije ‘nebeskih otoka’ izložene različitim uvjetima (klima, stanište) koji mogu izazvati geografsku varijaciju na različitim biološkim instancama (morfologija, ponašanje, fiziologija, prehrana). Izučavanje geografske varijacije u prirodno fragmentiranim populacijama, kao što je *S. atra*, može pomoći da se razumiju adaptacijski mehanizmi populacija koji su relevantni kako iz fundamentalne, tako i aplikativne perspektive. U ovoj doktorskoj disertaciji proučavala sam geografsku varijaciju među populacijama alpskog daždevnjaka, fokusirajući se posebno na fragmentirane, dinarske populacije (Gorski Kotar, Prenj, Čvrtnica, Prokletije). Istraživala sam

¹ Doktorska disertacija je realizirana u sklopu joint PhD studija (studij dvojnog doktorata definisan ugovorom između UNSA i UA).

potencijalnu ulogu okoliša kao pokretača varijacije te uticaj klimatskih promjena na distribuciju vrste. Istraživanje genetičke varijacije je potvrdilo jedinstveni evolutivni potencijal dinarskih primjeraka u odnosu na druge populacije *S. atra* duž areala vrste. Razriješila sam evolutivne odnose između četiri fragmentirane dinarske populacije te otkrila dva refugijuma u Dinaridima koji su osigurali opstanak alpskih daždevnjaka tokom pleistocenskih glacijacija. Također, prezentiram dokaze da su dinarske populacije bile povezane u prošlosti i da je planina Prenj predstavljala glavni centar diversifikacije alpskih daždevnjaka u Dinaridima. Analizirala sam i morfološku varijaciju populacija podvrste: *Salamandra atra atra* (Alpe) i *Salamandra atra prenjensis* (Dinaridi). U odnosu na Dinarske jedinke, Alpske jedinke su nešto duže sa većim brojem rebarnih žlijebova, dok dinarski primjerci imaju šire glave i čeljusti. Registrovala sam i seksualni dimorfizam u morfološkim osobinama povezanim sa disperzijom i razmnožavanjem. Nadalje, proučavala sam varijaciju u prehrani između četiri fragmentirane dinarske populacije također u odnosu na dostupnost plijena. Pokazalo se da sve populacije imaju jednako širok raspon ishrane (vrste plijena) koji je među najvećim prijavljenim za kopnene daždevnjake, dok je količina progutanog plijena prilično niska u poređenju s drugim vrstama daždevnjaka. Najčešće konzumirani taksoni plijena su isti među populacijama. Iako su se mlađe jedinke hranile više od odraslih, količina konzumiranog plijena se nije razlikovala među populacijama.

Slijedi istraživanje varijacije toksina u dinarskim populacijama gdje sam pored kvantitativne i kvalitativne analize toksičnih supstanci koje ove životinje luče, preliminarno i istražila da li se ova varijacija može objasniti predacijskim pritiskom i rizikom od infekcije. Hipotetizirala sam da će populacije sa većim predacijskim i/ili infektivnim pritiskom biti otrovnije. Istraživanje je pokazalo da se populacije daždevnjaka razlikuju prema sastavu toksina ali ne i prema količini proizvedenih. Nisam našla spolni dimorfizam u sastavu toksina niti u proizvedenoj količini. Predacijski i infektivni pritisak nisu mogli objasniti varijaciju toksina jer se pokazalo da se ovi pritisci ne razlikuju znatno među populacijama uprkos značajnim razlikama u njihovim staništima. Istraživala sam i varijaciju maseno-specifične stope isparavanja vode iz daždevnjaka (EWL) u dvije udaljene dinarske populacije koristeći eksperimentalni pristup u kontrolisanim laboratorijskim uslovima (temperatura i vlažnost). Rezultati ove studije sugerišu da su primjerci porijeklom iz sušnijeg okruženja otporniji na isparavanje vode, što im omogućava prolongiranu aktivnost iznad zemlje. Ekološki značaj otkrivene stope gubitka vode sugerišu da je, kod *S. atra*, rizik od isušivanja ključni faktor koji definiše dužinu trajanja aktivnosti (iznad zemlje). Budući da je populacija sušnijeg lokaliteta izložena većem riziku od isušivanja,

moguće je da je upravo taj pritisak pokretač registrovane varijacije (u EWL). U konačnici, koristim više tehnika modeliranja zajedno s brojnim projekcijama klimatskih modela kako bih procijenila uticaj klimatskih promjena na distribuciju vrste u narednih 50 godina. Predviđeni gubitak klimatski pogodnog zemljišta za *S. atra* u Alpama je između 27-53% alpske teritorije; u istočnim i južnim Alpama predviđa se veliko smanjenje klimatske pogodnosti, dok područja u sjeverozapadnim Alpama ostaju pogodna. Predikcije za Dinaride su upečatljivije; predviđeni gubitak odgovarajućeg zemljišta je između 52-87% dinarske teritorije gdje preostala kvaliteta zemljišta, neophodna za pojavu vrste, postaje znatno lošija. Rezultati doktorata ukazuju da populacije *S. atra* ispoljavaju varijaciju na više bioloških instanci, što signalizira i adaptivni potencijal vrste. Međutim, ostaje nejasno da li će adaptivni potencijal osigurati opstanak s obzirom na otkrivenu amplitudu tekućih klimatskih promjena. Ova doktorska disertacija pruža uvid u biologiju vrste te neophodno znanje kako bi se osiguralo dugoročno očuvanje populacija alpskih daždevnjaka.

Maja Milijaš

Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet

E-mail: maja.milijas@tf.unibl.org

Optimizacija procesa proizvodnje medovine uz dodatak voćnog soka od aronije kao proizvoda poboljšanih funkcionalnih svojstava

Sažetak istraživanja:

Medovina predstavlja tradicionalno alkoholno piće koje sadrži od 8 do 18 vol. % etanola, a dobija se fermentacijom razblaženog meda i vode djelovanjem ćelija kvasca. Obogaćivanje medovine se može postići dodatkom voća, voćnih sokova, začina, aromatičnih i ljekovitih biljaka. Osnovni cilj rada bio je dobijanje novog funkcionalnog napitka, odnosno dobijanje medovine sa dodatkom hladno cijedenog soka od aronije uz optimizaciju procesa proizvodnje, čime bi se mogao poboljšati kvalitet proizvoda uz pojednostavljenje tehnološkog procesa proizvodnje i smanjenje troškova proizvodnje. Iz tog razloga, analizirane su sirovine za dobijanje medovine (med i hladno cijedeni sok od aronije). Analiza polaznih sirovina podrazumijevala je analizu fizičko-hemijskih svojstava propisanih važećim Pravilnikom, analizu antimikrobnih, antioksidativnih i senzornih svojstava, određivanje mikrobiološkog statusa, određivanje sadržaja mineralnih materija, kao i određene kvalitativne testove meda koji ukazuju na mogućnosti patvorenja meda. Od tri analizirane vrste meda odabran je medljikovac, koji je tretiran sa 3 temperaturna tretmana (zagrijavanje na 60 °C u trajanju od 10 min, na 90 °C u trajanju od 1 min i zamrzavanje na -18 °C), 3 tretmana UV zračenjem (na talasnoj dužini 254 nm u trajanju od 30, 60 i 120 s) i 9 ultrazvučnih tretmana (kombinacija tri temperature i tri vremena trajanja: 30, 45 i 60 °C u trajanju od 1, 5 i 10 min), sa ciljem poboljšanja funkcionalnih svojstava meda kao polazne sirovine. Rezultati analize ovako tretiranog medljikovca su korišteni za odabir po jednog tretmana unutar tri navedene grupe tretmana primjenom RSM metode (metoda odzivnih površina). Nakon odabira tretmana izvršena je priprema polaznih rastvora za fermentaciju u kojima je izvršena varijacija tri količine dodanog soka od aronije (5, 10 i 20 %), tri vrste komercijalno dostupnih kvasaca (Fermol Associates, Spirifer i Fermol Lager) i tri količine dodanog kvasca (150, 300 i 600 mg/L). Nakon analize ovako pripremljenih rastvora za fermentaciju, proces fermentacije je praćen 21 dan na temperaturi 25 °C uz praćenje promjene mase boca. Na isti način su pripremljene i praćene 324 boce. Optimizacija procesa fermentacije

je izvršena izradom kinetičkog modela nastanka etanola, na osnovu fitovanja eksperimentalnih podataka u modifikovani Gompertz-ov model, uz primjenu nelinearne regresione analize i ocjenom regresionih koeficijenata metodom najmanjih kvadrata. Rezultati optimizacije su poslužili za odabir vrste kvasca najpogodnije za proizvodnju medovine sa dodatkom soka od aronije, nakon čega je dobijena medovina analizirana. Analiza medovine je podrazumijevala analizu fizičko-hemijskih, antioksidativnih, antimikrobnih i antioksidativnih svojstava. Dobiveni rezultati su upoređeni sa odgovarajućim rezultatima analize polaznih rastvora, nakon čega je uočeno da fermentacija utiče na poboljšanje funkcionalnih svojstava proizvoda. Ovakvo istraživanje posjeduje i mogućnost primjene dobijenih rezultata. Statistički podaci ukazuju da se med proizveden na području Bosne i Hercegovine najvećim dijelom konzumira u svježem, neprerađenom obliku. Pronalaženjem novih načina upotrebe meda otvaraju se mogućnosti pokretanja novih i kvalitetnih proizvoda na bazi meda, sa poboljšanim funkcionalnim svojstvima koji mogu dovesti do stvaranja dodatnih vrijednosti i povećanja konkurentnosti na tržištu. Ispitivanjem tržišta je utvrđeno da na području Bosne i Hercegovine ne postoji ovakav proizvod, što govori da bi ovako proizvedena medovina predstavljala novitet na tržištu. Zbog navedenog, rezultati dobijeni u ovoj doktorskoj disertaciji predstavljaju dobru bazu za nastavak istraživanja ali i započinjanje proizvodnje ovakvog prehrambnog proizvoda.

Ernad Jabandžić

Univerzitet u Tuzli, Fakultet elektrotehnike

E-mail: ernad.jabandzic@gmail.com

Multifaktorsko modelovanje opterećenja u pametnim mrežama

Sažetak istraživanja:

Pametne mreže su vrsta elektroenergetskih mreža koje nastoje predvidjeti i inteligentno odgovoriti na ponašanje i postupke svih korisnika povezanih na mrežu, kako bi efikasno i pouzdano funkcionisale održive elektroenergetske usluge. Efikasan rad pametnih mreža uz iskorištavanje maksimalnih potencijala i prednosti koje one nude, uzimajući u obzir opskrbu i zadovoljstvo konvencionalnih i modernih potrošača, kao i nepredvidivost distribuiranih izvora energije predstavljaju izazove uspješnog funkcionisanja pametnih mreža. Pametne mreže imaju tri osnovna cilja koji se ogledaju u povećanju pouzdanosti, smanjenju vršnih opterećenja i smanjenju ukupne potrošnje električne energije. Jedan od osnovnih stubova pametnih mreža je uspješno upravljanje opterećenjem u elektroenergetskom sistemu. S tim u vezi, predložen je jedinstveni okvir prilagođavanja opterećenja uslovima u sistemu koji se sastoji od tri koraka. Prvi korak ovog okvira je modelovanje opterećenja, sljedeći korak podrazumijeva mjerenje i nadzor opterećenja i posljednji korak u lancu je optimizacija i kontrola opterećenja. Svaki od navedenih koraka podrazumijeva nekoliko akcija i odgovora na kontrolna pitanja kako bi se okvir prilagođavanja opterećenja uslovima u sistemu standardizovao i olakšao. Generalno, modelovanje podrazumijeva uspostavu uzročno–posljedičnih veza između ulaznih i izlaznih veličina nekog sistema. Modelovanje opterećenja zahtijeva poznavanje svih faktora koji utiču na opterećenje i istraživanje njihovog uticaja na opterećenje. Postoji mnogo načina modelovanja, ali bez obzira na vrstu modelovanja potrebno je izvršiti mjerenje ulaznih podataka koji su potrebni za modelovanje. Da bi se uspješno modelovalo neophodno je imati razumijevanje faktora koji utiču na opterećenje i razmatrati široki spektar faktora koji utiču na opterećenje. U doktorskoj disertaciji analizirani su uticaji širokog spektra dostupnih faktora na opterećenje, urađene su korelacije razmatranih faktora i opterećenja, te su izrađeni multifaktorski modeli opterećenja u tri studije slučaja za prigradska, gradska i mješovita područja. Glavni rezultati i doprinosi dobijeni analizom podataka pokazuju uticaj razmatranih faktora na opterećenje i njihovu važnost pri procesu modelovanja opterećenja. Analizom korelacija dokazane su jake

korelacije između razmatranih faktora i opterećenja. Korelacije su uglavnom pozitivne, ali postoje slučajevi negativnih korelacija. Formirani multifaktorski modeli opterećenja prezentovani su prema kategorijskim faktorima uticaja. Multifaktorski modeli opterećenja u svoj sastav uključuju sve razmatrane faktore. Pored toga, urađena je validacija multifaktorskih modela opterećenja, čime je potvrđeno da je veći broj modela uspješno validiran. Prezentovani su odnosi modelovanih i mjerenih opterećenja za srednje i maksimalne vrijednosti opterećenja i pokazana velika podudarnost između vrijednosti dobijenih modelovanjem i mjerenih vrijednosti opterećenja. Detektovana ograničenja istraživanja ujedno predstavljaju pravce za buduće istraživačke aktivnosti. Neki od mogućih pravaca budućih istraživanja su: proširenje spektra i nivoa razmatranih faktora, proširenje broja područja istraživanja, produženje vremenskog perioda istraživanja, provođenje istraživanja na drugim lokacijama, analiza podataka drugim alatima, validacija sa podacima nekih drugih transformatorskih područja i kombinacija multifaktorskih modela opterećenja sa konvencionalnim modelima opterećenja.

Azra Frkatović-Hodžić

Internacionalni Burch univerzitet, Fakultet za inženjering, prirodne i medicinske nauke i Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

E-mail: afrkatovic@genos.hr

Cjelogenomska asocijacijska studija N-glikoma ljudskog imunoglobulina G

Sažetak istraživanja:

Postoji uobičajena pretpostavka da je funkcija proteina definisana strukturom koju kodira odgovarajući gen. Međutim, biološki složene funkcije proteina su u velikoj mjeri definisane posttranslacijskim modifikacijama uključujući kovalentno vezanje šećera ili lanaca šećera koje se naziva glikozilacija. Gotovo svi membranski i izlučeni proteini su glikozilirani. Vezane molekule šećera se nazivaju glikani. Kada su prisutni na površini ćelije, glikani igraju ulogu u različitim procesima kao što su interakcije između ćelija, ćelija i matriksa ili ćelija i molekula važnih za razvoj i funkciju višćelijskih organizama. Imunoglobulin G (IgG) je kompleksan protein sa ključnom ulogom u humoralnom imunom odgovoru kod ljudi. IgG čini 10-20% proteina u ljudskoj plazmi i jedan je od glikoproteina koji se najviše proučava. Promjena sastava vezanih glikana na IgG može modulirati strukturnu konformaciju i to rezultira promjenama efektorske funkcije IgG-a. Složena regulatorna mreža glikozilacije proteina sastoji se od stotinu komponenti uključujući enzime, faktore transkripcije, transportere i druge proteine. Sinhronizovano djelovanje ovih komponenti u biosintezi i vezanju glikana u velikoj mjeri zavisi od genetičkog koda, ali i od regulatornih mehanizama koji kontrolišu ekspresiju uključenih gena. Koristeći pristup nazvan cjelogenomska-asocijacijska studija (*eng.* genome-wide association study; GWAS), istražili smo potencijalne genetičke regulatore procesa glikozilacije IgG-a. GWAS je pristup bez hipoteze i uglavnom se koristi za stvaranje znanja koje će omogućiti formiranje hipoteza. GWAS predstavlja seriju testova koji testiraju povezanost SNP-ova i fenotipa u datoj populaciji. U ovom istraživanju smo koristili genetičke podatke i glikanska mjerenja u 13705 osoba europskog porijekla te smo proveli GWAS za jedanaest glikanskih fenotipova. Rezultate smo replicirali u odvojenom setu od 7779 uzoraka. Identificirali smo ukupno 42 genomska lokusa ($p^2 \times 10^{-8}$) koja su povezana za glikomom IgG-a, od kojih je 13 novih u odnosu na već ranije provedene studije. Sa ciljem da u budućnosti funkcionalno testiramo nalaze GWAS-a, prvo smo preduzeli pažljivu inspekciju genomskih regiona kako bismo odabrali gene sa jakim dokazima za ulogu u glikozilaciji. Određivanje gena kandidata

uključuje skup *in silico* metoda kao što su istraživanje funkcionalnih posljedica identificiranih varijanti, pleiotropija s ekspresijom gena, učinak varijanti na udaljene gene putem interakcije hromatina i analiza asocijacija na nivou gena korištenjem MAGMA metode. Prioritiziranje gena mapiranih u otkrivenim regijama rezultiralo je s 83 gena koja su obogaćena u skupovima vezanim za ćelijski transport, razvoj B i T ćelija te imuni sistem, što sugerira da pored regulacije ekspresije gena za glikoenzime, unutarćelijski transport i klonska selekcija i proliferacija oblikuju glikoprofil ljudskog IgG-a. Također, analiza pleiotropije pokazala je da glikozilacija IgG-a dijeli iste asocijacije u otkrivenim genomskim lokusima sa nizom bolesti kao što su reumatoidni artritis, ulcerozni kolitis, Kronova bolest, astma, primarna bilijarna ciroza te Parkinsonova bolest. Ovi rezultati nam daju dalje indikacije kako bi neki od tih gena mogli regulisati enzime koji su uključeni u glikozilaciju i kako bi mogli uticati na promjenjenu glikozilacijsku sliku koja je obzervirana u upalnim bolestima. Pored uvida u glikozilacijski proces koji prikazuje da je glikozilacija zaista kompleksan proces koji uključuje složen unutarćelijski transport i diferencijaciju B ćelija, rezultati ove studije predstavljaju osnovu za funkcionalne studije kako bi se potvrdila uloga prioritiziranih gena u glikozilaciji.

Lejla Vučić

International Burch University, Faculty of Engineering, Natural and Medical Sciences

E-mail: lejla.vucic@ibu.edu.ba

Integration of distributed generation and storage into microgrid using computational intelligence based algorithm

Sažetak istraživanja:

Given the ever-increasing need for electricity and the diminishing reserves of fossil fuels, the incorporation of sustainable distributed energy resources (DERs) such as solar photovoltaic (PV) generation and wind power into the utility grid has gained significant traction in recent times. To fully leverage the capabilities of these modular generators, it is crucial to ensure optimal utilization within integrated systems. Most DERs employ power electronics interfaces to seamlessly connect with the utility grid or microgrids, enabling them to generate both active and reactive power through effective inverter interface control. The primary purpose of this dissertation is to investigate solutions for optimal size and dependable operation of a microgrid consisting of a PV generator, battery energy storage systems (BESS), and a diesel generator. To begin, the possibility of renewable energy-based DERs, such as PV generators and BESS, in conjunction with diesel generators to maintain voltage and frequency in isolated microgrids is studied. The dissertation analyses stand-alone hybrid system operating independently without being connected to the electrical grid, where the PV system and BESS act as the main energy sources, while the emergency diesel generator provides active power backup with voltage regulation. Employing droop control techniques, the strategies for voltage and frequency regulation are investigated, which represents the fundamental issue in the integration of distributed generation into microgrid. Proposed approach has been assessed through different scenarios.

Secondly, optimal sizing of the same hybrid system is analyzed. The main objective of the optimization is to reduce the microgrid's cost of energy (COE), while satisfying a number of reliability, operational, and stability criteria. The loss of power supply probability (LPSP) is used to analyze the microgrid reliability aspect. A Genetic Algorithm (GA) is utilized for optimization in order to minimize the system's COE over a 24-year timeframe while satisfying reliability and operational requirements. Suggested control techniques and

optimal sizing are performed and discussed on the real electrical network. To design the optimization strategy as well as islanded hybrid system and the control strategy and mechanisms, the MATLAB/Simulink environment is utilized. The simulation results unequivocally validate the accuracy and effectiveness of the proposed solutions.

Damir Špago

Univerzitet „Džemal Bijedić“ u Mostaru, Doktorski studij Politehnika

E-mail: damir.spago@unmo.ba

Optimizacija hibridnog sistema za snabdijevanje potrošača energijom baziranog na obnovljivim izvorima energije

Sažetak istraživanja:

Svjesni činjenice da klasični centralizirani načini proizvodnje kako toplotne/rashladne tako i električne energije odlaze u prošlost, te da korištenje konvencionalnih izvora energije kao što su fosilna goriva dovodi do niza negativnih posljedica po čovjeka i njegovu okolinu, mnoge zemlje EU donose niz strategija koje uključuju akcione planove, pravilnike i zakone za postizanje ciljeva klimatske neutralnosti koju definiše tzv. „Green deal“. Navedeni plan predviđa da se do 2050. godine postigne klimatska neutralnost, što bi značilo da emisije stakleničkih gasova budu jednake ponorima ili manje od njih. Kako bi se navedeno provelo, mnoge zemlje ulaze u energetske tranzicije kao što je i Bosna i Hercegovina. Postizanje klimatske neutralnosti se može ostvariti jedino kroz integrisan i sistematičan pristup u kojeg moraju biti uključeni sektori kao što su transport, industrija, zgradarstvo, šumarstvo, energetika i ostali. Sektor zgradarstva predstavlja upravo jednu od prilika koja može ponuditi ogroman doprinos u postizanju navedenih ciljeva. Tematika ovog rada upravo je vezana za razvoj modela optimizacije sistema za pokrivanje energijskih potreba većih potrošača u zgradarstvu kao što su obrazovne institucije. U radu je kao tipičnog predstavnika ovakvih zgrada predstavljala zgrada Mašinskog fakulteta Univerziteta „Džemal Bijedić“ u Mostaru. Pregledom dostupne literature i provedenih istraživanja dat je pregled fizikalnih osobina zgrada obrazovnih institucija u BiH u zavisnosti od godine gradnje kao i načina pokrivanja njihovih energijskih potreba. Na bazi provedenog istraživanja kao i eksperimentalnih mjerenja u radu je izrađen model optimizacije hibridnih sistema za snabdijevanje potrošača energijom baziranih na obnovljivim izvorima energije. Hibridni sistem za pokrivanje potreba potrošača kao što su obrazovne institucije za kojeg je izrađen model optimizacije sastojao se od termotehničkog dijela koji služi za pokrivanje potreba za grijanjem, hlađenjem i zagrijavanjem potrošne tople vode, te dijela za pokrivanje potreba električne energije. Na ovaj način klasični potrošači energije postaju ujedno i proizvođači energije. Navedeni koncept zgrada se naziva „proiztrošač“ (eng.

„Prosumer“) koji postaje sve zastupljeniji kako u svijetu tako i u našoj zemlji. U sklopu razvoja modela hibridnih sistema za ovakve institucije u radu je provedena optimizacija u dva koraka. Prvi korak sastojao se od optimizacije termotehničkog dijela sistema primjenom Simplex metode (linearnog programiranja) gdje je nelinearni problem optimizacije sveden na linearni, te na osnovu definisane globalne funkcije cilja optimizacije koja predstavlja neto sadašnje troškove sistema, određena optimalna kombinacija tehnologija za pokrivanje potreba modela potrošača za toplotnom, rashladnom i energijom za zagrijavanje PTV-a. Definisana ograničenja kao i ciljevi optimizacije su izračunati na osnovu izvršenih mjerenja meteoroloških parametara kao što su vanjska temperatura zraka, brzine vjetera i drugi za izabranu baznu godinu. U sklopu prvog koraka optimizacije dio hibridnog sistema za pokrivanje potreba za električnom energijom je optimiziran koristeći računarski program Homer Pro za kojeg je bilo potrebno unaprijed definisati satnu potrošnju električne energije za sve scenarije (kombinacije različitih tehnologija) koji su učestvovali u drugom koraku optimizacije. Provedena optimizacija koristeći Homer Pro je imala istu globalnu funkciju cilja optimizacije kao i Simplex metoda. Za drugi korak optimizacije koji je rađen s multikriterijskog aspekta izabrana je VIKOR metoda za čiju provedbu je definisano 6 scenarija koji su se sastojali od različitih tehnologija za pokrivanje energijskih potreba potrošača, kao i kriterijskih funkcija na osnovu čijih je izračunatih vrijednosti za sve scenarije provedena optimizacija VIKOR metodom. Multikriterijski pristup optimizaciji je rađen s tri aspekta: energijski, okolinski i ekonomski. Ovakvim 3E („energy, economy, environment“) pristupom dat je uvid u optimalna rješenja iz različitih uglova kako bi se postigli zadati ciljevi. Svi scenariji su simulirani za geografsko područje na kojem se nalazi model potrošača, odnosno za mikrolokaciju grada Mostara. U radu su postavljene dvije hipoteze koje govore da hibridni sistemi bazirani na OIE mogu biti konkurentni konvencionalnim sistemima za geografska područja slična Hercegovini gdje se nalazi model potrošača, kao i da mogu biti neovisni o dodatnim izvorima energije kao što su fosilna goriva, odnosno karbonski neutralni. Provedena analiza rezultata optimizacije pokazuje da su hipoteze potvrđene. Naime, rezultati Simplex metode koja iterativnim postupkom daje egzaktna rješenja pokazuje kako je idealna kombinacija tehnologija termotehničkog sistema toplotna pumpa voda-voda sa split sistemom klima uređaja. Kao i Simplex metoda, optimizacija provedena u Homer Pro programu pokazuje da optimalno rješenje za sve scenarije predstavlja fotonaponska elektrana s priključkom na elektrodistributivnu mrežu. Iako je prilikom optimizacije u oba slučaja bilo konvencionalnih tehnologija poput kotlova na CNG, ugalj, drvenu sječku i dizel agregata za

proizvodnju električne energije, navedeni sistemi nisu uključeni u optimalna rješenja. Provedenim postupkom optimizacije VIKOR metodom pokazalo se da i kroz 3E pristup optimalna rješenja predstavljaju dominantno tehnologije bazirane na OIE. Izradom ovog rada dat je doprinos u naučnom i društvenom smislu. Naučni doprinos se ogleda kroz primjene savremenih naučnih metoda pri izradi modela optimizacije hibridnih sistema za snabdijevanje potrošača energijom baziranih na OIE što uključuje primjenu metoda iz energetskog i okolinskog inženjerstva. Razvijeni model predstavlja multikriterijski pristup optimizacije sistema koji daje uvid u mogućnosti kombiniranja različitih tehnologija baziranih na OIE s ciljem smanjivanja njihovih nedostataka kao što su intermitentnost, veliki investicijski troškovi itd. Pored toga, razvijeni model optimizacije predstavlja dvostepeni pristup što povećava validnost dobijenih optimalnih rješenja s različitih aspekata. Društveni doprinos rada se ogleda kroz omogućavanje uvida u konkurentnost ovakvih hibridnih sistema u odnosu na konvencionalne sisteme kao i mogućnosti postizanja koncepta prosumera za zgrade slične namjene koje se nalaze na klimatskim lokacijama sličnim Mostaru što može dodatno doprinijeti energetskoj tranziciji u BiH. Pored navedenog, izrađeni model optimizacije primjenjiv je i na ostale vrste zgrada kao i različita geografska područja. Izradom ovog rada omogućeno je bolje shvatanje tehnologija baziranih na OIE kao i utjecajnih parametara i njihove važnosti pri dimenzionisanju ovih tehnologija.

