

САДРЖАЈ

1	Пилот-пројекат: Оцена еколошког статуса површинских вода на територији града Новог Сада коришћењем биолошких показатеља у циљу имплементације Оквирне директиве о водама (WFD) Европске Уније	5
2	Истраживачки мониторинг процедурних и подземних вода, као подлога за санацију депоније у Новом Саду	12
3	Процена ризика на животну средину токсичних и емергентних полутаната у отпадној и површинској води Новог Сада	17
4	Анализа лабораторијских података у циљу утврђивања постојећег стања и дефинисање кључних елемената заштите система пречишћавања отпадних вода града Новог Сада	21
5	Инвазивне биљке на подручју града Новог Сада - тренутно стање, предикција насељавања и ширења - основе за стратегију сузбијања	26
6	Евалуација различитих модела управљања биоразградивим отпадом из комерцијалних објеката на територији Града Новог Сада применом МФА («Material Flow Analysis») методе.	32
7	Утврђивање количине и морфолошког састава отпада из комерцијалних објеката у Новом Саду у циљу дефинисања одговарајућег система за управљање комерцијалним током отпада на локалном нивоу	41
8	Елементи за унапређење система мониторинга квалитета ваздуха животне средине на територији Града Новог Сада	47
9	Процена изложености становника Новог Сада нејонизујућем зрачењу из радио-фреквенцијског опсега	52
10	«NS MOSS» - Примена маховина у детекцији тешких метала у ваздуху на територији града Новог Сада	62
11	Одређивање изложености електричним пољима високих фреквенција у зонама повећане осетљивости кампуса Универзитета у Новом Саду	67

12	Могућности и економски аспекти употребе жетвених остатака за производњу топлотне енергије на подручју града Новог Сада	79
13	Израда нумеричког модела за анализу квалитета ваздуха као последице емисије из стационарних извора.	84
14	Мониторинг квалитета земљишта	90
15	Карактеристични полутанти на аутобуским стајалиштима на територији Новог Сада	95
16	Анализа правних и економских аспеката примене принципа «загађивач плаћа» (накнаде за заштиту животне средине) са упоредним приказом поликтика у ЕУ, Србији и изабраним земљама.	101
17	Идентификација основних аерополутаната у близини бензинских станица у функцији унапређења заштите животне средине Новог Сада	106
18	Елементи за развој система управљања споредним производима животињског порекла на територији града Новог Сада	112
19	Анализа и препорука врста биљака које треба садити на јавним површинама града Новог Сада зависно од услова и климатских промена.	116
20	Анализа потенцијала коришћења обновљивих извора енергије на територији Града Новог Сада	123

Окрени нови лист

десето јубиларно издање

Пројекти су реализовани у оквиру Јавног конкурса за доделу средстава за суфинансирање истраживачких и развојних пројеката и програма из области заштите животне средине на територији Града Новог Сада за 2017. годину и својим резултатима доприносе заштити и унапређењу стања животне средине на територији Града.

Пилот-пројекат: Оцена еколошког статуса површинских вода на територији града Новог Сада коришћењем биолошких показатеља у циљу имплементације Оквирне директиве о водама (WFD) Европске Уније

Драгана Вуков¹, Ружица Игић¹,
Снежана Радуловић¹, Душанка
Цвијановић¹, Бранко Миљановић¹

¹Универзитет у Новом Саду,
Природно-математички факултет,
Трг Доситеја Обрадовића 3, 21000 Нови
Сад

Копнени акватични екосистеми су, иако веома важни, једни од највише фрагментисаних, деградираних и угрожених на свету. Разлози су многобројни: растућа потражња за водом, интензивна пољопривреда, ширење урбаних површина и мреже саобраћајница, повећана употреба хидроенергије као обновљивог извора и све израженији утицај климатских промена на хидрологију и температуру воде. Сходно томе, процена квалитета речних станишта, разумевање притисака и ефективности ремедијационих мера, постаје важан предуслов за адекватну заштиту и управљање акватичним екосистемима. Оквирна Директива Европске Уније о водама представља најважнији и најобухватнији документ из области управљања, уређења, заштите и мониторинга акватичних екосистема у Европи. Основни циљ Директиве је постизање доброг еколошког статуса свих вода на подручју Европе. Срж Директиве је интегрална, еколошки оријентисана процена статуса површинских вода. Еколошки статус, без обзира на тип водног тела је израз који дефинише екосистемски интегритет (квалитет) на основу биолошких, хидроморфолошких, хемијских и физичко-хемијских елемената квалитета.

Имплементација Оквирне директиве о водама Европске Уније (WFD) подразумева процену еколошког статуса површинских стајаћих и текућих вода, коришћењем и биолошких показатеља. Република Србија је у процесу приступања Европској Унији, у поглављу које се тиче животне средине (поглавље 27), у обавези да, када је у питању заштита вода, примењује европску легислативу. Досадашњи оперативни мониторинг квалитета површинских вода, спровођен је од стране Републичког хидрометеоролошког завода (РХМЗ) и републичке Агенције за заштиту животне средине. Он се ослањао на хидроморфолошке, физичке и хемијске показатеље, док је од биолошких параметара у стандардној употреби квалитативан и квантитативан састав фито- и зоопланктона као индикатор трофичког статуса. Европска директива о водама укључује одлике ихтиофауне, макрозообентоса и макрофита, као неопходне биолошке показатеље еколошког статуса површинских вода.

У оквиру овог пилот пројекта процена еколошког статуса је вршена на три локалитета на Дунаву: Бећарац, низводно од моста Дуга и Субић; као и на два локалитета на каналу Хс ДТД: ДТД Нови Сад 1 - узводно од преводнице и ДТД Нови Сад 2 - низводно од железничког моста. Теренска истраживања су обухватила процену хидроморфолошких услова према River Habitat Survey (RHS) протоколу и пописивање врста макрофита, риба, зообентоса и процену њихове абунданце на локалитетима на територији града Новог Сада, као и на референтним локалитетима. Теренска истраживања су вршена у периоду фебруар - јул 2018. године. Након реализованих теренских истраживања добијени резултати су обрађивани и анализирани у оквиру фазних извештаја и на крају обједињени у коначни извештај о реализацији пројекта. На основу резултата Пилот пројекта: Оцена еколошког статуса површинских вода на територији града Новог Сада коришћењем биолошких показатеља у циљу имплементације Оквирне директиве о водама (WFD) Европске Уније; одређен је еколошки статус реке Дунав и Канала Хс ДТД на територији

града Новог Сада, што је главни циљ постигнут његовом реализацијом. Такође, добијени подаци су основа за даљи мониторинг стања биолошких показатеља еколошког статуса према Европској директиви о водама Европске Уније.

Резултати

River Habitat Survey (RHS) представља метод за карактеризацију и процену физичких одлика текућих вода у најширем смислу. У оквиру реализације пројекта обрађене су RHS деонице на предвиђеним локалитетима. Резултати добијени теренским истраживањима су основа за израчунавање HMS и HQA индекса, који описују разноликост речних станишта (Процена квалитета станишта - HQA) и заступљеност и значај антропогених измена речног корита (Процена измене станишта - HMS). За обраду резултата и израчунавање HMS и HQA индекса коришћен је SERCON софтвер, који је развијен на Департману за биологију и екологију Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду.

Табела 1. Карактеризација станишта и типологија водотока коришћењем RHS протокола

Локалитет	HMS	HQA	Опис станишта
Дунав, Бећарац	4	5	Значајно модификован водоток ниског станишног диверзитета
Дунав, Дуга	5	4	Изузетно модификован водоток веома ниског станишног диверзитета
Дунав, Субић	3	5	Модификован водоток средњег станишног диверзитета
ДТД, преводница	5	5	Изузетно модификован водоток веома ниског станишног диверзитета
ДТД, ж. мост	5	5	Изузетно модификован водоток веома ниског станишног диверзитета

Добијени HMS и HQA индекси указују на различит степен модификације водотока на локалитетима на Дунаву у поређењу са референтним локалитетом (Табела 1). Очекивано, сви локалитети Хс ДТД су изузетно модификовани и ниског станишног диверзитета, с обзиром на њихово антропогено порекло и намену.

Акватичне макрофите су биљке које настањују водену средину, а које су лако уочљиве голим оком. У таксономском смислу, макрофите су разнолика група која обухвата све акватичне васкуларне биљке, маховине, пршљенчице и, у неким случајевима, макроскопске алге.

С обзиром на животну форму и позицију коју заузимају у водном телу, макрофите се деле на хидрофите (водене биљке у ужем смислу) и на хелофите (емерзне и амфибијске које представљају прелазне форме од хидрофита ка сувоземним биљкама). Хидрофите обухватају субмерзне (потопљене) и флотантне (плутајуће) биљке, које се даље могу рашчланити на морфоеколошке типове биљака које се укоренењују и на оне које се не причвршћавају за супстрат на дну.

Као примарни продуценти, макрофите су важна компонента водених екосистема. Њихова улога у функционисању акватичних екосистема огледа се и у обезбеђивању станишта и склоништа за перифитон, планктон, и друге групе бескичмењака и кичмењака, као и у биохемијским процесима који се у таквим екосистемима.

Улога макрофита у мониторингу је препозната од стране европских и националних директива (на пример Council Directive establishing a framework for community action in the field of water policy - Water Framework Directive "WFD", 2000/60/EC; Urban Waste Water Treatment Directive, 91/271/EEC; Nitrates Directive, 91/676/EEC ...). Примена Оквирне директиве о водама Европске

Уније (WFD, Directive 2000/60/EC) је посвећена постизању „доброг еколошког статуса“ водних тела на територији Уније и захтева интегративне индикаторе који реагују и на физичке и на хемијске факторе и пружају информације о хидроморфолошким условима, као и о интензитету антропогених притисака. С обзиром да је раст и распрострањење макрофита одговор на све ове факторе, оне су значајни индикаторски организми.

Примена макрофита као индикатора еколошког квалитета површинских вода се базира на чињеници да су одређене врсте и групе врста показатељи специфичних типова површинских вода, као и на томе да антропогени утицаји имају негативан ефекат на састав и структуру заједница.

У одређеним типовима водених станишта макрофите се не јављају, што је последица карактеристичних одлика таквих станишта (специфична геологија и супстрат, дубина, брзина тока, турбидитет и слично), а не антропогених притисака.

Истраживање макрофитске вегетације извршено је на пет локалитета на територији града Новог Сада (Дунав, Бећарац; Дунав, Дуга; Дунав, Субић; ДТД канал Нови Сад - Савино Село, Нови Сад преводница; ДТД канал Нови Сад - Савино Село, Нови Сад железнички мост); током прве половине јула 2018. године. Истраживање је извршено у складу са стандардима EN14184, EN15460 и EN14996, као и према упутствима према Schaumburg и сар. (2012), и Уредби о стандарду каквоће вода – Методологија одређивања омјера еколошке каквоће биолошких елемената и методологија оцијењивања хидроморфолошких елемената каквоће (Народне новине, број 73/13, Република Хрватска).

На сваком локалитету одређена је централна координата помоћу GPS уређаја, а затим је извршено пописивање врста и процена њихових абунданци 500-1000 m узводно и низводно. Ширина истраживаног појаса приобаља је одговарала ширини дела корита насељеног макрофитама. Такође, истраживање је обављено и на обали супротној од оне на којој је одређена централна координата (изузев референтног локалитета Дунав, Бездан, где је истраживано лево приобаље), а средње вредности абунданце констатованих врста су даље анализирани.

За флотантне и субмерзне макрофите (хидрофите) процењивана је абунданца према петостепеној скали: 1-ретка; 2-спорадична; 3-честа; 4-масовна; 5-веома масовна. Врсте су идентификоване коришћењем стандардних кључева за детерминацију, а номенклатура одговара прихваћеним називима према <http://www.theplantlist.org/>. Сакупљени биљни материјал је хербаризован и/или конзервиран у раствору етанола и уложен у акватичну збирку Хербаријума Департамента за биологију и екологију - BUNS.

Оцена еколошког статуса/потенцијала извршена је на основу биоценолошког индекса (БМ), затим референтног индекса (M_RI), као и на основу вредности биоценолошког индекса и стандардизованих вредности референтног индекса рачунатог за макрофите ((БМ+M_RI)/2), а према Уредби о стандарду каквоће вода – Методологија одређивања омјера еколошке каквоће биолошких елемената и методологија оцијењивања хидроморфолошких елемената каквоће (Народне новине, број 73/13, Република Хрватска). За потребе израчунавања референтног индекса, који укључује квантитет врсте (Q), вредности абунданце (A) констатованих врста су трансформисане: $Q=A^3$. У циљу оцене еколошког статуса/потенцијала одређивана је референтна заједница макрофита за водно тело, на основу резултата ранијих истраживања акватичне вегетације, као и адаптацијом прегледа датог у Уредби о стандарду каквоће вода – Методологија одређивања омјера еколошке каквоће биолошких елемената и методологија оцијењивања хидроморфолошких елемената каквоће (Народне новине, број 73/13, Република Хрватска).

Укупно је забележено 12 врста хидрофита (Табела 2), на основу којих је процењиван еколошки статус, односно потенцијал истражених водних тела. Међу констатованим хидрофитама од посебног значаја је врста заштићена у Србији - *Trapa natans*, као и *Salvinia natans*, која се са претходном налази на листи природних реткости проглашених Бернском конвенцијом. Са

друге стране, у флори истражених водних тела присутне су стране врсте: *Cabomba caroliniana*, *Eloдея canadensis* и *Vallisneria spiralis*. Динамика популације и тренд ширења указују на значајан инвазивни потенцијал *Cabomba caroliniana* и *Eloдея canadensis* у Војводини. Поред наведених страних врста, од значаја за оцењивање еколошког статуса/потенцијала су и показатељи поремећаја. Показатељи поремећаја су комплексна група која се може рашчланити на показатеље еутрофизације, успорења тока (потамализације) и убрзања тока (ритрализације). За водна тела испитивана у оквиру овог пројекта значајно је присуство показатеља еутрофизације: *Ceratophyllum demersum* и *Spirodela polyrrhiza*.

На локалитетима Дунав - Бећарац и Дунав - Дуга макрофите нису забележене (Табела 2), што је последица карактеристичних одлика станишта (динамичан супстрат, брзина тока, турбидитет), а не антропогених притисака. На овим локалитетима одсуство макрофита је очекивано, те би са овог аспекта могло да указује на врло добар еколошки статус, односно добар еколошки потенцијал на наведеним локалитетима (Табела 3). Међутим, у оваквим случајевима ниво поузданости процењеног еколошког стања је веома низак, па се оцена еколошког статуса/потенцијала ослања у већој мери на остале групе показатеља (рибе, макрозообентос). На локалитету Дунав - Субић еколошки потенцијал је слаб, с обзиром на значајан удео показатеља поремећаја у макрофитској вегетацији. Слаб еколошки потенцијал оцењен је и на локалитетима на каналу Хс ДТД у Новом Саду, где у макрофитској вегетацији преовлађују индикатори еутрофизације.

Табела 2. Списак забележених врста

Врста	Скраћеница	Дунав			ДТД	
		Бећарац	Дуга	Субић	преводница	ж. мост
<i>Cabomba caroliniana</i> A. Gray	Cab car	0	0	0	27	27
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	Cer dem	0	0	8	27	27
<i>Eloдея canadensis</i> Michx.	Elo can	0	0	1	0	0
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	Hyd mor	0	0	1	8	8
<i>Lemna minor</i> L.	Lem min	0	0	1	0	0
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Myr spi	0	0	1	8	8
<i>Potamogeton crispus</i> L.	Pot cri	0	0	8	0	0
<i>Salvinia natans</i> (L.) All.	Sav nat	0	0	8	0	0
<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid.	Spi pol	0	0	0	8	8
<i>Trapa natans</i> L.	Tra nat	0	0	0	8	8
<i>Vallisneria spiralis</i> L.	Val spi	0	0	0	8	8

Табела 3. Оцена еколошког статуса/потенцијала на основу заједница макрофита

локалитет	БМ	оцена	M_RI	оцена	(БМ+M_RI)/2	оцена
Дунав, Бећарац	0,9	*	1	*	0,95	*
Дунав, Дуга	0,9	*	1	*	0,95	*
Дунав, Субић	0,3		0,18		0,24	
ДТД преводница	0,3		0,13		0,21	
ДТД ж. мост	0,3		0,13		0,21	

*станиште у коме природни фактори инхибирају раст макрофита

Узорковање ихтиофауне извршено је мрежарским алатима и апаратом за електрориболов истосмерном пулсирајућом излазном струјом напона од 400 V, снаге 5 kW, према европском

стандарду за електрориболов EN 14011 и стајаћим мрежарским алатима промера од око 35 – 60 mm и укупне дужине 200 m. Узорковање је вршено дуж деонице Дунава од речног километра 1263 до 1249 и у каналу ДТД Нови Сад-Савино село узводно од преводнице (Табела 4). По узимању узорака, урађена је идентификација по врстама риба у узорцима и пребројане су по врстама рибе из узорка, након чега су све рибе пуштене у водоток из кога су узете. За потребе одређивања статуса водног тела на основу структуре заједнице риба израчунаван је FIS индекс, а коришћена је типологија водотокова у Словачкој. Према типологији водотокова у Словачкој одређено је најприближније водно тело нашим задатим водним телима, како би FIS индекс могао бити израчунат.

Табела 4. Квалитативни и квантитативни састав ихтиофауне

врста	Дунав, Нови Сад	ДТД Нови Сад
<i>Abramis brama</i> (деверика)	0	4
<i>Alburnus alburnus</i> (уклија)	14	7
<i>Ameiurus melas</i> (црни патуљаста сом)	0	1
<i>Aspius aspius</i> (буцов)	1	4
<i>Ballerus ballerus</i> (кесега)	0	10
<i>Ballerus sapa</i> (црноока деверика)	0	1
<i>Blicca bjoerkna</i> (крупатица)	7	8
<i>Carassius gibelio</i> (сребрни караш)	0	3
<i>Chondrostoma nasus</i> (скобаљ)	2	1
<i>Cyprinus carpio</i> (шаран)	0	2
<i>Esox lucius</i> (штука)	0	2
<i>Lepomis gibbosus</i> (сунчица)	1	4
<i>Leuciscus cephalus</i> (клен)	1	1
<i>Leuciscus idus</i> (јаз)	1	3
<i>Neogobius kessleri</i> (главоч главаш)	1	0
<i>Perca fluviatilis</i> (бандар)	2	12
<i>Ponticola kessleri</i> (главош главач)	0	1
<i>Pseudorasbora parva</i> (амурски чебачок)	0	1
<i>Rutilus rutilus</i> (бодорка)	5	6
<i>Sander lucioperca</i> (смућ)	1	6
<i>Sander volgensis</i> (смућ камењар)	0	1
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (црвенперка)	0	9
<i>Vimba vimba</i> (плавонос)	3	6

Заједнице риба указују на умерен еколошки потенцијал и водног тела Дунав и водног тела Канал Нови Сад-Савино село на територији града Новог Сада, (Табела 5). Поред еколошких услова, објашњење ове појаве се може наћи и у чињеници да се приликом оцене еколошког стања, када је ихтиофауна у питању, користе референтне заједнице описане за Републику Словачку, што вероватно није оптимално решење и указује на неопходност дефинисања референтних заједница риба које би одговарале нашем подручју.

Табела 5. Оцена еколошког статуса/потенцијала на основу заједница риба

локалитет	FIS	оцена	реф. зај. Словачка
Дунав, Нови Сад	0,45		21
ДТД Нови Сад	0,45		22

Узорци фауне дна на реци Дунав узети су багером типа Van – Veen, површине захвата 225cm² и допремљени у хидробиолошку лабораторију Департамента за биологију и екологију ПМФ Нови Сад, где су обрађени по стандардним методама. На основу квалитативне и квантитативне анализе, констатоване су следеће групе макроинвертебрата: Oligochaeta, Diptera, Amphipoda, Trichoptera, Gastropoda i Bivalvia. Бројност индивидуа је изражена по метру квадратном (Табела 6).

Сапробни индекс по Зелинки и Марвану, диверзитет врста, учешће Oligochaetae, Gastropoda и Bivalvia у укупној бескичмењачкој фауни дна, као и присуство осетљивих таксона указују на слаб еколошки статус референтног локалитета Дунав - Бездан, као и на умерен еколошки потенцијал осталих локалитета (Табела 7).

Табела 6. Квалитативни и квантитативни састав водених макробескичмењака

	Дунав, Бећарац	Дунав, Дуга	Дунав, Субић	ДТД преводница	ДТД ж. мост
Oligochaetae	235	626	2072	313	306
Diptera	-	78	117	821	792
Amphipoda	-	78	39	-	-
Trichoptera	117	-	-	-	-
Gastropoda	1408	-	-	-	-
Bivalvia	196	-	-	-	-

Табела 7. Оцена еколошког статуса/потенцијала на основу бескичмењачке фауне дна

локалитет	индекс сапробности	оцена
Дунав, Бећарац	2,05	*
Дунав, Дуга	2,10	*
Дунав, Субић	2,22	
ДТД преводница	2,28	
ДТД ж. мост		

Еколошки статус/потенцијал на основу биолошких показатеља

Табела 8. Оцена еколошког статуса/потенцијала на основу биолошких показатеља

локалитет	макрофите	ихтиофауна	макрзообентос	укупна оцена
Дунав, Бећарац	*			
Дунав, Дуга	*			
Дунав, Субић				
ДТД преводница				
ДТД ж. мост				

Ток Дунава на територији града Новог Сада је измењено водно тело, а канал Нови Сад - Савино Село је вештачко водно тело. У оба случаја еколошко стање се карактерише кроз оцену еколошког потенцијала. Биолошки показатељи указују на слаб до умерен еколошки потенцијал на истраженим локалитетима (Табела 8). Еколошки потенцијал дела тока Дунава кроз град, оцењен на основу узорковања на локалитетима Бећарац и Дуга, је умерен, док је низводно од града (на локалитету Субић) слаб, као и у случају канала Нови Сад - Савино Село. Претпостављамо да је нижа категорија еколошког потенцијала низводно од града, резултат читавог спектра антропогених притисака на речни екосистем који делују у самом граду, а ток реке доводи до испољавања њиховог негативног утицаја на биоту низводно од самог места деловања. Примена Европске директиве о водама има за циљ постизање доброг еколошког статуса/потенцијала. Када је велика међународна река, као што је Дунав, у питању, постизање овог циља је изазов на који је немогуће одговорити само локалним мерама.

Према резултатима мониторинга који реализује Агенција за заштиту животне средине Републике Србије, Дунав је на уласку у Србију слабог еколошког статуса (локалитет Дунав, Бездан). Наредни локалитет који Агенција прати (Богојево) има такође слаб еколошки потенцијал. Потенцијал самопречишћавања реке огледа се у оцењеном умереном еколошком потенцијалу Дунава у Новом Саду, према резултатима овог пројекта, као и мониторинга Агенције. Сходно томе, слаб еколошки потенцијал Дунава низводно од града (локалитет Дунав, Субић) је последица негативних утицаја на животну средину који делују на део тока кроз град, а затим и улива канала Хс ДТД за који је такође констатован слаб еколошки потенцијал. Циљ који је остварив на локалном нивоу је постизање бар умереног потенцијала низводно од града. С обзиром да на истраживаним локалитетима у биоти доминирају показатељи еутрофизације као поремећаја, следи да је оцењени слаб еколошки потенцијал последица еутрофизације. Сходно томе, контрола органског оптерећења (на пример пречишћавање отпадних вода чији је директни или индиректни реципијент Дунав, санација депонија уз обалу канала и Дунава и слично) је мера која би по свој прилици допринела побољшању еколошког стања.

Истраживачки мониторинг процедурних и подземних вода, као подлога за санацију депоније у Новом Саду

Проф. др Дејан Крчмар¹, др Божо Далмација¹, др Јасмина Агбаба¹, др Србан Рончевић¹, др Александра Тубић¹, др Снежана Малетић¹, др Весна Пешић¹, маг. аналит. зашт. жив. сред. Славен Теноди¹, др Горан Вујић¹, др Дејан Убавин², маг. зашт. жив. сред. Никола Маодуш², др Александар Јововић³

¹Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Депарتمان за хемију, биохемију и заштиту животне средине, Катедра за хемијску технологију и заштиту животне средине, Трг Доситеја Обрадовића 3, 21000 Нови Сад, Србија

²Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Депарتمان за инжењерство заштите животне средине и заштите на раду, Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Србија

³Машински факултет, Универзитет у Београду, Краљице Марије 16, 11120 Београд, Србија

Кратак опис пројекта/програма, са периодом реализације и циљем који је постигнут његовом реализацијом

Систем управљања комуналним отпадом и сама градска депонија представљају један од највећих проблема у области заштите животне средине на територији града Новог Сада. Посебно је забрињавајуће да загађење које градска депонија у Новом Саду емитује константно расте и да се јављају акцидентне ситуације попут пожара на депонији чиме се значајно девастира простор и околина, загађује ваздух, земљиште и воде, а посебно негативан утицај испољава по људе, пре свега на оне који директно долазе у контакт са отпадом. Данас, и поред тога што је депонија оградена и што су изградени путеви, дегазатори за евакуацију депонијског гаса, и систем канала за сакупљање отпадних вода, градска депонија се не може категорисати као безбедна, санитарна депонија, већ само као контролисана депонија са значајним утицајем на животну средину.

Круцијални проблем негативног утицаја постојеће депоније града Новог Сада је управо инфилтрирање процедурних вода у подземље (пескови дубине сса 50 m) као и разливање по околној површини. Узевши у обзир чињеницу да је јавно снабдевање становништва Новог Сада водом оријентисано искључиво на коришћење подземних вода и да је највеће извориште Ратно острво непосредно у близини под могућим утицајем депоније тј. процедурних вода које се ту продукују, неопходан је адекватан приступ управљања ризиком и по потреби санација и затварање депоније.

Основни циљ пројекта је био да се новим приступом истраживачког мониторинга укаже на квалитет процедурне воде депоније, квалитет подземне воде и земљишта у подручју депоније и укаже на ризик по животну средину. Поред тога циљ овог пројекта је дефинисање параметара од интереса као показатеља утицаја депоније на загађење подземних вода и земљишта, што би надаље послужило као основ за будућа истраживања у овом пољу.

У циљу процене утицаја депоније на животну средину, као и идентификације полутаната који представљају стварни ризик по медијуме животне средине у оквиру овог пројекта чија је реализација трајала годину дана, извршен је: преглед и обрада резултата спроведених анализа узорака подземне, процедурне и површинске воде на подручју градске депоније за период 2012-2017. У реализацији ове активности коришћени су резултати који су достављени од стране ЈКП „Чистоћа” Нови Сад; мониторинг програм током 2018. године који је обухватио узорковање и

анализу процедурних вода депоније, површинске воде тј. Свињаревог канала који је реципијент процедурних вода, подземне воде (б пијезометара) и земљишта на подручју депоније.

За потпуну процену утицаја депоније на подземне воде, примењени су специјални прилагођени математички модели: Индекс загађења подземне воде на територији депоније (LWPI), Индекс јединственог фактора загађења (Pi) и Немеров индекс (PI). Такође у оквиру овог пројекта извршена је статистичка обрада резултата у циљу боље процене међусобних интеракција између медијума животне средине (подземне воде и земљишта) и загађујућих материја.

Реализацијом овог пројекта извршена је идентификација полутаната који представљају стварни ризик по животну средину (површинске и подземне воде) и дат је предлог будућег мониторинга који би био фокусиран на праћење параметара од интереса и омогућио да се на бржи, ефикаснији и економичнији начин дође до информација неопходних за управљање радом депоније. На основу утврђених параметара загађења и чињенице да ће депонија у Новом Саду још најмање неколико година бити у оперативној фази, дефинисана су и оптимална решења санације депоније.

Резултати добијени реализацијом пројекта/програма

Утврђене су значајне варијације у квалитету подземне воде услед сезонских промена које се огледају у значајним разликама у количини падавина (изразито сушни и изразито кишни периоди) и нивоу подземних вода. Закључено је да се повишене вредности већине испитиваних параметара јављају у периоду високих подземних вода тј. у периоду када имамо интензивније падавине. На пијезометру Р6 у подземној води, за осам параметара (никл, цинк, хром, бакар, олово, жива, арсен и индекс угљоводоника) утврђене су концентрације изнад ремедијационих вредности прописаних Уредбом („Службени гласник Републике Србије“, бр. 30/18). У 2018. години пијезометри Р1 и Р5 имају незадовољавајући квалитет подземне воде, и то у погледу концентрације хрома за узорак из пијезометра Р1 и цинка за узорке узете из пијезометра Р5. У подземној води на подручју депоније утврђен је и повишен садржај органских материја, као и укупног азота. У подземној води детектовано је и присуство винил-хлорида. Примена различитих индекса загађења подземне воде указали су на различите процене утицаја депоније на подземне воде. Према LWPI вредностима, подземна вода на територији депоније окарактерисана је лошим квалитетом под приметним утицајем депоније. Са друге стране резултати добијени рачунањем Pi и PI индекса (базираних на прописаним ремедијационим вредностима из Уредбе) показују да је подземна вода на територији депоније природног квалитета без значајног утицаја депоније. Генерално се закључује да је квалитет подземних вода нарушен услед неадекватног депоновања, сакупљања и одвођења процедурне воде. Ово указује на неопходност даљег спровођења мониторинга подземних вода који мора бити оптимизован и циљан у периоду када су изражене временске осцилације, посебно у периоду интензивних падавина када се очекује и највећи утицај депоније на подземне воде.

Резултати квалитета процедурних вода указали су да и поред добре ефикасности таложних лагуна, третман није задовољавајући, те су вредности за суспендоване материје, НРК, ВРК5, укупни неоргански азот, нитрати, сулфиди и минерална уља изнад Уредбом прописаних граничних вредности за испуштање у реципијент. У процедурној води детектовано је присуство винил-хлорида и измерена је висока токсичност, што се закључује на основу инхибиције 47,6 % испитиване врсте. Увидом у доступне резултате, утврђено је да у мониторингу који се редовно спроводи на депонији, поједини параметри који су од значаја нису мерени у процедурној води као што су нпр. жива и бакар. Може се закључити да је за процедурну воду депоније неопходан

додатни третман како би се задовољиле ГВЕ за испуштање у реципијент, а пре свега обезбедила адекватна заштита животне средине.

И код квалитета површинске воде тј. Свињаревог канала (реципијента процедурне воде) утврђена је значајна варијација квалитета током године услед сезонских промена. На основу добијених резултата закључено је да канал узводно и низводно од испуштања процедурне воде припада класи В површинских вода, чиме је окарактерисан лошим еколошким статусом. Ово указује да је канал и узводно од испуштања процедурне воде под значајним утицајем депоније услед пре свега падавина које се трансформишу у површински отицај и на тај начин са собом уносе загађујуће материје у канал и нарушавају квалитет воде. Детектоване су повишене вредности за НРК, ВРК5, укупан азот, амонијак и ортофосфате. Такође и у води Свињаревог канала детектован је винил-хлорид, али и флуорантен који је детектован у концентрацијама већим од Просечне годишње концентрације (ПГК).

Испитивањем квалитета земљишта на територији испитиване депоније утврђене су повишене концентрације метала и минералних уља. Садржај хрома је детектован у земљишту изнад ремедијационе вредности на више испитиваних локација. На испитиваној локацији 33, која се налази на средини пута између два дела депонија (секција 1 и секција 2) утврђено је највеће загађење земљишта. Добијени резултати указују на потребу додатног мониторинга земљишта и на потребу ремедијације земљишта на испитиваним локалитетима при процесу санације депоније.

Анализом присуства микропластике у подземним, процедурним и површинским водама депоније, закључено је да је микропластика присутна и у узорцима површинских (процедна вода и вода из канала) и подземних вода са депоније (пијезометри Р1 до Р6). Резултати указују на присуство различитих облика честица микропластике, као што су грануле, елипсе и нити. FTIR анализом је утврђено да се у испитиваним узорцима налази микропластика чија структура одговара полиетилену и полипропилену. Овакви материјали се у највећој мери примењују у производњи амбалаже, и након веома краткотрајне примене одбацују се, након чега доспевају на депоније комуналног отпада.

На основу добијених резултата извршена је идентификација параметара од интереса у подземној, процедурној води, површинској води (Свињарев канал) и земљишту. Ове параметре је потребно учесталије пратити, минимум два пута годишње, при чему је потребно обухватити периоде високог и ниског водостаја односно сушни период и посебно период када су интензивне падавине. За сваки медијум животне средине мониторингом је потребно пратити:

подземне воде: општи физичко-хемијски параметри (рН, електропроводљивост, растворени кисеоник, суспендоване материје), садржај органске материје, азотна једињења (амонијак, нитрати и нитрити), тешки метали (никл, цинк, хром, бакар, олово и арсен), винил-хлорид и укупни угљоводоници;

процедне воде: општи физичко-хемијски параметри (рН, електропроводљивост, растворени кисеоник, суспендоване материје), садржај органске материје (НРК и ВРК5), азотна једињења (укупан азот, амонијак, нитрати и нитрити), сулфиди, винил-хлорид и минерална уља;

површинске воде: физичко-хемијски параметри (рН, електропроводљивост, растворени кисеоник, суспендоване материје), садржај органске материје (НРК и ВРК5), азотна једињења (укупан азот, амонијак, нитрати и нитрити), укупан фосфор, гвожђе, винил-хлорид, минерална уља и бројност микроорганизама (укупне колиформне бактерије, фекални колиформи, ентерококе фекалног порекла);

земљиште: тешки метали (никл, цинк, хром, бакар, арсен, жива) и минерална уља.

Остали параметри нису детектовани или су детектовани у концентрацијама испод одговарајућих референтних вредности. Без обзира на ниске концентрације, ове параметре је потребно повремено анализирати (нпр. једном у три године) у циљу праћења могућих промена

у саставу отпада, хидрометеоролошких услова, тераформирајућих појава, стања дренажног система итд.

Иако депонија у Новом Саду, према Закону о управљању отпадом ("Службени гласник Републике Србије», бр. 36/09, 88/10 и 14/16) формално спада у групу контролисаних депонија, суштински она није контролисана, те је неопходно применити опсежне мере у циљу смањења контаминације животне средине. Узимајући у обзир да ће се постојећа депонија морати користити минимум још неколико година, дат је предлог санације депоније подељен по фазама. Имајући у виду специфичну ситуацију паралелног затварања дела депонија и даљег коришћења другог дела депоније, у оквиру фазе I потребно је реализовати прекривање неактивних делова депоније. Фаза II се односи на потпуно затварање депоније након коначног престанка одлагања отпада.

Могућност имплементације, односно коришћења резултата пројекта/програма

Резултати добијени пројектом дају приказ тренутног стања квалитета подземне, процедурне и површинске воде и земљишта на локацији градске депоније. Тренутно стање указује на негативан утицај депоније на квалитет подземне и површинске воде, на незадовољавајући квалитет процедурне воде која се испушта у површинску воду (Свињарев канал) и на контаминирано земљиште које указује на неопходност ремедијације датог локалитета. По први пут су анализирани, а поједини параметри и детектовани у испитиваним медијумима на депонији (нпр. винил-хлорид, флуорантен и др.), док је посебан допринос пројекта испитивање и детекција микропластике у води, што представља најновије сазнање у овој области истраживања. Због малог броја информација о оваквим полутантима који могу имати значајан негативан утицај на квалитет животне средине, указано је на неопходност даљег праћења утицаја градске депоније на испитиване медијуме ове локације.

Добијени резултати омогућили су израду предлога за имплементацију новог мониторинг програма који би требао да омогући добијање више корисних информација са мање утрошених средстава (оптимизација мониторинг програма) и на тај начин ефикасније управљање и контролу загађења које проистиче са градске депоније. Резултати оваквог мониторинг програма треба да омогуће детаљнији приказ загађења на датом локалитету, што је основа за даље решавање проблема у виду санације и затварања постојеће депоније у будућности. Пројекат је дао добру подлогу за израду студије о процени утицаја, која ће бити свакако један од неопходних докумената у крајњем решавању проблема постојеће депоније.

Резултати пројекта су указали на потребу санације и затварања градске депоније. Предлог пројекта је фазна санација, где ће се посебна пажња посветити спречавању инфилтрације процедурних вода и њиховом ефикасном прикупљању. У циљу санације и затварања постојеће депоније, неопходна је примена технички и финансијски веома комплексне методе. Резултати овог пројекта могу да пруже одличну подлогу за израду будућег пројекта санације и затварања депоније посебно када се узме у обзир да ће се у оквиру решавања овог проблема, морати извршити и ремедијација локалитета, на шта су указују и закључци овог пројекта (нпр. локације загађеног земљишта).

Допринос пројекта/програма унапређењу стања у тематској области

Генерално, пројекат је допринео сагледавању стања животне средине на локацији градске депоније и процени утицаја саме депоније на подземне и површинске воде, и земљиште.

Обрађени су постојећи подаци, извршена је додатна анализа на широк опсег параметара где су неки од њих по први пут анализирани на датој локацији и указано је на механизам транспорта полутаната након неадекватног одлагања отпада. Идентификовани су полутанти који тренутно представљају стварни ризик по животну средину и указано је на присуство полутаната који представљају потенцијални ризик у будућности. Дефинисан је потребан обим санације депоније и дат је предлог активности које треба предузети у наредном периоду, што треба да омогући смањење негативног утицаја депоније и поступног побољшања квалитета животне средине. Пројекат на овај начин даје значајан допринос у решавању једног од највећег проблема у граду Новом Саду, а то је санација и затварање постојеће депоније отпада.

5. Могућност даљег развоја пројекта/програма и његова одрживост

Пројекат указује на неопходност наставка истраживања утицаја депоније на животну средину. Положај депоније у граду, близина изворишта воде за пиће Ратно острво, утврђен утицај депоније на загађење подземне и површинске воде као и земљишта указују на неопходност наставка предложеног новог истраживачког мониторинг програма који би обухватио све параметре од интереса. Ово је посебно значајно имајући у виду климатске промене које се код нас огледају кроз све израженије сушне периоде, као и периоде у којима имамо дуге временске интервале са интензивним падавинама (изнад просечних), због чега се значајно мења и ниво подземних вода у одређеним периодима године. Како је свака година специфична по овом питању тј. све се више одступа од стандардних временских прилика, неопходно је спроводити мониторинг програм посебно у овим екстремним условима, где се нарочито у периоду великих количина падавина, очекује значајан утицај депоније на околину, а посебно на подземне воде. Даља испитивања су неопходна и како би се пратиле нове загађујуће материје (микрополутанти) који су изазов и у смислу њиховог аналитичког одређивања и у смислу третмана на постројењима за пречишћавање (третман процедурних вода депоније). Ови полутанти чине групу од преко 10000 супстанци са различитим хемијским карактеристикама које утичу на животну средину, обично пореклом из извора као што су фармацеутски остаци, производи за личну хигијену, разне хемикалије које се употребљавају у домаћинству и биоциди/пестициди. Ове супстанце могу изазвати штетне ефекте на водене екосистеме (репродукција риба и сл.) зависно од тога како се третирају на постројењима за пречишћавање отпадних вода. Неопходно је наставити даља истраживања како би се утврдила и учесталост појаве микропластике у водама које окружују депонију, тип микропластике, сезонске варијације, као и могуће интеракције са другим конституентима и полутантима који се могу наћи у овим водама.

Даљи развој пројекта требао би да пружи и информације о могућим третманима процедурне воде са депоније, као и могућим решењима за ремедијацију загађеног земљишта који су се према до сада добијеним резултатима показали као значајни проблеми по животну средину.

На овај начин би се добили репрезентативнији резултати који би дали детаљнију информацију о утицају депоније на квалитет подземних и површинских вода и земљишта, што би омогућило дефинисање оптималног решења за санацију и затварање постојеће градске депоније као и ремедијацију датог локалитета.

Процена ризика на животну средину токсичних и емергентних полутаната у отпадној и површинској води Новог Сада

Маја Сремачки¹, Маја Петровић¹, Душан Миловановић¹, Ивана Михајловић¹, Мирјана Војиновић Милорадов¹

¹Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Департман за инжењерство заштите животне средине и заштите на раду, Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Србија

УВОДНА РАЗМАТРАЊА

Процена ризика (ПР), утемељена на фундаменталном знању о процесима дистрибуције, расподеле, судбине, експозиције и ефеката, есенцијалан је за безбедно коришћење хемикалија и њихово контролисано испуштање у животну средину. Процена ризика за емергентне супстанце се састоји из неколико комплексних студија - квантификација просторних и временских трендова понашања, судбине, експозиције и ефеката, развој модела (дистрибуције, биодоступности и зависног система експозиција-одзив), ефекта хемијског коктела и смеша, истовремено излагање хемијским и социо-економским екостресорима.

Идентификација претњи које изазивају осетљивост и онемогућавају адаптацију кључних организама у акватичном систему, сигурност хране и биодиверзитета је изузетно важан али деликатан индикатор ризика на животну средину. Потребно је такође узети у обзир како се мења ризик праћене супстанце у односу на климатске и демографске промене, пораст урбанизације, као и друге значајне факторе.

Емергентни полутанти се уносе у животну средину (ваздух, вода, земљиште и биота) бројним антропогеним изворима и дистрибуирају се у компартиментима животне средине у складу са физичко-хемијским и дистрибуционим карактеристикама и афинитетима. Развој аналитичких техника и процеса којима се омогућава детекција, идентификација и анализа полутаната у животној средини, резултира порширењем листа полутаната који су опасни и токсични по животну средину.

NORMAN листа емергентних полутаната (<https://www.norman-network.net/?q=node/19>) (emerging pollutants - EmP) се састоји из супстанци које су доказано или се сумња да су токсичне и/или хазардне по животну средину и/или здравље људи. Емергентни полутанти могу имати различите непожељне карактеристике. Могу бити перзистентне, псеудо-перзистентне, токсичне са хроничним и акутним ефектима чак и при ниским концентрационим нивоима (ppb, ppt и ниже), хазардне, иритантне, канцерогене, тератогене, мутагене и друго.

Супстанце које су праћене у истраживању припадају групама:

- психоактивних контролисаних супстанци (Амфетамин, Екстази (MDMA), Кокаин и метаболит Бензоилекгонин (BE)),
- естрогенима ((Estril - E3),
- пестицидима и прекурсорима пестицида (Линдан, Ендрин, Диледрин, Едосулфан α , Хептахлор, Дихлор-дифенил-трихлорета (ДДТ) и метаболити Дихлоро-дифенил-дихлоро-етилена (ДДЕ) и Дихлоро-дифенил-дихлоро-етана (ДДД)) и
- фталатима (Дибутил фталат (DBT) и Bis (2-етилхексил) фталат (DEHP)).

ПРОЦЕНА РИЗИКА

Подаци и информације о судбини и понашању емергентних полутаната у животној средини, као и претње које представљају по еколошко и људско здравље, за емергентне полутанте још увек нису потпуни ни доступни. Поред тога, екотоксиколошки подаци и последице за ЕмР су још увек непознати и неистражени, како су прихватљиви и поуздани подаци о утврђеном ризику суптанце на животну средину и здравље обично недоступни или непостојећи [1]. Потенцијални ризик по животну средину или коефицијент ризика (КР) различитих група емергентних супстанци у систему вода-седимент, се показао као посебно висок за пестициде, фталате, антибиотике, анти-инфламаторне лекове, β -блокаторе и антиепилептичне фармацеутике [2]. Детектовани и квантификовани концентрациони нивои за резидуе фармацеутика и β -блокатора у површинским водама (просечна концентрација) су у опсегу од ng/L до μ g/L, док су концентрације за пестициде значајно више (неколико стотина mg/L) [3,4]. Оквирни принципи и смернице за процену ризика на животну средину (ПРЖС), (Environmental Risk Assessment - ERA), нових, ново-откривених и познатих хемикалија и хемијских полутаната које је регистровала Европске Агенције за евалуацију лекова (European Medicines Evaluation Agency - EMEA). На основу поређења процењених концентрационих нивоа у животној средини (Predicted Environmental Concentrations - PEC) или измерених концентрационих нивоа у животној средини (Measured Environmental Concentrations - MEC) и претпостављених вредности које немају негативне ефекте на животну средину (Predicted No Effect Concentrations - PNEC). PNEC вредности су обично деривирани из стандардних студија токсичности супстанце [5,6]. Критеријуме за интерпретацију коефицијента ризика у студијама процене ризика на животну средину и здравље, који су примењени у раду су приказани у Табели 1 [5,7].

Табела 1. Критеријуми интерпретације коефицијента ризика

Р.б.	Ниво ризика	Прорачунате вредности КР
1.	Низак ризик	0,01-0,1
2.	Средњи ризик	0,1-1
3.	Висок ризик	>1

РЕЗУЛТАТИ

Просечне вредности резултата процене ризика на животну средину, односно, средње вредности прорачунатог коефицијента ризика су приказане у Табели 2.

Према измереним концентрационим нивоима израчунати ризик за психоактивне контролисане супстанце је првог нивоа (низак) за све праћене супстанце, осим за екстази (МДМА), чији прорачунати ризик прелази у средњи ризик (другог нивоа), за вредности коефицијента ризика КР од 0.16. Пестициди Линдан, Ендрин, Диелдрин, Ендосулфан α , Хептахлор, ДДТ и прекурсор ХЦБ, као и фталати (ДБП и ДЕХП) карактерише висок ниво ризик (ниво 3) на свим локалитетима на којима су супстанце детектоване.

Табела 2. Просечне вредности израчунатог коефицијента ризика (КР) на животну средину

Р.	Супстанца	Просечна вредност КР
1.	Амфетамин	0,004
2.	MDMA	0,037
3.	Кокаин	0,006
4.	BE	0,023
5.	E3	0,015
6.	Lindan	1.814.82
7.	Endrin	20.888,89
8.	Dieldrin	5.333,33
9.	Endosulfan α	134,67
10.	Heptahlor	64.444,44
11.	p',p'-DDD	0,34
12.	p',p'-DDE	0,1
13.	p',p'-DDT	660,44
14.	Hlorpirifos	0,01
15.	HCB	470,25
16.	PeCB	0,01
17.	DBP	426,25
18.	DEPH	334,07

ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Различите аналитичке технике су коришћене за мерење концентрационих нивоа и евалуацију добијених података за селектоване емергентне ксенобиотице - органохлорне пестициде (DDT и метаболите, Lindan, Endrin, Dieldrin, Edosulfan и друге), фталате, естрогене и психоактивне контролисане супстанце. Резултати добијени аналитичким путем су потом рачунски обрађени у сврху добијања података о коефицијентима ризика (КР) на животну средину праћених супстанци, у циљу процене ризика на животну средину и здравље. Пестициди Линдан, Ендрин, Диелдрин, Ендосулфан α , Хептахлор, DDT и прекурсор HCB су показали значајно повишен коефицијент ризика који припада трећем нивоу ризика на свим локацијама у Новом Саду на којим је супстанца детектована. Повишен ниво ризика за емергентне ксенобиотице представља посебан нов, изазован и комплексан проблем услед способности емергентних супстанци да ремете рад ендокриног система, као и високих биоакумулационих, токсичних и канцерогених ефеката и карактеристика.

Референце

1. Gavrilescu, M., Demnerová, K., Aamand, J., Agathos, S., Fava, F. (2015) *New Biotechnology*, 32 (1) 147-156 <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2014.01.001>
2. Hernando, M.D., Mezcua, M., Fernández-Alba, A.R., Barceló, D. (2006) *Talanta*, 69 (2) 334-342, <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2005.09.037>
3. Daughton, C.G., Ternes, T.A. (1999) *Environmental Health Perspectives*, 107 (6)907-938
4. Sremački M. (2017) University of Novi Sad, Faculty of Technical Science, <http://nardus.mpn.gov.rs/handle/123456789/8924>
5. EC, 1996, Technical Guidance Documents in Support of the Commission Directive 93/667/EEC on risk assessment for new notified substances and the Commission regulation (EC) 1488/94 on Risk substances, European Chemical Bureau, Ispra, Italy, 19th April 1996, part 1, 2 and 3.
6. FDA, Guidance for industry-Environmental assessment of human drugs and biologics applications, FDA, CDER/CBER, CMC 6, rev. 1, 1998.
7. Sanchez-Bayo, F., Baskaran, S., Kennedy I.R. (2002) *Agriculture, EcosystEmP and Environment*, 91(1-3) 37-57

Анализа лабораторијских података у циљу утврђивања постојећег стања и дефинисање кључних елемената заштите система пречишћавања отпадних вода града Новог Сада

др Милена Бечелић-Томин¹,
др Божо Далмација¹, др Дејан Крчмар¹,
др Срђан Рончевић¹, др Весна Пешић¹,
др Анита Леовац¹, др Ђурђа Керкез¹,
др Милош Дубовина¹

¹ Универзитет у Новом Саду,
Природно-математички факултет,
Трг Доситеја Обрадовића 3,
21000 Нови Сад, Србија

У оквиру овог пројекта извршена је анализа садашњег стања у погледу количине и квалитета отпадних вода индустријских корисника канализације и отпадних вода на градским изливима у Дунав. Дат је преглед актуелног законодавства на националном и локалном нивоу којим се уређује ова област. У циљу процене ризика по систем отпадних вода и реку Дунав, извршено је узорковање и анализа отпадних вода на специфичне и приоритетне загађујуће материје од интереса. Крајњи циљ пројекта је дефинисање кључних елемената заштите система пречишћавања отпадних вода града Новог Сада као припремног материјала за будућу, нову градску Одлуку о условима за пуштање отпадних вода у јавни канализациони систем.

Методологија и анализа постојећег стања

ЈКП „Водовод и канализација“ је доставио податке о привредним субјектима (корисницима канализације) и њиховим отпадним водама за период 2002-2017. године. На основу тих података извршена је анализа садашњег (постојећег) стања. Подаци прикупљени у претходном периоду су прегледани и обрађени уз помоћ основних статистичких прорачуна. Подаци о оптерећењу отпадних вода су обрађени кумулативно према делатностима индустријских загађивача.

Након прегледа постојећих података извршено је узорковање и анализа отпадних вода индустријских постројења како би се извршила допуна регистра података.

Узорци отпадних вода су узорковани у складу са стандардом СРПС ИСО 5667-10:2007 и СРПС ЕН ИСО 5667-1:2008. Сви узорци су по допремању у лабораторију ускладиштени на 4°C до момента припреме узорка за анализу. Транспорт и чување узорка воде је у складу са стандардом СРПС ЕН ИСО 5667-3:2017.

Орјанохлорни њесџициди су одређивани течно-течном екстракцијом (eng. liquid-liquid extraction, LLE) из течних узорка у складу са стандардном методом SM 6630 i EPA 1699. Волаџилене орјанске комјоненџе су одређене након припреме, увођењем узорка у гасни хроматограф са масеним детектором (GC/MS) помоћу система “purge and trap”. Метода је развијена на основу EPA 5030В, EPA8260 i EPA 8000В. рН вредносџи је одређена електрохемијски према стандардној методи СРПС Х.31.111:1987 уз помоћ теренског рН-метра 340i. Елекџропроводљивосџи је одређена кондуктометријски према стандардној методи СРПС ЕН 27888:2009 уз помоћ кондуктометра WTW Cond 3210. Концентрација укујних меџала у води одређена је стандардном методом анализе, на атомском апсорпционом спектрофотометру (AAS-Aanalyst 700) у складу са EPA методама, уз претходно закишељавање сс HNO₃ (р.а.). Тесџи џоксичносџи на бактеријама *Vibrio fischeri* је урађен према стандарду ИСО 11348-1:2008 Water quality – Determination of the inhibitory effect of water samples on the light emission of *Vibrio fischeri* (Luminiscent bacteria test). Агсорбујуџи орјански халоџениди (АОХ). Припрема водених узорка је извршена према стандарду СРПС ЕН ИСО 9562 “Квалитет воде – Одређивање адсорбованих органски везаних

халогена (AOX)" (eng. Water quality – Determination of adsorbable organically bound halogens). Спаљивање угљева је извршено према EPA методи 5050 "Метода припреме чврстих узорка за бомбу" (eng. Bomb preparation method for solid waste). Након спаљивања узорка, концентрација Cl⁻ је одређена на јонском хроматографу (Dionex ICS-3000). Полихлоровани бифенили (PCB) су анализирани техником гасне хроматографије (GC Agilent 6890N) са детектором са захватом електрона (μECD) према методи EPA 1699. *Анализа специфичних органских јолушанаџа односно органски профил воде* извршен је гасно-хроматографском/масено-спектрометријском анализом у SCAN моду (GC/MS, Agilent 7890A/5975C) при чему су скенирани јони у опсегу од 35-550 атомских јединица масе. Припрема узорка воде извршена је након екстракције са метилен-хлоридом у складу са EPA 3510C. Идентификована једињења су она препозната са вероватноћом >70%.

У оквиру пројекта извршена је анализа актуелног законодавства на националном нивоу (област заштите вода, управљања хемикалијама, управљања отпадом као и обавезе према међународним уговорима) и на локалном нивоу (градска одлука којом се регулише квалитет отпадних вода корисника канализационог система града Новог Сада).

На основу тренутног стања (без пречишћавања градских отпадних вода), извршена је процена укупног дозвољеног максималног оптерећења градских отпадних вода загађујућим материјама које су од посебног значаја за квалитет остатака тј. муља који настаје након пречишћавања градских отпадних вода. Поред тога, предложена је методологија одређивања укупног дозвољеног оптерећења отпадних вода и муља након изградње уређаја за пречишћавање отпадних вода града Новог Сада. На основу тога, дате су препоруке за услове за издавање дозвола за прикључење на градски систем канализације.

РЕЗУЛТАТИ ДОБИЈЕНИ РЕАЛИЗАЦИЈОМ ПРОЈЕКТА

• *Анализа података о количини и квалитету отпадних вода*

У табели 1 су приказани корисници канализације груписани према делатностима са наведеним бројем корисника у датој делатности и количином захваћене воде. Најзаступљенији (по броју) корисници канализације баве се прерађивачком делатношћу. Иако је познато да се количина отпадне воде може разликовати од количине захваћене воде у зависности од делатности и количине воде која се потроши за уграђивање у производе, овај критеријум се за сада користи за процену продукване отпадне воде с обзиром да корисници канализације не мере количину отпадне воде коју упуштају у канализациони систем.

Већина постројења за предtretман код индустријских корисника канализације не ради оптимално, а један број уопште не ради, што има значајан утицај на квалитет ефлуената који се упуштају у градску канализацију. Обрадом расположивих података до 2017. године утврђено је да само код 30% корисника канализације постоји постројење за третман отпадних вода, која обухватају таложнике (сепараторе), 45% не поседује никакав третман, а подаци осталих корисника нису доступни. Поред тога, већина индустријских погона има збирну канализацију (технолошку, санитарну, а често се и расхладне воде каналишу заједно), при чему се у индустријским погонима не примењују мере штедне или рационалне употребе воде. Број излива у градску канализацију са технолошким отпадним водама је у односу на укупну количину отпадне воде малобројан (10%), при чему је број излива где су помешани сви типови отпадних вода, тзв. збирних отпадних вода висок (88%).

Табела 1. Делатности у оквиру којих су пословни потрошачи воде за пиће/корисници ресурса воде изнад 1000 м³/год (2017. година)

Назив делатности*	Број потрошача/ корисника ресурса воде	Количина захваћене и коришћене воде (м ³ /год)
Прерађивачка индустрија	18	1.700.000
Трговина на велико и трговина на мало; поправка моторних возила и мотоцикала	9	51.158
Саобраћај и складиштење	8	172.177
Здравствена и социјална заштита	7	76.000
Државна управа и одбрана; обавезно социјално осигурање	7	162.000
Образовање	7	86.296
Услуге смештаја и исхране	6	200.300
Грађевинарство	4	17.335
Стручне, научне, иновационе и техничке делатности	3	43.751
Уметност, забава и рекреација	3	148.700
Административне и помоћне услужне делатности	3	11.429
Финансијске делатности и делатности осигурања	2	27.921
Снабдевање електричном енергијом, гасом, паром и климатизација	2	26.937
Снабдевање водом; управљање отпадним водама, контролисање процеса уклањања отпада и сличне активности	2	26.712
Пољопривреда, шумарство и рибарство	1	2.152
Рударство	1	36.065

*Према: Уредба о класификацији делатности ("Сл. гласник РС" бр. 54/2010)

Анализом резултата анализа отпадних вода, установљено је да ни код једног корисника не постоји комплетна анализа, било да се ради о општим или специфичним параметрима. Поређењем измерених вредности достављених анализа у датом периоду са граничним вредностима емисије за одговарајуће индустријске секторе (према Уредби о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање („Сужбени ласник Републике Србије“, бр. 67/11, 48/12 и 1/16), установљено је да су прекорачене прописане вредности најмање једног параметра, иако је најчешће више њих у питању, код 40% загађивача. Код 28% загађивача измерене вредности испитиваних параметара су у близини прописаних граничних вредности емисије, што указује на потенцијал да се оне премаше.

Резултати спроведених додатних анализа у оквиру пројекта су показали да је већина отпадних вода умерено токсична, према анализама тестовима токсичности. У отпадним водама појединих анализираних корисника канализације детектовани су неки од метала (Cr, Cu, Pb). У оваквим случајевима је неопходно утврдити врсте и токове отпадних вода, како се не би ниже концентрације супстанци на изливима обезбеђивале разблаживањем технолошких отпадних вода другим врстама отпадних вода (санитарним, расхладним, атмосферским). Када су у питању градски изливи отпадних вода у Дунав, на испустима GC1 и GC2 установљено је највеће просечно дневно оптерећење (*in situ* анализа отпадних вода) када је у питању садржај органских материја (рачунатих преко НРК и ВРК₅), укупног азота, укупног фосфора и укупних суспендованих материја. Највиша концентрација скоро свих испитиваних показатеља квалитета детектована је на испусту Роков поток. Највеће количине отпадне воде се производе

у сливу GC1 и GC2 (табела 2). У пролећном периоду испитивања који је карактерисала појава падавина, идентификоване су посебно изражене екстремне вредности протока отпадних вода по сливовима канализације као и екстремне вредности одређених показатеља квалитета вода. Садржај тешко биодеградабилних материја у отпадним водама вишеструко је повећан у току интензивних падавина. Неопходна су опсежнија мерења у току екстремних метеоролошких услова (појава бујица и спирања са градских површина) како би се проценио временски период појаве максималне количине воде и максималног оптерећења за све периоде падавина, посебно у току “*йочейној сйирања*” атмосферским водама. Ове информације су од значаја за будући градски уређај за пречишћавање отпадних вода. У току сувих метеоролошких услова, на појединим градским изливима, највећи проток отпадних вода забележен је у другој половини дана (15-23h) што указује на чињеницу значајног доприноса отпадних вода које потичу од домаћинства.

Табела 2. Просечне вредности протока отпадних вода у току 8h са максималним и минималним измереним вредностима

Локација испуста	07-15h	15-23h	23-07h	максимални/минимални проток отпадне воде (m ³)
	проток отпадне воде (m ³ /8h)			
GC1	21831	21858	16695	48497/11206
GC2	13867	14076	10524	32329/7470
Роков поток	2528	2027	1679	10788/1078
Ратно острво	1388	1757	1298	3980/869
Сремски Карловци	950	765	579	2599/507

Анализа специфичних загађујућих материја спроведена у оквиру овог пројекта указала је на присуство волатилних једињења (хлороформ, толуол и винил-хлорид) на изливима градских отпадних вода чији је садржај највероватније последица рада прерађивачке индустрије. Садржај халогенованих органских једињења је потврђен анализом АОХ (у овом пројекту су одређивана хлорована једињења) на свим изливима отпадних вода Новог Сада у опсегу концентрација од 101 µg/l колико је измерено на CS Роков поток до 209 µg/l на CS GC2. Ово је типичан опсег за комуналне отпадне воде у Европским градовима (приближно 50-250 µg/l). Процентом токсичности мерењем луминисценције соја бактерије *Vibrio fischeri*, а према добијеним подацима % инхибиције, отпадне воде на CS GC1 (46,64%), GC2 (39,79%) и Роков поток (24,65%) могу се сматрати незнатно токсичним, а на CS Ратно острво умерено токсичним (64,00%). У циљу одређивања квалитативног састава отпадних вода који се може детектовати гаснохроматографском методом, урађена је њихова карактеризација. GC анализом и добијен је скоро исти број (60-62) једињења на три локације узорковања (GC1, GC2 и Ратно острво). У отпадној води на CS Роков поток, број једињења је мањи (46). У табели 3 дат је сумарни приказ врста једињења у зависности којој групи припадају. Поједине органске супстанце детектоване у отпадним водама сусинтетичког су порекла, поларне, биолошки активне и стабилне супстанце (бензотиазол, диетил фталат и бис (2-етилхексил) фталат) које захтевају одговарајуће услове третмана на будућем уређају за третман отпадних вода а представљају ризик уколико доспеју у површинску воду због њихове високе перзистенције или способности да изазову физиолошки одговор. Врло је битно у наредном периоду проценити њихове главне изворе, осим домаћинства, а то су индустријске активности, атмосферска депозиција и спирање са површина услед интензивних падавина.

Табела 3. Сума (број једињења из групе) органских профила отпадних вода

Група једињења	GC2	GC1	Роков поток	Ратно острво
Угљоводоници	18	16	9	17
Органске киселине, естри и соли органских киселина	14	17	13	14
Фталати	3	3	3	2
Алкохоли, кетони и алдехиди	17	13	13	16
Феноли	5	6	4	7
Хетероциклична једињења	1	1	1	1
Органоазотна једињења	3	4	3	5
УКУПНО ИДЕНТИФИКОВАНО	61	60	46	62

• *Садашњи њравни оквир уїрављања ошїїадним водама на нивоу града Нобої Сада*

Актуелне Одлуке (Одлука о санитарно-техничким условима за испуштање отпадних вода у јавну канализацију града Новог Сада и Одлука о условима и начину организовања послова у вршењу комуналних делатности испоруке воде и уклањања вода) не садрже све потребне захтеве који се односе на привредне кориснике јавног канализационог система. То се првенствено односи на, поред преиспитивања граничних вредности емисије за отпадне воде које се упуштају у канализациони систем, обавезу израде Акционих планова и начина праћења њихове реализације, на захтеве за мониторинг отпадних вода и у том смислу услове издавања дозволе за прикључење на канализациони систем. Услове за испуштање индустријских отпадних вода у градску канализацију потребно је дефинисати на основу: правног, грађевинског, технолошког и економског аспекта као и утврђеног програма мониторинга отпадних вода, што се за сада не препознаје као мера заштите система отпадних вода града Новог Сада.

ЗАКЉУЧАК

Кључни елементи заштите система пречишћавања отпадних вода града Новог Сада и посредно реке Дунав требали да буду део новог (или измењеног и допуњеног постојећег) законодавног акта на градском нивоу. Ови елементи подразумевају: преиспитане граничне вредности емисије за отпадне воде које се упуштају у канализациони систем (узимајући у обзир заштиту здравља запослених и грађана, потребу за квалитетом муља, заштитом система отпадних вода, будућег уређаја за третман градских отпадних вода и реке Дунав) и захтеве у дозволама које корисници канализације треба да испоштују у смислу количине, квалитета, предтретмана и мониторинга отпадних вода. На основу тога, неопходно је успоставити реалан систем наплате корисницима на бази количине и састава отпадне воде. У циљу ефикаснијег управљања отпадним водама неопходна је унапређена контрола емисије отпадних вода корисника канализације у односу на постојећу што подразумева примену информационих технологија (регистар корисника) и адекватан надзор целокупног система. У том смислу, секторска интеграција и коришћење података из осталих регистара (регистар хемикалија) сматра се важним јер омогућава допуњавање регистра корисника. Програм сарадње са корисницима допринео би спречавању појаве недозвољених испуштања у канализациони систем која може бити последица недовољне свести и знања корисника.

Инвазивне биљке на подручју Града Новог Сада – тренутно стање, предикција насељавања и ширења – основе за стратегију сузбијања

Тмушић Г.¹, Рат М.¹, Бојчић С.¹, Бокић
Б.¹, Радак Б.¹, Игић Р.¹,
Аначков Г.¹

¹Универзитет у Новом Саду,
Природно-математички факултет,
Департаман за биологију и екологију,
Лабораторија за инвазивне и алергијске
биљке (LIAP) Трг Доситеја Обрадовића 2,
Нови Сад, Србија

Извод: Урбане средине данас представљају дом великом броју биљних врста, од којих значајан удео имају стране врсте инвазивног карактера. У циљу што успешнијег управљања овим врстама, неопходан је њихов сталан мониторинг, уз одређивање најугроженијих типова станишта, делова града као и жаришта и коридора ширења. Теренским истраживањима током лета 2018. године на 341 локацији укупно је забележено 315 различитих биљних таксона од којих 46 јесу стране инвазивне врсте. Врсте које се издвајају по својој учесталости јесу амброзија, репушњача и красолика, док су најугроженији типови станишта напуштене обрадиве површине, угари и депоније, индустријске и рипаријалне зоне.

1. Увод

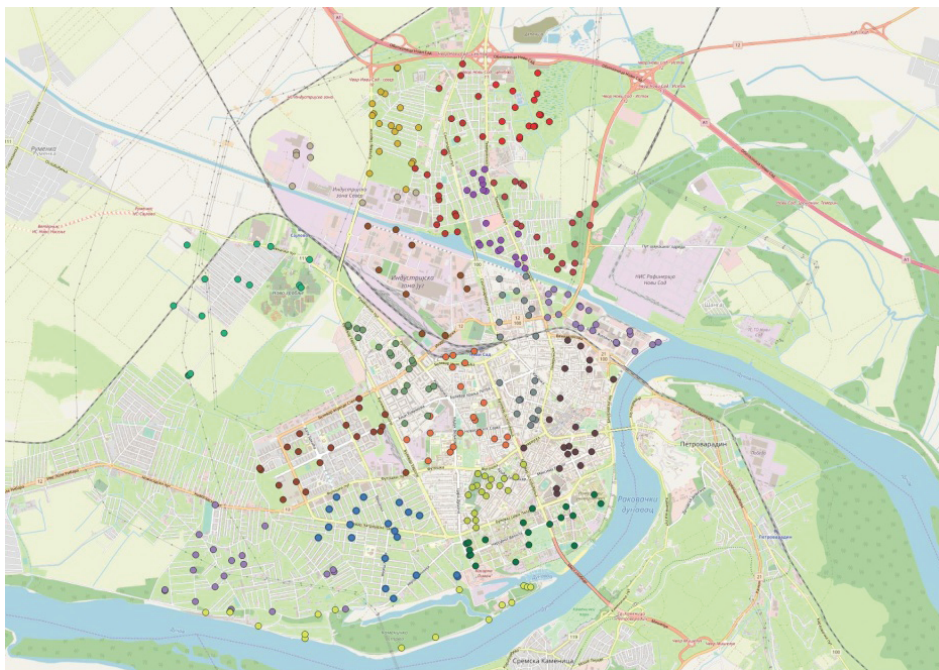
Градске средине су данас препознате по већем флористичком богатству у односу на окружење, што је посебно изражено у традиционално пољорпивредним подручјима. Досадашња истраживања указала су на значајан удео страних биљних врста у укупној разноврсности биљног света градских насеља (Рат и сар. 2017). Водеће светске асоцијације за очување природе, обележиле су инвазивне врсте као један од најважнијих угрожавајућих фактора животне средине. Вишедеценијска ботаничка истраживања Новог Сада и околине, са посебним освртом на инвазивне стране врсте у претходној деценији, издвајају Нови Сад као један од ретких градова у региону са овом традицијом и основом за успостављање мониторинга инвазивних биљака.

Циљ овог истраживања је обрада прикупљених података теренских истраживања, наставак мониторинга и приоритизација инвазивних таксона з дефинисање даљег мониторинга. Додатни циљеви јесу категоризација различитих типова станишта према степену угрожености као и дефинисање жаришта и коридора ширења инвазивних биљака. Резултати овог истраживања дају основу за успостављање система раног откривања и брзог реаговања у циљу спречавања успостављања нових популација инвазивних таксона.

2. Материјал и методе

У периоду између јуна и октобра 2018. године вршена су теренска истраживања на 341 локацији града Новог Сада. Подручје града смо поделили на 19 целина у оквиру којих је насумично одабрано 10-20 локација предвиђених за истраживање уз помоћ софтверског пакета QGIS 3.2.0 (Слика 1). На одабраним локацијама процењена је укупна покривност вегетације, присуство и висина спрата дрвећа, жбуња и зељастих биљака, покривност појединачних таксона према Braun-Blanquet скали (Braun-Blanquet, 1964), број по метру квадратном и укупан број алохтоних биљака, статус гајене или одомаћене у природи као и њихова фенофаза. Типови станишта су одређена на основу ЕУНИС класификације станишта и прилагођене Генерализоване

класификације станишта Србије (EUNIS, 2005). Статус алохтоних биљних таксона усклађен је према Прелиминарном списку инвазивних врста у Републици Србији (Лазаревић и сар. 2012) и референтном списку за испитивани фитогеографски регион (Аначков и сар. 2013).



Слика 1. Мапа са градским целинама и испитиваним локацијама на подручју Новог Сада

Одређивање биљног материјала вршена је дихотомим кључевима на онсову морфолошких карактера и уз помоћ иконографија (Јосифовић 1972-1977, Király, 2009). Таксономски статуси биљака усклађени су према савременим принципима и одговарајућим референтним листама (The Plant List, 2010). Приоритизација инвазивних страних врста урађена је на основу учесталости инвазивних таксона на испитиваним локацијама. На исти начин извршен је и одабир градских целина и типова станишта базиран на броју и покривности различитих инвазивних таксона у оквиру њих.

3. Резултати и дискусија

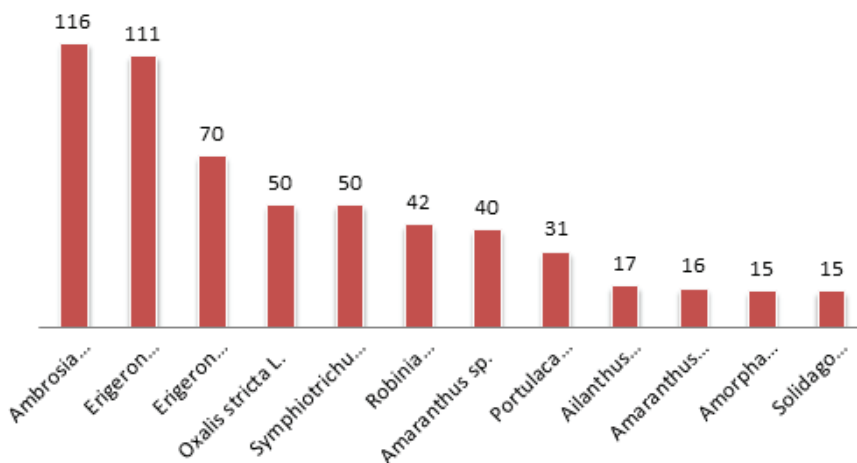
Од укупно 341 испитиване локације, на девет је забележено комплетно одсуство вегетације, док је на 291 забележен бар један страни таксон инвазивног карактера. Одређено је 32 различита типа станишта и укупно је забележено 315 различитих биљних таксона на нивоу фамилије, рода, врсте и подврсте, од којих је 98 страног порекла. Инвазивни карактер укупно испољава 46 страних таксона, што подразумева да су одомаћене (натурализоване) на испитиваном подручју и већој или мањој мери имају штетан утицај на животну средину (Табела 1).

Табела 1. Листа одомаћених страних таксона са инвазивним карактером

<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.
<i>Acer negundo</i> L.	<i>Helianthus tuberosus</i> L.
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	<i>Iva xanthiifolia</i> Nutt.
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	<i>Maclura pomifera</i> (Raf.) C.K.Schneid.
<i>Amaranthus</i> sp.	<i>Matricaria discoidea</i> DC.
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	<i>Oenothera biennis</i> L.
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	<i>Oxalis corniculatus</i> L.
<i>Asclepias syriaca</i> L.	<i>Oxalis stricta</i> L.
<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Hér. ex Vent.	<i>Panicum capillare</i> L.
<i>Catalpa bignonioides</i> Walter	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.
<i>Celtis occidentalis</i> L.	<i>Phytolacca americana</i> L.
<i>Commelina communis</i> L.	<i>Portulaca oleracea</i> L.
<i>Consolida regalis</i> Gray	<i>Reynoutria japonica</i> Houtt.
<i>Cuscuta</i> sp.	<i>Rhus typhina</i> L.
<i>Datura stramonium</i> L.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.
<i>Duchesnea indica</i> (Jacks.) Focke	<i>Solidago gigantea</i> Aiton.
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. & A.Gray	<i>Symphiotrichum</i> sp.
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	<i>Tribulus terrestris</i> L.
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch. Bip.
<i>Erigeron canadensis</i> L.	<i>Ulmus pumila</i> L.
<i>Euphorbia maculata</i> L.	<i>Veronica persica</i> Poir.
<i>Fraxinus americana</i> L.	<i>Vitis vulpina</i> L.
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marshall	<i>Xanthium orientale</i> subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter.

У поређењу са последњим прегледним резултатима флоре Новог Сада (Рат и сар. 2017), наша истраживања су потврдила присуство 98 неофита, што је за 27 таксона више него у поменутој студији, док процентуални удео инвазивних неофита од 20% одговара претходим истраживањима. Битно је поменути да су наша истраживања обухватала и украсне декоративне врсте. Овакав допринос инвазивних неофита флори Новог Сада одговара генералној флористичкој слици урбаних подручја централне Европе (Пушек и сар., 1998). Ипак, потребно је нагласити да се већи централноевропски градови одликују дугогодишњом традицијом флористичких истраживања, што је један од основних разлога за веће флористичко богатство и удео инвазивних неофита у односу на мање истражене средине.

Стране инвазивне врсте које се најчешће јављају на испитиваном подручју су: *Ambrosia artemisiifolia* (116), *Erigeron canadensis* (111) и *Erigeron annuus* (70) (Слика 2). Забележили смо ове врсте готово на свим типовима станишта, независно од степена урбанизације. Неуређене пољопривредне површине као и запуштени травњаци и делови индустријских зона су се показали као најугроженија подручја, где је бројност и покривност ових таксона највећа. Такође је приметан тренд повећавања броја налаза идући од центра према периферији града, праћен и повећаном бројем и густином јединки.



Слика 2. Најзаступљенији страни инвазивни таксони на подручју Новог Сада

Високо инвазивне врсте рода *Symphyotrichum* забележе су на 50 локација, претежно на остацима влажних панонских ливада влажним, полавним шумама тополе и врбе и плантажама клонова тополе. Овај тип антропогеног станишта се показао као један од коридора ширења и инвазивне жбунасте врсте *Amorpha fruticosa* као и страних врста повијуша (*Echinocystis lobata*, *Parthenocissus quinquefolia* и *Vitis vulpina*).

Врсте рода *Symphyotrichum* смо забележили и на сувљим, напуштеним обрадивим земљиштима, а на сличним стаништима смо бележили и северноамеричку врсту златнице *Solidago gigantea* (15). Поред наведених таксона, на обрадивим површима најчешће смо бележили и таксоне рода *Amaranthus sp.* (56) *Xanthium sp.* (10) и *Abutilon theophrasti*. Високо инвазивне дрвенасте врсте *Ailanthus altissima* (17) и *Acer negundo* (9) су најчешће бележене као гајене или подивљале у ужим градским насељима, док се Лука Нови Сад издваја по присуству врста *Portulaca oleracea* и *Tribulus terrestris*. На дивљим депонијама смо забележили врсту *Iva xanthiifolia* (2), уз путеве и

на насипима смо бележили високо инвазивну врсту *Asclepias syriaca* (6), док смо као гајену или подивљају забележили врсту дивљег сунцокрета *Helianthus tuberosus* (3). Налаз од посебног значаја јесте густа популација високо инвазивне врсте *Reynoutria japonica* на путу за Руменку, преко пута Новог гробља. Ово је до сада једина забележена дивља популација ове врсте на подручју Новог Сада, где бројност и покривност јединки достиже максималне вредности уз минимално присуство других биљних таксона. Подстакнути овим резултатима упоредо са одвијањем пројекта, започели смо развијање веб платформе за пријављивање инвазивних биљака на територији града. Након детаљног разматрања одлучили смо се за 10 таксона са доказаним инвазивним карактером и статусом одомаћених популација у природи, али нису у врху листе најзаступљенијих на испитиваном подручју. Управо овакав приступ представља основу за развој система раног откривања и брзог искорењивања (енг. early detection and rapid eradication) у циљу мониторинга и спречавања ширења нових или већ забележених врста. Додатно, веб платформа је бесплатна и доступна у електронском облику корисницима свих уређаја и оперативних система на адреси: invasive.snailit.org. Сви заинтересовани имају прилику да активно учествују у пријављивању инвазивних биљака на терену, тако што ће као анонимни или регистровани корисници моћи похранити фотографију и локацију свог налаза, који је, након стручне потврде, приказан на мапи са пређашњим налазима. Поред функционалног дела, платформа има образовни значај кроз основне податке о изгледу, пореклу и начину уношења инвазивних биљака, њиховом штетном утицају и стаништима која угрожавају, као и могућим решењима за сузбијање. Даљи развој платформе за инвазивне биљке у великој мери доприноси подизању еколошке свести грађана и представља моћан алат приликом мониторинга и правилног управљања инвазивним врстама.

4. Закључак и предлог будућих истраживања

Резултати наших истраживања указују на присуство 98 таксона страног порекла од којих је 46 окарактерисано инвазивним. Са одређеном дозом резерве можемо тврдити да инвазивне врсте које се најчешће јављају на испитиваном подручју у највећој мери граде заједнице рудералних и антропогених станишта и да је њихово искорењавање готово немогуће. Сличан статус у блиској будућности могу имати таксони који се налазе на за сад нешто мањем броју локација, стога је сталан мониторинг ових врста и станишта неопходан. С обзиром да се различити таксони одликују различитим степеном инвазивности и негативним утицајем, фокус даљих истраживања треба да буде на високо инвазивним таксонима, забележених на свега пар локација у граду, у циљу спречавања њиховог даљег ширења. Додатно је неопходно извршити и таксономска истраживања у циљу тачног утврђивања о којим инвазивним таксонима је реч, које је њихово порекло и штетан утицај на животну средину и квалитет људског живота. Подизање еколошке свести грађана о штетном утицају инвазивних биљака и превенцији њиховог даљег уношења је пратећи допринос заснован на резултатима оваквих истраживања. Прелиминарне реакције суграђана и резултати веб платформе за инвазивне биљке су више него обећавајући, стога је даљи развој и усавршавање платформе кроз будућа истраживања приоритет.

Литература

Anačkov, G. T. Alien invasive neophytes of the Southeastern part of the Pannonian Plain /G. T. Anačkov [et al.] // Cent. Eur. J. Biol. 2013. V. 8 N. 10. P. 1032-1047.
Јосивофић, М. (ур.) (1970-1986): Флора Србије I-X. САНУ, Београд

Király, G. Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. Aggteleki Nemzeti Park Ig., Jósavafő. 2009.

Lazarević P. A preliminary list of invasive species in Serbia, with general measures of control and reduction as a basis of future legal acts. /P. Lazarević [et al.] // Prot. Nat. 2012. V. 62. N. 1. P. 5– 32 (In Serbian with English summary)

Pyšek, P. Alien and native species in Central European urban floras: a quantitative comparison / P. Pyšek // J.Biogeogr. 1998. V. 25. P. 155–163

Rat, M. M. Urban flora in the Southeast Europe and its correlation with urbanization /M. M. Rat [et al.] // Urban Ecosyst. 2017. V.20. N. 4. P. 811-822.

Електронски извори

<http://eunis.eea.europa.eu>

The International Plant Names Index (2012). Доступно на интернету <http://www.ipni.org>

Евалуација различитих модела управљања биоразградивим отпадом из комерцијалних објеката на територији града Новог Сада применом MFA („Material Flow Analysis“) методе

Проф. др Горан Вујић¹, Проф. др Немања Станисављевић¹, Проф. др Дејан Убавин¹, Доц. др Бојан Батинић¹, маг. зашт. жив. сред. Николина Тошић¹, маг. зашт. жив. сред. Миодраг Живанчев¹, Проф. др Драгана Штрбац¹, др Срђан Ковачевић¹, маг. зашт. жив. сред. Бојана Тот¹, маг. зашт. жив. сред. Светлана Вујовић¹, маг. зашт. жив. сред. Лаура Лепојевић¹, маг. зашт. жив. сред. Тијана Маринковић¹, маг. зашт. жив. сред. Зорица Миросављевић¹, маг. зашт. жив. сред. Маја Ђого¹, маг. зашт. жив. сред. Никола Маодуш¹

¹Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Департман за инжењерство заштите животне средине и заштите на раду, Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Србија

1. Увод

Директива о депонијама не прописује посебне опције третмана за биоразградиви отпад. Најзначајније предности правилног управљања биоразградивим отпадом, поред избегнутих емисија гасова са ефектом стаклене баште, била би производња квалитетног компоста и биога-са који доприносе побољшању квалитета земљишта и ефикасности ресурса. У пракси, међутим, државе чланице Европске Уније често су склоне да се не одлуче за најпогодније третмане за биоразградиви отпад као што су компостирање или анаеробна дигестија, и уместо тога бирају наизглед најједноставнију и најјефтинију опцију као што су спаљивање или одлагање отпада и занемаривање стварних еколошких користи и трошкова. Неупитно је да је депоновање најгора опција управљања биоразградивим отпадом. Међутим, за управљање биоразградивим отпадом који се преусмерава са депонија на погодан третман постоји неколико еколошки повољних опција. Биолошки третмани могу да умање волумен отпада који се депонује за око 50%.

Анаеробна разградња комуналног отпада на депонијама ствара антропогене гасове са ефектом стаклене баште који чине око 40-60% метана и 40-50% угљен диоксида. Ове емисије из депонија су привукле пажњу због њиховог значајног доприноса глобалном загревању.

Подручја депоније узрокују не само еколошке проблеме, већ и угрожавају јавно здравље. Биоразградња у депонијама траје преко 100 година. Из тог разлога, будуће генерације морају да се носе са проблемима који долазе са депонија.

2. Методологија

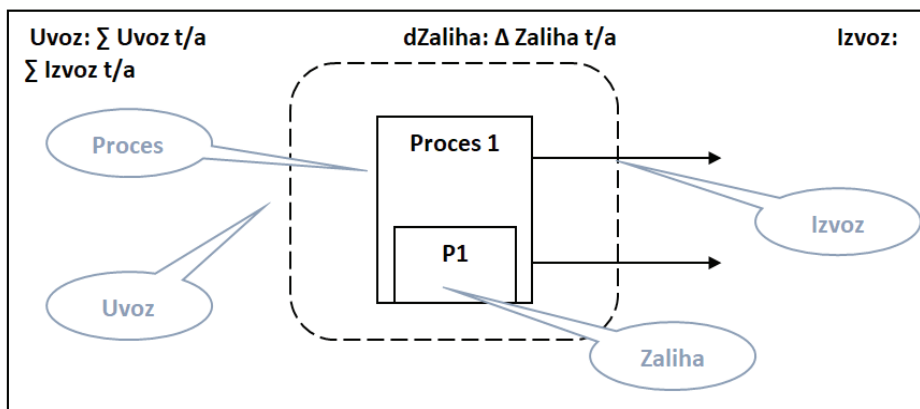
Анализа токова материјала (MFA - material flow analysis) је систематски приступ за приказивање токова материјала и залиха у оквиру просторне и временске границе система. Он проширује анализу улаза/излаза која иначе идентификује само токове улаза и излаза у оквиру дефинисаних граница. MFA лоцира материјале кроз ограничен систем. Због тога повезује изворе, путеве и привремена или коначна одлагалишта. MFA узима у обзир принцип биланса масе на основу закона о очувању материје. Билансирање свих улазних и излазних процеса омогућава израчунавање и узимање у обзир података разних непознатих токова.

Анализа токова материјала пружа свеобухватан спектар информација, које се приказују „Stock & Flow дијаграмом“ (видети слику 2.1). Билансирање улаза и излаза за сваки процес и проналажење материјала кроз систем нуди следеће могућности:

- Идентификовање извора постојећих токова (на пример: оптерећења животне средине, токова отпада)
- Прецизно акумулирање или пражњење материјала у оквиру процеса

Потребан је заједнички универзални језик да би се испитивали токови материјала у комплексним системима. Да би се омогућили свеобухватни, транспарентни и репродуктивни резултати, дефинисани су следећи услови:

- Граница система: дефинише просторне и временске границе система у функцији циљева
- Процес: дефинисан као трансформација, транспорт или складиштење материјала
- Проток: „масени проток“ [проток масе по јединици времена]
- Материјал: термин за дефинисане материјале
- Процеси су повезани токовима. Материјали који улазе у процес се називају инпут-улазни токови (inputs), док они на изласку се називају аутпут-излазни токови (outputs).



Слика 2.1 Дијаграм залиха и токова материјала - „Stock & Flow дијаграм“

MFA је постојеће средство које се примењује у многим инжењерским гранама, поготово код сложених система. Под појмом управљања животном средином, најважније области су примене индустријске екологије, управљање ресурсима, процена и оптимизација кључних процеса и токова материјала пореклом из антропогеног система. Постоје јасне границе примене MFA у области управљања заштитом животне средине. MFA је средство за анализирање материја у вези са процесима и токовима, након дефинисања просторне и временске границе неког система.

MFA је базирана на одређеним научним законима и принципима. За разлику од других алата, MFA је базирана на Закону очувања масе. Билансирање свих улазних и излазних компоненти омогућава прогнозирање критичних стања пражњења или акумулације. „Stock & Flow“ дијаграми омогућавају да се увиде токови релевантни за ресурсе и еколошке аспекте. Ово је основни услов који је потребан да би могле да се изаберу најефикасније стратегије за смањење и превентиву. Примена MFA процедуре нуди могућност да се развију начини за смањење проблема независних загађења. Као последица тога, MFA открива могуће проблеме у погледу садашњих и будућих правних оквира. Он омогућава уочавање још данас, онога што се

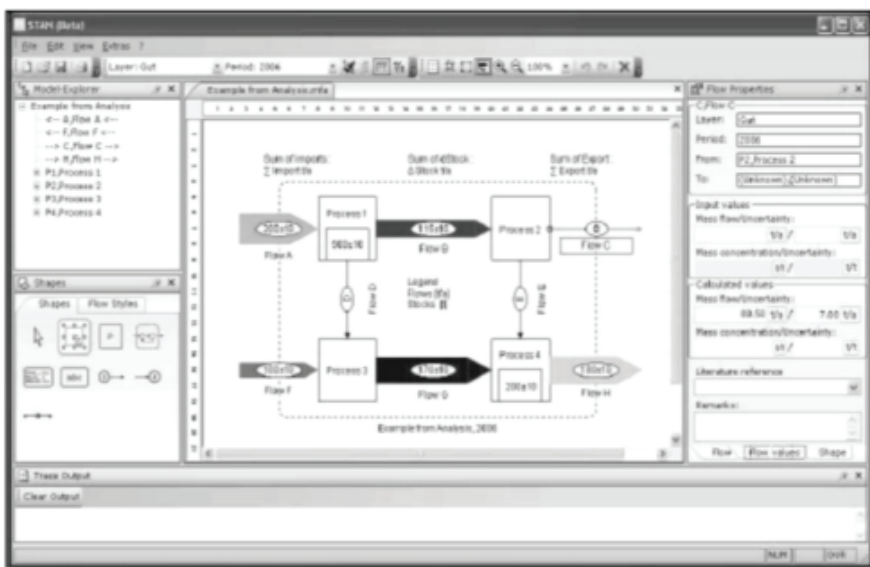
може појавити као проблем у будућности. MFA представља метод која може да пружи детаљан преглед материјала и супстанци у токовима организације, па обезбеђује систем за управљање животном средином са добрим водичем. Он доноси скуп информација које се суперпонирају на друге алате у погледу процена и дизајна. У циљу процене резултата, MFA треба да се комбинује са системом процена, што значи да квантитативне информације о физичким токовима треба да се тумаче са становишта еколошких знања и друштвено-економских система вредности.

За израду MFA -а, треба оптимизовати следеће поступке:

- Дефинисање проблема и адекватних циљева
- Избор граница система, процеса, и материјала
- Представљање квантификованих резултата помоћу "Stock & Flow" дијаграма

2.1. Софтвер STAN

Софтвер STAN представља скраћеницу за „Substance Flow Analysis“ тј. анализу токова супстанци. Након изградње графичког модела, са унапред дефинисаним компонентама у самом софтверу (процес, токови, границе система, текстуално поље, корисници могу уносити или увести познате податке или прецизне податке (залихе, концентрације, масене токове, трансфер коефицијенте) за различите супстанце, добра и енергије, као и период за израчунавање непознатих количина. Графичка слика модела може се одштампати или извозити. За извоз података и увоз података, Microsoft Excel се користи као интерфејс. Да би се изградио модел MFA-STAN, компоненте се састоје од границе система, процеса и токова. На следећој слици имамо приказ једног MFA система.



Слика 2.2 Приказ једног МФА система

3. Резултати и дискусија

Укупна количина генерисаног отпада из комерцијалних објеката дата је у наставку. У комерцијалне објекте спадају угоститељски објекти и хотели, образовне установе, јавне институције и разна предузећа. Укупна количина генерисаног отпада из комерцијалних објеката износи 38885 t/год. Од тога, 12860 t/год чини биоразградиви отпад, 10463 t/год чини папир и картон, 2163 t/год чини стакло, 538 t/год чине метали, 7752 t/год чини пластика, док 5109 t/год чине остаци. У табели 3.1 је приказана укупна количина генерисаног отпада из комерцијалних објеката за град Нови Сад по фракцијама. За сваку од фракција је дата количина отпада у тонама годишње као и проценат од укупне количине генерисаног отпада.

Табела 3.1 Укупна количина генерисаног отпада из комерцијалних објеката за град Нови Сад

Фракција:	t/год	%
Биоразградиви отпад	12860	33
Папир и картон	10463	27
Стакло	2163	5.5
Метал	538	1.5
Пластика	7752	20
Остало	5109	13
Укупно	38885	

3.1 Сценарио I

Сценарио I представља тренутно стање управљања отпадом. Сав отпад након сакупљања и транспорта иде на депонију.

На основу спроведене анализе токова материјала у временском периоду од 100 година са графика 3.1 се може видети да ће 13299 t/год (18%) отићи у атмосферу, 34726 t/год (47%) отићи у подземну воду и земљиште, док ће 25860 t/год (35%) остати у телу депоније.

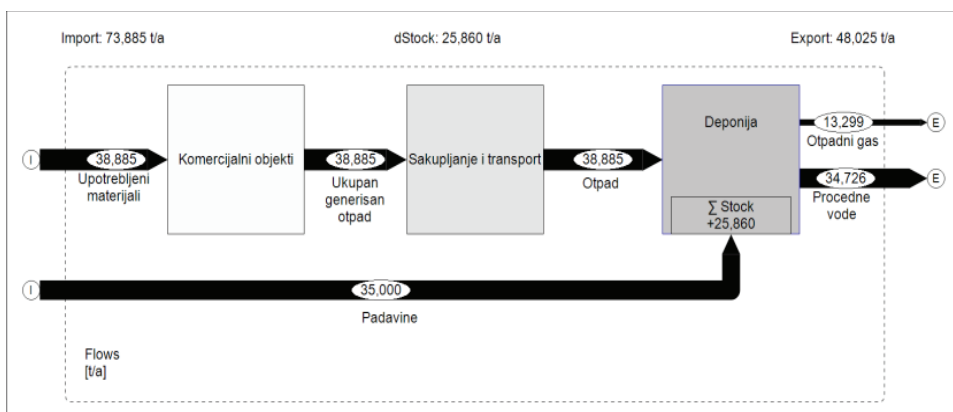


График 3.1 Сценарио I- Масени баланс за град Нови Сад

У наредној табели су приказане количине отпада за град Нови Сад које завршавају у различитим медијумима животне средине (ваздух; подземна вода и земљиште; тело депоније) изражене у процентима (%). Временска граница система је 100 година.

Табела 3.2 Количине отпада за град Нови Сад изражене у процентима

Сценарио I				
	Масени баланс	Угљеник	Кадмијум	Азот
Ваздух	18%	46%	0%	1%
Подземна вода и земљиште	47%	0%	0%	37%
Тело депоније	35%	54%	100%	62%

3.2 Сценарио II

У сценарију II отпад се третира компостирањем и механичком сепарацијом, док чврсти остаци након третмана иду на депонију. Приликом механичке сепарације добијају се рециклабили, док се приликом компостирања добија компост.

На основу спроведене анализе токова материјала у временском периоду од 100 година са графика 3.2 се може видети да ће 7467 t/год отићи у атмосферу, 2073 t/год отићи у подземну воду и земљиште, док ће 1544 t/год остати у телу депоније. Рециклабили који се добију на годишњем нивоу износе 25271 тону, док је количина компоста 4620 t/год.

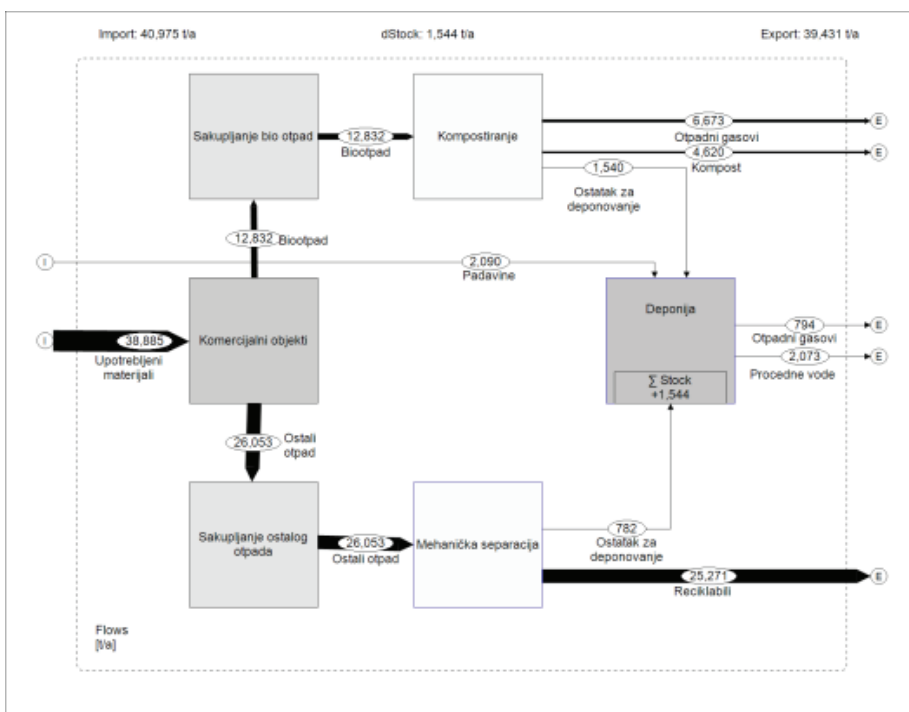


График 3.2 Сценарио II- Масени баланс за град Нови Сад

У табели 3.3 су приказане количине отпада за град Нови Сад које завршавају у различитим медијумима животне средине (ваздух; подземна вода и земљиште; тело депоније; компости и рециклабили) изражене у процентима (%). Временска граница система је 100 година.

Табела 3.3 Количине отпада за град Нови Сад изражене у процентима

Сценарио II				
	Масени баланс	Угљеник	Кадмијум	Азот
Ваздух	18%	33%	0%	24%
Подземна вода и земљиште	5%	0%	0%	16%
Тело депоније	4%	26%	70%	26%
Компост	11%	5%	0%	23%
Рециклабили	62%	36%	30%	11%

3.3 Сценарио III

У сценарију III отпад се третира анаеробном дигестијом, компостирањем и механичком сепарацијом, док чврсти остаци након третмана иду на депонију. Током анаеробне дигестије се добија биогаз, приликом компостирања добија се компост, док се приликом механичке сепарације добијају рециклабили.

На основу спроведене анализе токова материјала у временском периоду од 100 година са графика 3.3 се може видети да ће 6449 t/год отићи у атмосферу, 1751 t/год отићи у подземну воду и земљиште, док ће 1304 t/год остати у телу депоније. Рециклабили који се добију на годишњем нивоу износе 25271 тону, биогаз може да се издвоји у количини од 1039 t/год, док је количина компоста која може да се произведе 4835 t/год.

У наредној табели су приказане количине отпада за град Нови Сад које завршавају у различитим медијумима животне средине (ваздух; подземна вода и земљиште; тело депоније; компости, рециклабили и биогаз) изражене у процентима (%). Временска граница система је 100 година.

Табела 3.4 Количине отпада за град Нови Сад изражене у процентима

Сценарио III				
	Масени баланс	Угљеник	Кадмијум	Азот
Ваздух	16%	29%	0%	11%
Подземна вода и земљиште	4%	0%	0%	17%
Тело депоније	3%	26%	69%	28%
Компост	12%	4%	1%	33%
Рециклабили	62%	36%	30%	11%
Биогаз	3%	5%	0%	0%

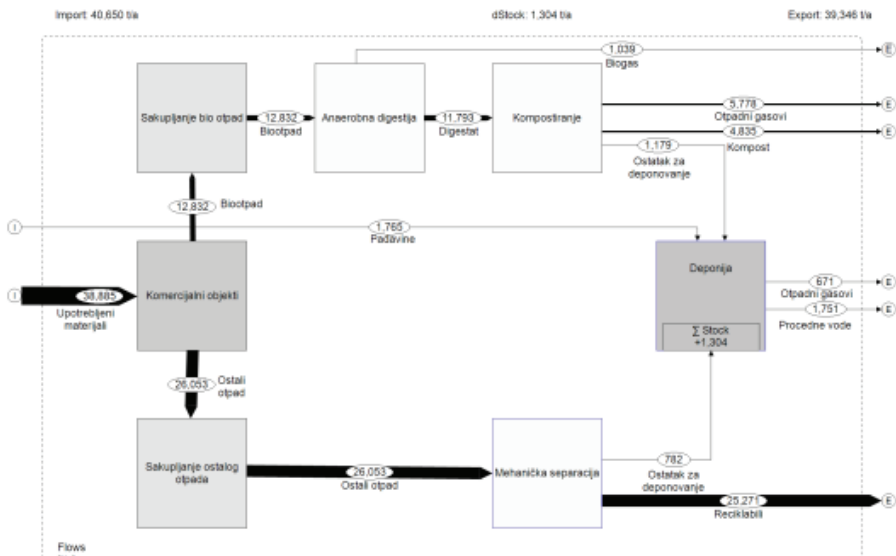


График 3.3 Сценарио III- Масени баланс за град Нови Сад

3.4 Сценарио IV

У сценарију IV прво се врши сепарација отпада. Биоразградиви отпад иде на компостирање. Приликом сепарације издвајају се стакло и метал, као вредни рециклабили, док папир, картон и пластика иду у постројење за цементару при чему се добија клинкер. Током компостирања добија се компост.

На основу спроведене анализе токова материјала у временском периоду од 100 година са графика 3.4 се може видети да ће 21903 t/год отићи у атмосферу, 5887 t/год отићи у подземну воду и земљиште, док ће 4384 t/год остати у телу депоније. Рециклабили (метали и стакло) који се добију на годишњем нивоу износе 2722 t, количина произведеног клинкера износи 5300 t/год, док је количина компоста која може да се произведе 4620 t/год.

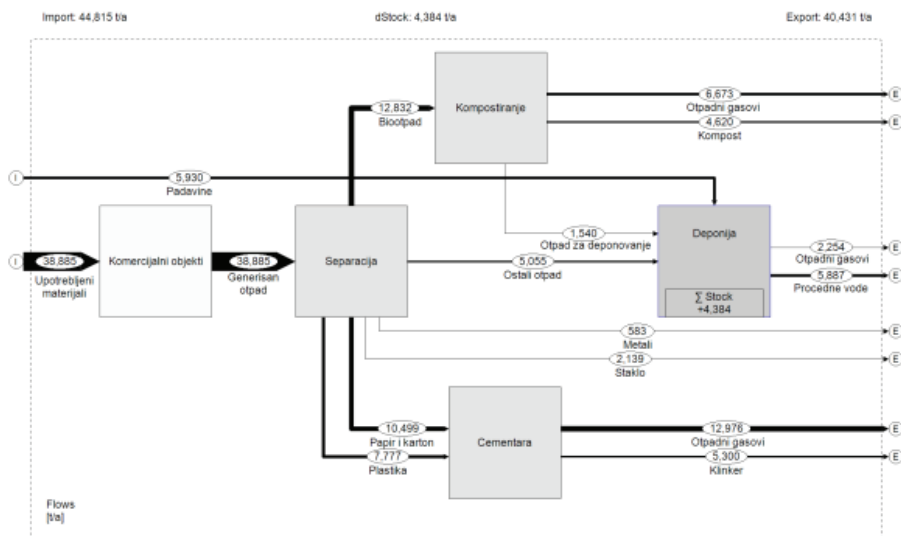


График 3.4 Сценарио IV- Масени баланс за град Нови Сад

У табели 3.5 су приказане количине отпада за град Нови Сад које завршавају у различитим медијумима животне средине (ваздух; подземна вода и земљиште; тело депоније; компости, рециклабили и клинкер) изражене у процентима (%). Временска граница система је 100 година.

Табела 3.5 Количине отпада за град Нови Сад изражене у процентима

Сценарио IV				
	Масени баланс	Угљеник	Кадмијум	Азот
Ваздух	49%	91%	0%	52%
Подземна вода и земљиште	13%	0%	0%	9%
Тело депоније	10%	3%	40%	15%
Компост	10%	5%	0%	23%
Рециклабили (метал и стакло)	6%	0%	5%	0%
Клинкер	12%	1%	55%	1%

4. Закључак

Биоразградиви отпад представља најзначајнију фракцију, па се стога треба посебно и на правилан начин третирати. Тренутно, главна еколошка опасност од биоразградивог отпада је производња метана која настаје приликом разградње отпада на депонијама. Европска директива о депонијама обавезује државе чланице Европске Уније да смање количину биоразградивог комуналног отпада који депонују, што ће значајно смањити овај проблем.

Анализом састава комерцијалног отпада по секторима (угоститељски објекти и хотели, образовне установе, јавне институције и предузећа) утврдило се да је 33% од укупне количине

отпада биоразградиви отпад, при чему се највеће количине биоразградиве фракције генеришу у оквиру образовних установа и предузећа.

Директива о депонијама не прописује посебне опције третмана за биоразградиви отпад. Најзначајније предности правилног управљања биоразградивим отпадом, поред избегнутих емисија гасова са ефектом стаклене баште, била би производња квалитетног компоста и биогаза који доприносе побољшању квалитета земљишта и ефикасности ресурса.

У овом пројекту је приказана анализа тренутног стања у области побољшању управљања комерцијалним отпадом у Новом Саду са акцентом на биоразградиви отпад, као и пар сценарија одрживог система управљања отпадом. Коришћена је MFA („Material Flow Analysis“) метода која пружа свеобухватан спектар информација.

На основу спроведене анализе токова материјала у временском периоду од 100 година са графика се може видети да ће највећи део материјала завршити у подземној води и земљишту са 47%, 35% материјала ће завршити у телу депоније, док ће преосталих 18% завршити у атмосфери. На основу спроведене анализе токова супстанци у временском периоду од 100 година са графика се може видети да ће највећи део супстанци завршити у телу депоније. Од укупне количине сваке супстанце, 54% угљеника ће завршити у телу депоније, 100% кадмијума се може такође наћи у телу депоније, док се 62% азота налази у телу депоније.

У сценарију II отпад се третира компостирањем и механичком сепарацијом, док чврсти остаци након третмана иду на депонију. Приликом механичке сепарације добијају се рециклабили, док се приликом компостирања добија компост. На основу спроведене анализе токова материјала у временском периоду од 100 година са графика се може видети да ће највећи део материјала завршити у рециклабилима, са 62%.

У сценарију III отпад се третира анаеробном дигестијом, компостирањем и механичком сепарацијом, док чврсти остаци након третмана иду на депонију. Током анаеробне дигестије се добија биогаз, приликом компостирања добија се компост, док се приликом механичке сепарације добијају рециклабили. На основу спроведене анализе токова материјала у временском периоду од 100 година са графика се може видети да ће највећи део материјала завршити у рециклабилима, са 62%, док ће један мали али значајан део (3%) комерцијалног отпада завршити као биогаз, који можемо да искористимо.

У сценарију IV прво се врши сепарација отпада. Биоразградиви отпад иде на компостирање. Приликом сепарације издвајају се стакло и метал, као вредни рециклабили, док папир, картон и пластика иду у постројење за цементару при чему се добија клинкер. Током компостирања добија се компост. На основу спроведене анализе токова материјала у временском периоду од 100 година са графика се може видети да ће највећи део материјала завршити у ваздуху, са 49%, док ће се 12% од укупне количине материјала искористити као клинкер.

На основу овог пројекта ће се моћи имплементирати најбоља решења и када буду имплементирана, моћи ће се пратити њихова ефикасност.

У циљу усклађивања са Директивом ЕУ о депонијама, јасно је да ће циљеви и резултати пројекта бити актуелни и након истека временског рока у којем ће се пројекат реализовати. Добијени модел за управљање биоразградивим отпадом из комерцијалних објеката у Новом Саду, представљаће добру полазну основу за даљи развој и истраживања у области управљања отпадом.

Утврђивање количине и морфолошког састава отпада из комерцијалних објеката у Новом Саду у циљу дефинисања одговарајућег система за управљање комерцијалним током отпада на локалном нивоу

Проф. др Горан Вујић¹, Доц. др Бојан Батинић¹, Проф. др Дејан Убавин¹, Проф. др Немања Станисављевић¹, Проф. др Драгана Штрабац¹, маг. зашт. жив. сред. Миодраг Живанчев¹, маг. зашт. жив. сред. Тијана Маринковић¹, др Србан Ковачевић¹, маг. зашт. жив. сред. Николина Тошић¹, маг. зашт. жив. сред. Бојана Тот¹, маг. зашт. жив. сред. Светлана Вујовић¹, маг. зашт. жив. сред. Лаура Лепојевић¹, маг. зашт. жив. сред. Зорица Миросављевић¹, маг. зашт. жив. сред. Маја Ђого¹, маг. зашт. жив. сред. Никола Маодуш¹

¹ Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Департман за инжењерство заштите животне средине и заштите на раду, Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Србија

1. Увод

У Републици Србији, на основу Закона о управљању отпадом¹ и Правилником о методологији за прикупљање података о саставу и количинама комуналног отпада на територији јединице локалне самоуправе², уведена је обавеза да општине преко својих комуналних предузећа воде евиденцију о физичким карактеристикама генерисаног комуналног отпада. Нажалост, у већини општина у Србији, постојеће стање у области управљања комуналним отпадом, још увек карактеришу непоздани и/или непотпуни подаци о физичким карактеристикама генерисаног комуналног отпада, посебно када је реч о делу комуналног отпада који потиче из комерцијалног сектора (малих и средњих предузећа, маркета, ресторана и других угоститељских објеката, образовних и јавних институција, и сл.).

Чињеница је да се значајан део од укупне количине комуналног отпада генерише управо у оквиру комерцијалног сектора. Тренутно, једини прелиминарни подаци о количини и морфолошком саставу отпада из комерцијалног сектора у Републици Србији, добијени су у оквиру пилот пројекта (ГИЗ/ФТН, 2014), где је мерење физичких карактеристика комерцијалног отпада спроведено на нивоу 5 општина. Резултати добијени пројектом на бази спроведених истраживања о генерисаним количинама и морфолошком саставу отпада из комерцијалног сектора на територији Града Новог Сада у периоду од годину дана и у склопу 3 спроведене кампање мерења, представљају прве репрезентативне показатеље о продукцији овог тока отпада на локалу.

Основни циљ пројекта био је да се реализованим мерењима количине и морфолошког састава комерцијалног отпада у Новом Саду добију први релевантни показатељи основних физичких карактеристика комерцијалног тока отпада, као основа и предуслов за дефинисање одговарајућег система за његово управљање на локалном нивоу.

1 Закон о управљању отпадом („Службени гласник Републике Србије“, број 14/16)

2 Правилник о методологији за прикупљање података о саставу и количинама комуналног отпада на територији јединице локалне самоуправе („Службени гласник Републике Србије“, број 61/10)

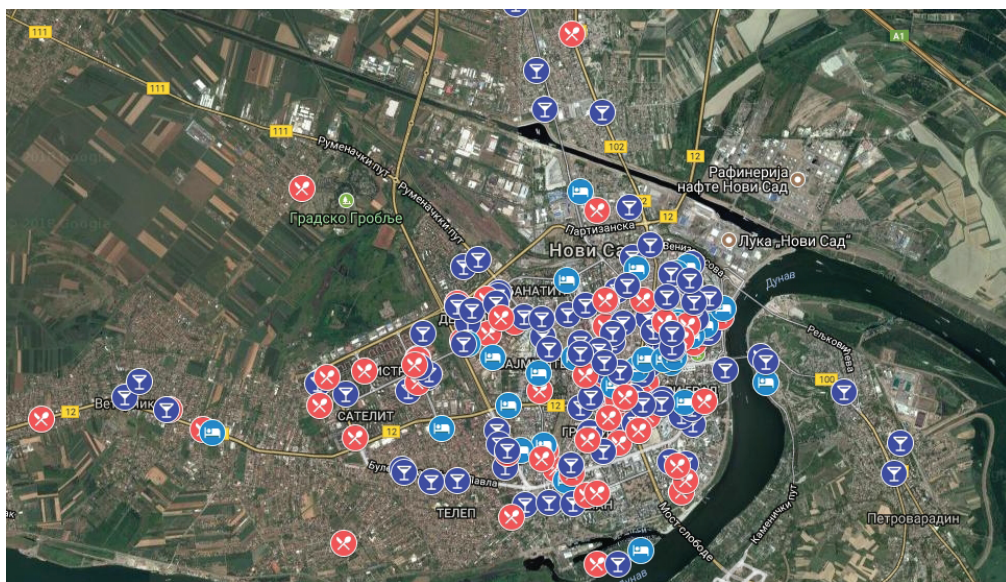
2. Методологија

За потребе утврђивања количине и састава отпада из комерцијалног сектора у Новом Саду, дефинисана је посебна методологија, односно план мерења количине и састава отпада прилагођен тренутном систему управљања комуналним и комерцијалним отпадом у Новом Саду.

У складу са тим, за успешно одређивање релевантног узорка комерцијалних објеката који се анализирао, поред тачног броја, неопходно је било познавање и њихових карактеристика и просторне дистрибуције на територији Града Новог Сада. Након познавања броја, карактеристика и просторног распореда, статистичким методама за одређивање величине неопходног узорка, дефинисао се тачан број објеката из комерцијалног сектора који се анализирао, односно за које ће се извршило мерење генерисаних количина и анализа морфолошког састава. У складу са наведеним, идентификоване су следеће групе генератора комерцијалног отпада:

1. Ресторани и остали угоститељски објекти и хотели
2. Предузећа/привредни субјекти у оквиру којих се посебно разматрају:
 - а) Мала предузећа (од 10-50 запослених)
 - б) Средња предузећа (од 50-250 запослених)
 - ц) Велика предузећа (више од 250 запослених)
3. Предшколске установе, основе и средње школе
4. Јавне институције (СУП, Општина, Суд..)

Након извршених мерења количине и састава отпада за појединачне комерцијалне објекте, потребно је било извршити њихову евалуацију, односно дефинисати просечан морфолошки састав и количину на годишњем нивоу, за сваки анализирани репрезентативни објекат, чиме се омогућила пројекција добијених резултата на све остале генераторе отпада из исте групе комерцијалних објеката. Груписањем резултата из различитих група комерцијалних објеката, добијени су резултати о укупној количини и просечном саставу отпада из комерцијалног сектора на нивоу Новог Сада. Мапирањем релевантних објеката прикупљени су подаци потребни за одређивање просторне дистрибуције објеката на нивоу Новог Сада. На Слици 2.1, приказани су објекти за пружање услуга смештаја, припреме и послуживања хране и пића чије су локације утврђене.



Слика 2.1 Мапа локација комерцијалних објеката

2.1. Статистичко одређивање репрезентативног узорка отпада из комерцијалних објеката

Основна идеја примене методе узорака је да се добију довољно прецизне процене параметара основног скупа (популације) а да се при томе испита само један његов део. У том смислу, потребно је одредити одговарајућу величину узорка а да прецизност параметара основног скупа, у конкретном случају количина и састав отпада из свих комерцијалних објеката у Новом Саду буде задовољавајућа. Иако је евидентно да су добијени резултати изведени на основу узорка квалитетнији што је узорак већи, због реалних ограничавајућих фактора (доступност мерењима, финансијска средства, временски период мерења, итд.) битно је да одабрани узорак увек буде репрезентативан. Оптимална величина узорка је узорак који уз минимум ангажовања времена и средстава обезбеђује задовољавајуће и довољно прецизне резултате. У конкретном случају, за одређивање потребног броја узорка за утврђивање количине и састава отпада из комерцијалних објеката, дефинисане су следеће вредности, приказане у наредној табели.

Табела 2.1 Дефинисање неопходне величине узорка за објекте за послуживање хране и пића

Врста објекта за који се одређује потребна величина узорка	Објекти за послуживање хране и пића	Хотели и сличан смештај
Количина биоразградивог отпада изражена као кг/зап/год - претпостављени просек на основу претходних мерења (μ)	450	250
Одабрани степен поузданости	90%	90%
Одговарајућа 3 вредност	1,645	1,645
Процена вредности стандардне девијације популације - σ	125	95
Најмања очекивана вредност	50	30
Максимална очекивана вредност	800	600
Одабрани опсег вредности ст. Девијације (+/-2 σ или +/-3 σ)	6	6
Варијанте са врстом грешке		
а) Грешка изражена у јединицама променљиве која се толерише	70	70
б) Грешка изражена процентуално која се толерише	15%	30%
Неопходна величина узорка	10	5

На основу примене основних статистичких метода за одређивање величине узорка, добијено је да је потребан број узорака (објеката) за послуживање хране и пића где у којима ће вршити мерење 10, док је одговарајућа мерења за хотеле потребно спровести за 5 објеката.

2.2. Реализација мерења количине и састава отпада у одабраним репрезентативним комерцијалним објектима

Утврђивање количине генерисаног отпада, као и анализа његовог морфолошког састава извршено је за одабране комерцијалне објекте у Новом Саду. Рађена су три циклуса мерења, како би се уочиле сезонске варијације како у саставу тако и у генерисаним количинама за прву дефинисану групу комерцијалних објеката, тј. за ресторани и остале угоститељске објекте и хотеле, док су за преостале групе комерцијалних објеката коришћени репрезентативни резултати добијени мерењем на терену у оквиру других пројеката.

Посматрајући просечан састав отпада за угоститељске објекте који пружају услуге припремања пића и хране, може се уочити да фракција баштенског отпада није заступљена. Остаци од хране су заступљени у уделу од 11% до чак 42, овај проценат зависи од примарне делатности тј. да ли је објекат оријентисан на припремање хране или на припремање пића. Значајне су количине папира и картона које такође значајно варирају од објекта до објекта, од 5% до 18%, односно од 2% до 8%.

За кафиће је примарна фракција стакло, које је најзаступљенији вид амбалаже за пића, и удео ове фракције иде чак до 67% лименке и тетрапак су такође заступљени али у мањим количинама у односу на остале фракције. Гума, текстил, кожа и пелене углавном нису били пронађени у анализираним узорцима. Пластика са њене четири подкатегије је присутна у количинама од неколико процената па до 19%.

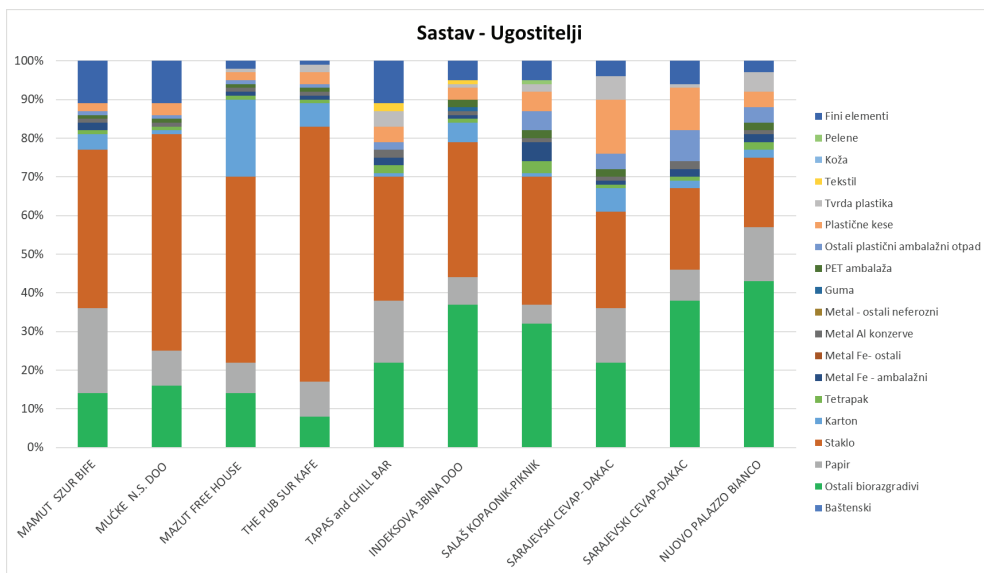


График 2.1 Просечан састав отпада за угоститељске објекте

3. Резултати и дискусија

У циљу добијања коначних резултата, подаци о количини и саставу отпада добијени мерењем у склопу репрезентативних објеката пројектовани су на одговарајућу групу свих преосталих идентификованих објеката у Новом Саду из исте групе тј. исте категорије у којима није извршено мерење. Укупна пројектована количина отпада за све комерцијалне објекте у Новом Саду, показује да се на годишњем нивоу генерише укупно око 38.885 t, док се на основу упоредног приказа свих анализираних комерцијалних сектора, закључује да највеће количине потичу из предузећа/привредних субјеката (81,4%), затим угоститељских објеката и хотела (8,6%), образовних установа (5,5%) и на крају из осталих јавних институција (4,4%).

Табела 3.1 Пројектована количина генерисаног отпада за све комерцијалне објекте у Новом Саду

Врста комерцијалних објеката	Пројектована количина генерисаног отпада (t/ год)
Угоститељски објекти и хотели	3.362,3
Предузећа и привредни субјекти	31.671,1
Образовне установе	2.142,4
Остала јавна предузећа и институције	1.709,0
УКУПНО	38.884,7

Пројектован укупан састав отпада показује да најдоминантнију фракцију у отпаду из комерцијалних објеката представља биоразградиви отпад са преко 33%, али да папир и картон са 26,9%, односно пластика са скоро 20%, такође имају значајан удео. Стakло осим када је реч о у

групи угоститељских објеката и хотела (46,6%) укупно посматрано нема већи удео и он се креће око 5,6%. Од свих рециклабилних фракција, удео метала је најмањи и износи 1,4%.

Табела 3.2 Морфолошки састав отпада за све комерцијалне објекте у Новом Саду (%)

Врста комерцијалних објеката/фракција отпада	Биоградивни	Папир & Картон	Метал	Стакло	Пластика	Остало
Угоститељски објекти и хотели	24,0	14,9	4,2	46,6	7,9	2,4
Предузећа и привредни субјекти	33,1	28,8	1,1	1,5	21,4	14,0
Образовне установе	43,9	20,5	1,3	1,6	18,4	14,3
Остала јавна предузећа	36,3	23,8	0,3	4,2	17,6	17,8
САСТАВ - укупно (%)	33,1	26,9	1,4	5,6	19,9	13,1

4. Закључак

Реализацијом мерења, односно добијеним подацима о количини и саставу отпада из комерцијалног сектора у Новом Саду, створени су предуслови за даља истраживања и дефинисање одговарајућег модела управљања отпадом у Новом Саду. Конкретно, познавање релевантних показатеља физичких карактеристика комерцијалног отпада у Новом Саду, од великог је значаја за будуће димензионисање свих елемената система управљања отпадом, који укључују сакупљање, транспорт, третман и коначно одлагање. Поред утицаја на избор опреме и оптимизацију процеса у техничком смислу, процена будућих инвестиција такође је уско повезана са информацијама о количини и саставу компонената комерцијалног тока отпада. Такође, реализацијом пројекта дата је основа за спровођење сличних мерења и у осталим општинама у Србији, а значајна су и са аспекта достизања националних и циљева дефинисаних ЕУ Директивама. Такође, спроведена методологија за одређивање количине и састава комерцијалног отпада у Новом Саду, може да послужи као основа за даљи развој и дефинисање националне методологије, односно за допуне и измене постојећег Правилника у будућем периоду, који ће бити применљив за све општине у Србији.

Елементи за унапређење система мониторинга квалитета ваздуха животне средине на територији Града Новог Сада

Наташа Драгић^{1,2}, Сања Бијеловић^{1,2},
Владимир Петровић^{1,2}

¹Универзитет у Новом Саду, Медицински факултет, Хајдук Вељкова 3, 21000, Нови Сад, Србија

²Институт за јавно здравље Војводине, Футошка 121, 21000 Нови Сад, Србија

УВОД

Мониторинг квалитета ваздуха животне средине на територији Града Новог Сада обавља се у складу са законским и подзаконским прописима. Према наведеном, мониторинг квалитета ваздуха омогућен је на основу података државне, покрајинске и локалне мреже за праћење квалитета ваздуха. На територији Града Новог Сада државну мрежу чине две аутоматске станице, покрајинску једна, док се из локалне мреже подаци прикупљају са мерних места чији су број, просторни распоред и методологија рада дефинисани програмима локалне самоуправе за одговарајући временски период. Технички и економски капацитети за спровођење истоветне, прописане и референтне методологије узорковања, анализе, тумачења и приказивања резултата квалитета ваздуха животне средине нису довољни, те је упоређивање и јединствен приказ резултата онемогућен. Такође у рутинском раду није препозната обавеза праћења здравственог стања популације зависног од акутног или хроничног утицаја загађујућих материја у ваздуху животне средине, те је тиме онемогућено утврђивање изложености становништва, дефинисано законским прописима.

ЦИЉ

Основни циљ је унапређење програма мониторинга квалитета ваздуха на територији Града Новог Сада у складу са националним прописима, програмима, међународним стручним и научним документима.

МЕТОД

За потребе оптимизације локалне мреже мониторинга квалитета ваздуха на подручју Града Новог Сада, анализирани су расположиви подаци о концентрацији сумпор диоксида (SO_2), азот диоксида (NO_2) и оксида азота (NO , NO_x), суспендованих честица (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$), олова (Pb), бензена (C_6H_6), угљенмоноксида (CO), приземног озона (O_3), арсена (As), кадмијума (Cd), никла (Ni) и бензо(а)пирена (BaP), односно Законом прописаним обавезним загађујућим материјама на основу којих се обавља оцена квалитета ваздуха.

У складу са захтевима Уредбе о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха (Сл. гласник РС бр. 11/10, 75/10 и 63/13) и Водича за процену мреже мониторинга квалитета ваздуха (*US EPA, 2007*), анализом је обухваћен петогодишњи период. Одабран је период од 2012. до 2016. године сходно расположивим верификованим отвореним подацима државне мреже за подручје Града Новог Сада, односно подацима квалитета ваздуха животне средине Агенције за заштиту животне средине (SEPA). За исти период обрађени су подаци локалне мреже мерних

места за праћење квалитета ваздуха за Града Нови Сад, односно подаци Аутономне Покрајине Војводине и локалне самоуправе Града Новог Сада (Градска управа за заштиту животне средине). Наведени подаци су обезбеђени обрадом следећих извора:

- Портал отворених података Агенције за заштиту животне средине (SEPA);
- Годишњи извештаји о стању квалитета ваздуха у Републици Србији (SEPA);
- Годишњи извештаји о квалитету ваздуха у Граду Новом Саду (Градска управа за заштиту животне средине);
- „Извештај о стању квалитета животне средине за 2016. годину у Аутономној покрајини Војводини“ Покрајински секретаријат за урбанизам и заштиту животне средине, Аутономна покрајина Војводина, Република Србија.

Према методолошким критеријумима Водича за процену мреже мониторинга квалитета ваздуха животне средине, мрежа мерних места унутар петогодишњег периода, као и постојећа (2018. године) мрежа на подручју Града Новог Сада, анализирана је у погледу броја и распореда мерних места и расположивих података о загађујућим материјама (врста, учесталост и еквивалентност мерења) применом следећих прилагођених аналитичких техника:

- број параметара (загађујућих материја) који се прате на мерном месту,
- анализа временске покривености / расположивости података за загађујуће материје,
- анализа тренда концентрације загађујућих материја на мерном месту,
- оцена дневних (24-часовних или 8-часовних) концентрација загађујућих материја (број дана са концентрацијама загађујућих материја које прекорачују национални норматив за дневни ниво),
- оцена просечних годишњих концентрација загађујућих материја (одступање од националних норматива за годишњи ниво),
- корелација концентрација загађујућих материја праћених на мерним местима исте Eol (Exchange of Information Decision (EOI 97/101/EC)) класификације.

РЕЗУЛТАТИ

На основу анализе мрежа мерних места за праћење квалитета ваздуха на територији Града Новог Сада у посматраном петогодишњем периоду уочено је смањење броја мерних места за већину загађујућих материја. За SO_2 број мерних места је смањен са 11 на два (2), за NO_2 , O_3 и бензен са пет (5) на два (2), док је за праћење концентрације PM_{10} садржаја PM_{10} и $PM_{2,5}$ број мерних места остао непромењен и износи два (2).

Посматрајући мрежу мерних места са аспекта Eol класификације у почетку анализираног периода (2012. година) мрежа мерних места је обухватала места следеће класификације: *Suburban/ Industrial, Urban / Background, Suburban/Background, Urban / Traffic*, док се у наредном периоду до 2016. године задржала мрежа мерних места следеће класификације: *Urban / Traffic u Suburban / Industrial*.

Посматрајући тренутну мрежу (2018. година), број мерних места за праћење квалитета ваздуха на територији Града Новог Сада, а у надлежности локалне самоуправе, износи три (3), два мерна места класификације *Urban / Traffic* и једно мерно место класификације *Suburban/ Industrial*.

На основу свих примењених, претходно наведених аналитичких техника, а у циљу оптимизације мреже мерних места за праћење квалитета ваздуха на територији Града Новог Сада, посматрано у односу на постојећу мрежу мерних места у надлежности Републике Србије и АП Војводине, није оправдано:

- задржавање мерног места по типу класификације „*urban traffic*“ у надлежности локалне самоуправе Града Новог Сада;
- задржавање мерног места по типу класификације „*urban background*“ у надлежности локалне самоуправе Града Новог Сада;
- задржавање мерног места по типу класификације „*suburban industrial*“ у надлежности локалне самоуправе Града Новог Сада;

На основу обрађених петогодишњих податка, посматрано у односу на постојећу мрежу мерних места у надлежности Републике Србије и АП Војводине оправдано је:

- задржавање мерног места по типу класификације „*urban traffic*“ у надлежности локалне самоуправе Града Новог Сада само у погледу праћења садржаја PM_{10} , $PM_{2,5}$, бензена и SO_2 уколико исте загађујуће материје нису обухваћене мониторингом у оквиру државне мреже;
- задржавање мерног места по типу класификације „*urban background*“ у надлежности локалне самоуправе Града Новог Сада, само у погледу праћења садржаја PM_{10} и $PM_{2,5}$ уколико наведне загађујуће материје нису обухваћене мониторингом у оквиру државне мреже;

У складу са добијеним резултатима и постојећом мрежом мерних места у надлежности Републике Србије и АП Војводина краткорочни предлог локалне мреже мерних места за мониторинг квалитета ваздуха животне средине у надлежности локалне самоуправе Града Новог Сада заснован је на следећим аналитичким техникама:

- Тренду временске покривености и расположивости валидних података - Услед утврђене неоправданости задржавања појединих мерних места у оквиру локалног мониторинга квалитета ваздуха због прекида у континуитету података, чему доприноси и неадекватна временска расположивост података, предлаже се континуирано мерење загађујућих материја прописаних законом (SO_2 , NO_2 и NO , NO_x , суспендованих честица (PM_{10} , $PM_{2,5}$), Pb , C_6H_6 , CO , O_3 , As , Cd , Ni и BaP) који ће бити у оквиру локалне мреже Града Новог Сада;
- Степену корелација концентрација загађујућих материја мерних места исте *Eol* класификацији - Због утврђеног високог степена корелације у погледу концентрације појединих загађујућих материја мерних места исте класификације, како унутар локалног мониторинга, тако и између локалног и државног мониторинга, предлаже се измештање свих мерних места класификованих као „*urban traffic*“. Узимајући у обзир и стручну литературу са аспекта најзначајних загађивача ваздуха (саобраћај) присутних не само искључиво у урбаним зонама, него и у другим зонама насељених места, предлаже се увођење мерног места класификованог као „*suburban traffic*“. Наведено је и у складу са захтевима Уредбе о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха (Сл. гласник РС бр. 11/10, 75/10 и 63/13) у погледу врсте мерних места који морају бити заступљени приликом континуираног мониторинга за поједине загађујуће материје. Оправданости за увођење мерног места наведене класификације, доприноси и следеће: добијени резултати корелације концентрације загађујућих материја на досадашњим постојећим мерним местима у Граду Новом Саду класификовани као „*traffic*“ указују на присуство истих или сличних загађивача ваздуха на мерним местима тог типа. Посматрано са аспекта репрезентативности „*traffic*“ мерног места, а на основу утврђених прекорачења дневних норматива и најмањих апсолутних одступања просечних вредности од дефинисаних националних годишњих норматива, указује се и на могуће постојање истог / сличног квалитета ваздуха и на другим подручјима Града Новог Сада оптерећених саобраћајем, изузев урбаних. Петогодишњом анализом података као и увидом у постојеће стање у погледу мониторинга квалитат ваздуха утврђено је да до сада

субурбана подручја нису била обухваћена континуираним мониторингом (субурбана подручја). Уз наведено, узимајући у обзир и кретање становништва у последњих неколико година, утврђује се значајан пораст броја становника у насељима Града Новог Сада која одговарају управо субурбаним подручјима, као што су Каћ, Будисава, Сремска Каменица, Ветерник, Футог, што оправдава увођење мерног места класификованог као „*suburban traffic*“. Разматрајући савремена стручна сазнања у погледу најдоминантнијих извора емисије у насељеним подручјима за поједине загађујуће материје (SO_2 , NO_2 , O_3 , бензен), као и захтева Уредбе у погледу врсте и односа броја распрострањености мерних места различитих подручја, намеће се потреба за увођење мерног места које одговара типу класификације „*suburban bacground*“. Наведеном, свакако доприноси и пораст становника у субурбаним подручјима, али и повећање насељености тих подручја вулнерабилним популацијма. Наиме, на основу доступне литературе највећи индекс старења јесте управо у субурбаним подручјима. Како је досадашњом анализом државне мреже мониторинга утврђено да не постоји континуитет података за SO_2 и ВТЕХ на мерном месту „*urban traffic*“, предлаже се да локална мрежа подржи праћење наведених загађујућих материја у случају да се настави тренд недостајућих података. Такође, у мрежи државе у погледу најзначајнијих индикатора загађења ваздуха не обавља се континуирано одређивање садржаја PM_{10} , те се предлаже да се наведене загађујуће материје одређују у локалној мрежи, а на мерним местима у надлежности Републике Србије (SEPA) где се одређују масене концентрације PM_{10} . У циљу процене доприноса загађењу ваздуха, а на основу у литературу описаног модела (*Lenschow* модел) предлаже се праћење PM_{10} и садржаја PM_{10} у подручју „*urban background*“;

- Пондерацији (оптерећености) мерног места критеријумима од значаја за одабир мерног места - Са аспекта усаглашавања са неопходним критеријумима за одабир мерног места (утицај емисионих извора, густина насељености, старост становништва, приступачност макролокације и микролокације) предлаже се да наведена мерна места која би била у надлежности локалне самоуправе Града Новог Сада по типу класификације буду следећа: „*Suburban traffic*“ и „*Suburban background*“. У случају да државна мрежа мерних места за праћење квалитета ваздуха не подржава континуирано праћење садржаја PM_{10} , $PM_{2,5}$, бензена и SO_2 , предложено је да мерна места која би била у надлежности локалне самоуправе Града Новог Сада (само за наведене загађујуће материје) по типу класификације буду следећа: „*Urban traffic*“ и „*Urban background*“.

ЗАКЉУЧАК

На основу резултата тренда праћења загађујућих материја (врста, еквивалентност мерења, временска покривеност) и корелације концентрација загађујућих материја мерних местима исте Еол класификације, просторне распрострањености регистрованих стационарних загађивача ваздуха, природног кретања становништва (промена укупног броја становника), пондерације (оптерећености) мерног места критеријумима од значаја за одабир мерног места (утицај емисионих извора, густина насељености, старост становништва, приступачност макро и микролокације), предложена је локална мрежа у надлежности локалне самоуправе Града Новог Сада за континуирано праћење квалитета ваздуха животне средине у краткорочном периоду коју треба разматрати као допуну постојеће државне мреже и мреже Аутономне Покрајине („*Suburban traffic*“: PM_{10} и $PM_{2,5}$, ВТЕХ, SO_2 , NO_2 , Чаћ; „*Suburban background*“: ВТЕХ, NO_2 , NO , NO_x , O_3 , CO , SO_2 „*Urban background*“: PM_{10} , $PM_{2,5}$, Чаћ и „*Urban traffic*“: Чаћ, PM_{10} и $PM_{2,5}$, ВТЕХ, SO_2).

Предложено је и обезбеђивање електронске доступности свих постојећих података о квалитету ваздуха животне средине на сајту Градске управе за заштиту животне средине, увођење нових мерних места („urban industrial“, „urban commercial“ „rural station“) у оквиру средњорочног и дугорочног плана, шири обухват мониторинга загађујућих материја на мерним местима „suburban background“ (PM₁₀ и PM_{2,5}), „urban background“ (VTEX и SO₂), затим увођење нових параметара – „black carbon“ (црни дим) уместо чађи, TSP и PM₁ на свим мерним местима где се прати концентрација честичних загађујућих материја, као и обезбеђивање електронске доступности података о квалитету ваздуха на електронским паноима распоређеним на територији Града.

Предложеном мрежом мерних места у надлежности локалне самоуправе Града Новог Сада за праћење квалитета ваздуха животне средине и обједињавање добијених података са подацима државне мреже за мониторинг квалитета ваздуха, уз јавну доступност истих, би се обезбедио значајан ресурс за утврђивање изложености популације загађујућим материјама из ваздуха животне средине, процену ризика по здравље људи, за примену превентивних мера за унапређење квалитета ваздуха животне средине, унапређења здравља становништва Града Новог Сада, али и извор података за израду будућих планова и програма за контролу квалитета ваздуха.

Кључне речи: Загађење ваздуха, Животна средина, Изложеност становништва, Мониторинг

Процена изложености становника Новог Сада, нејонизујућем зрачењу из радио-фреквенцијског опсега

Милан Наранџић^{1*}, Тијана Деваја¹,
Милица Петковић¹, Дејан Немец¹,
Миодраг Милутинов¹, Жељен
Трповски¹, Владимир Милошевић¹

¹Универзитет у Новом Саду, Факултет
техничких наука, 21000 Нови Сад, Србија

* Аутор за кореспонденцију: orange@uns.
ac.rs

Апстракт: Основни циљ остварен пројектом јесте обезбеђивање увида у процењене нивое нејонизујућег зрачења и једноставно сагледавање утицаја нових предајника на укупну изложеност популације. На основу развијене програмске подршке омогућава се објективна евалуација промена у конфигурацији извора нејонизујућих зрачења (додавање предајника, повећавање предајне снаге, итд.) на резултујући ниво нејонизујућег зрачења.

Кључне речи: мерење и предикција јачине електричног поља, заштита од нејонизујућег зрачења, извори нејонизујућег зрачења: ћелијске (мобилне) мреже и радио-дифузија.

1. УВОД

У складу са основним циљем пројекта „Процена изложености становника Новог Сада нејонизујућем зрачењу из радио-фреквенцијског опсега“ у оквиру MATLAB окружења реализована је предикција електричног поља која се заснива на ITU-R моделима пропагације R.1546 [1], R.1411 [2], и R.1238 [3] који су примерени за урбано окружење. Помоћу предложених пропагационих прорачуна пројектују се радио системи (укључујући и базне станице мобилне телефоније) тако што се утврђује покривање посматране географске територије неопходним нивоом сигнала. Употреба знања о пропагационом каналу у сврху предикције изложености зрачења представља природно проширење за употребу наведених алата, при чему се уместо анализе везане за минималну вредност сигнала, посматрају кумулативни максимуми за више система у целокупном радио-фреквенцијском спектру.

Неопходне информације о предајницима обезбеђене су кроз допуну и ажурирање постојеће базе података о нејонизујућим изворима [4]. Валидација резултата предикције заснована је на мерењу електричног поља на одабраним локацијама.

Остатак рада организован је тако да илуструје најважније резултате пројекта. У секцији 2 биће илустровани имплементирани алгоритми за процену медијане електричног поља и начин њихове примене у зони од интереса. Секција 3 анализира расположиве податке о изворима нејонизујућег зрачења и нуди стратегију за апроксимацију недостајућих системских података. Секција 4 се бави елементима описа пропагационог окружења који је потребан за поједине предикционе алгоритме. Поступак валидације предикционих резултата на основу мерења описан је у секцији 5. У последњој секцији 6 дата је интерпретација добијених вредности медијане ел. поља из перспективе изложености нејонизујућем зрачењу.

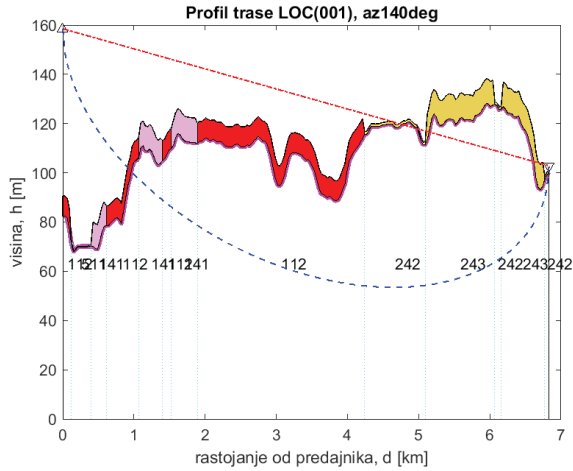
2. ПРЕДИКЦИЈА МЕДИЈАНЕ ЕЛЕКТРИЧНОГ ПОЉА: ПОСТУПАК ЗА ЈЕДАН ПРЕДАЈНИК У ЗАДАТОЈ ПРОСТОРНОЈ ОБЛАСТИ

Једна од специфичности стохастичких метода јесте поједностављени опис пропагационог окружења и одређивање интензитета поља само на основу карактеристика профила терена (односно трасе) између предајне и пријемне локације. Стога ће анализа области која окружује предајнике бити извршена према радијалним профилима који се завршавају на граници обухваћене територије или иду до максималног растојања за које је препорука валидна. За решавање наведеног проблема радијалног покривања задате области могуће је применити различите стратегије. У конкретном случају за територију Града Новог Сада, предикција се реализује на основу задате угаоне резолуције и то независно од предикционог растера. Такав приступ обезбеђује рачунање фиксног броја траса по предајнику, након чега се врши просторна интерполација добијених резултата према задатом растеру. На Сл. 1 илустрован је предложени метод са резолуцијом по азимуту од 5 степени, за FM предајник „Radio Signal“-а.



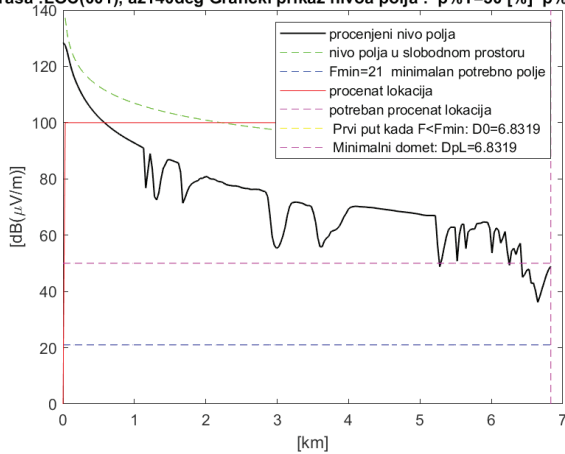
Сл. 1. Стратегије покривања задате области радијалним трасама од локације предајника.

Дуж сваког од профила утврђене су надморске висине, а узет је у обзир просечан тип терена кроз постављање препрека одређене висине. Сл. 2 приказује профил радио-трасе за азимут од 140° (у односу на правац севера).



a)

Trasa : LOC(001), az140deg Graficki prikaz nivoa polja : p%T=50 [%] p%L=50 [%]



б)

Сл. 2. Изглед профила терена (а) и процењеног нивоа медијане ел. поља (б) дуж радио-тресе са азимутом 140°.

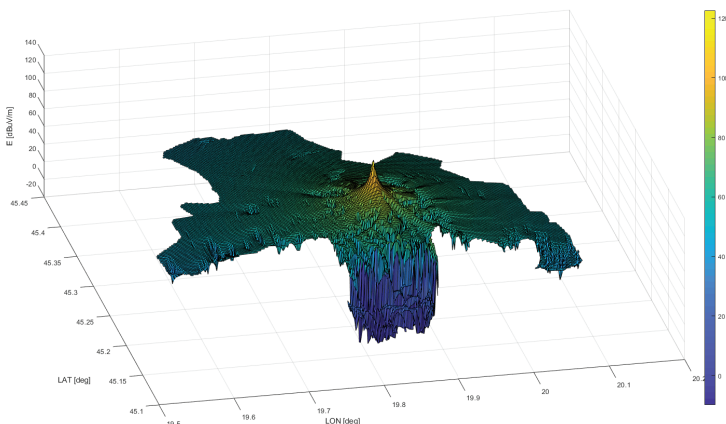
Сл. 2 б) приказује процењени ниво медијане ел. поља на основу препоруке ИТУ-Р Р.1546. На основу приказаних резултата могуће је уочити да ел. поље значајније слаби у зонама “сенки” (shadowing), када не постоји директна видљивост између предајне и пријемне антене. У таквим ситуацијама постоји додатна компонента дифракционог слабљења и стога је ниво медијане ел. поља на пријему приметно нижи.

За приказ вредности ел. поља коришћена је логаритамска скала, која чини видљивијим мање вредности ел. поља:

$$E[dB\mu V/m]=20\log_{10}(E[\mu V/m]) \quad (1)$$

Према њој је 1 V/m еквивалентан са 120 dB μ V/m.

Након процене поља дуж радијалних траса са Сл. 1 могуће је извршити интерполацију добијених вредности у жељеним позицијама у простору, што је илустровано на Сл. 3. У посматраном случају предикција је вршена за правоугаону мрежу, на којој су тачке на међусобном растојању од 200 m.

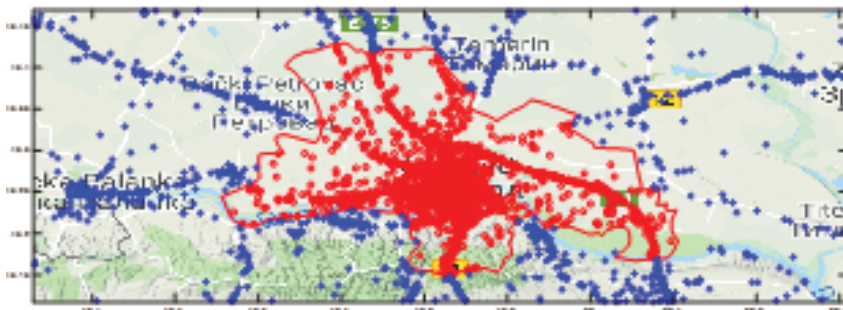


Сл. 3. Процењена расподела електричног поља које потиче од предајника Радио Сигнал.

На основу Сл. 3 могуће је уочити да предикциони метод заснован на ITU-R P.1546 узима у обзир специфичности пропационог окружења и стога се на једнаким растојањима од предајника у општем случају не добијају једнаке вредности процењеног ел. поља. То нам омогућује објективније сагледавање стварног интензитета ел. поља, односно степена изложености нејонизујућем зрачењу. Највиша вредност поља од 122.6 dB μ V/m утврђена је у предикционој тачки која је најближа предајнику

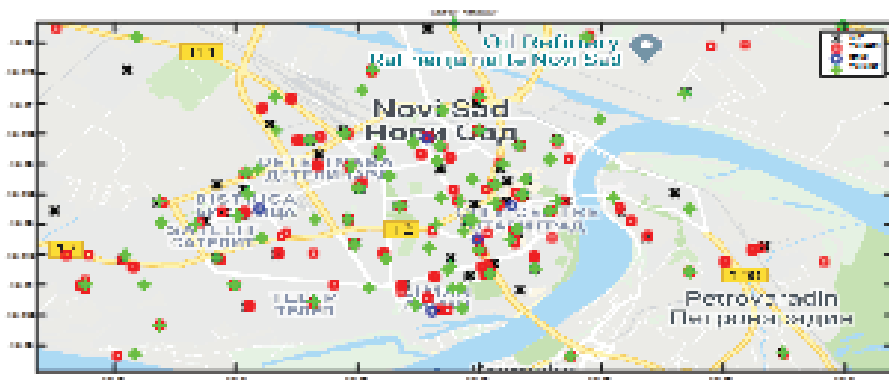
3. РАЗМАТРАНИ ИЗВОРИ НЕЈОНИЗУЈУЋЕГ ЗРАЧЕЊА У РФ ОПСЕГУ

Извршено је ажурирање података о изворима нејонизујућег зрачења (RATEL евиденције и одговарајући Планови расподела) у постојећој бази података о изворима нејонизујућег зрачења [4], а искоришћени су и други јавно доступни подаци о базним станицама (OpenCellID [5]), Сл. 4.



Сл. 4. Просторно филтрирање сектора BS из OpenCellID евиденције.

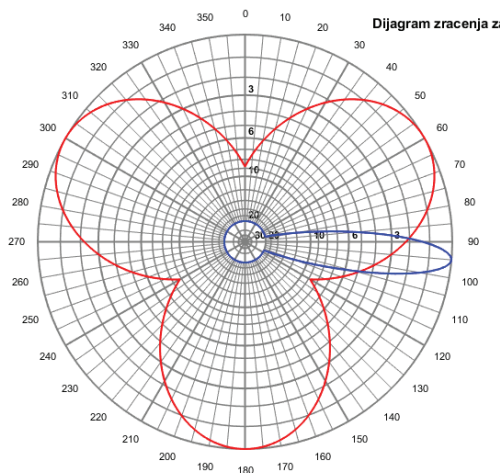
У оквиру пројекта је за потребе предикције и валидације фокус постављен на два сервиса: ФМ дифузија (BC/TS) и мобилна телефонија (FB/CP), Сл. 5. Обухватањем најзначајнијих предајних система остварен је увид у доминантне доприносе нејонизујућем зрачењу који потичу из радио-фреквенцијског спектра.



Сл. 5. Локације предјника FB/CP сервиса, према подацима RATEL евиденције.

Имплементирана је реконструкција 3-D дијаграма зрачења антене, на основу претпостављених дијаграма у хоризонталној и вертикалној равни.

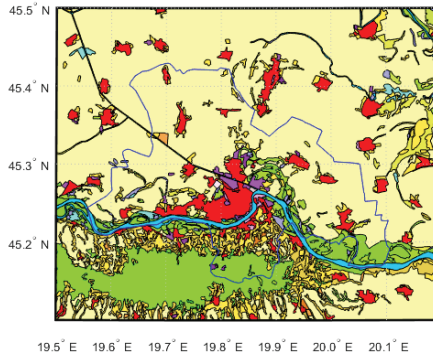
Недостајући системски подаци (пре свега за мобилну телефонију) надомештени су увођењем типичних конфигурација за предајнике и антенске системе. Тако је на основу документа [6] усвојена стандардна конфигурација антенског система BC за потребе симулација 4G мреже. Према њој уобичајена примопредајна локација поседује три ћелије/сектора као што је приказано на Сл. 6.



Сл. 6. Дијаграм зрачења за “композитну” антену сачињену од 3 сектора, који су усмерени према азимутима 60° , 180° и 300° .

4. ОПИС ПРОПАГАЦИОНОГ ОКРУЖЕЊА

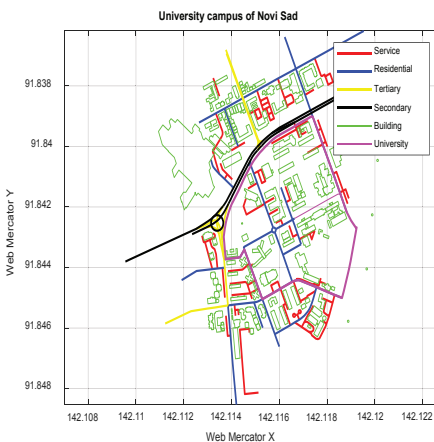
За потребе одабраних статистичких (емпиријских) алгоритама обрађене су и коришћене информације о окружењу које (у зависности од конкретног алгорита) укључују дигиталне елевационе мапе, типове терена (Сл. 7), просечне висине зграда и ширине улица, број зидова и међуспратних конструкција.



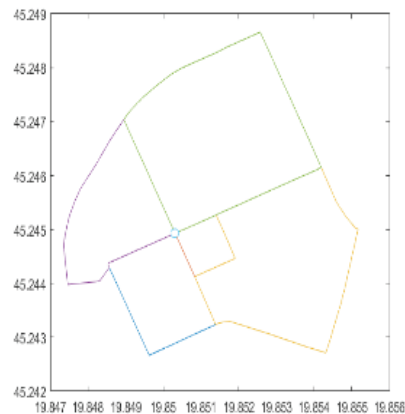
Сл. 7. Класификација типа терена према подацима „Corine Land Cover“ програма [7].

Укључивањем детаљнијих модела слабљења и описа пропагационе средине настоји се остварити веродостојна репрезентација пропагационих механизма, односно резултујућег нивоа ЕМ поља.

Како стохастичка метода за спољашње окружење П.1411 не користи детаљне податке о зградама, просечне карактеристике се дефинишу за поједине делове града. За ту намену извршено је зонирање града (према параметрима као што су просечна висина и растојање између зграда) и формиране су границе на нивоу блокова које програми користе у електронском облику, (Сл 8б).



а)

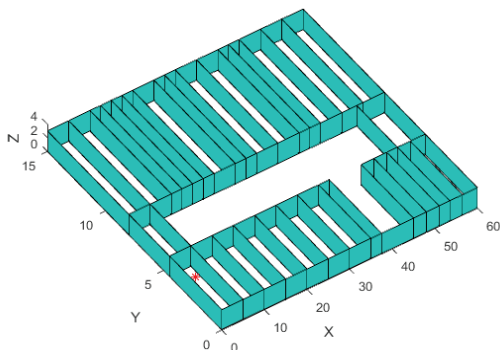


б)

Сл. 8. Употреба података из *Open Street Map* базе [8]: а) информације о улицама, зградама и границе Универзитета у Новом Саду, б) реконструкција блокова у којима се усредњавају статистичка обележја.

За одређивање броја зидова или међуспратних конструкција, који су релевантни за пропагацију у унутрашњем окружењу према ИТУ-Р П.1238, коришћен је 3Д модел зграде. За ту намену су површине зидова описане помоћу угаоних тачака.

Област у којој су вршени експерименти, представља унутрашњост Блока Ф, Факултета техничких наука, Сл. 9.



Сл. 9. Приказ зидова на 2. спрату Блока Ф, Факултета техничких наука.

5. ВАЛИДАЦИЈА РЕЗУЛТАТА Р.1546 ПРЕДИКЦИЈЕ НА ОСНОВУ МЕРЕЊА

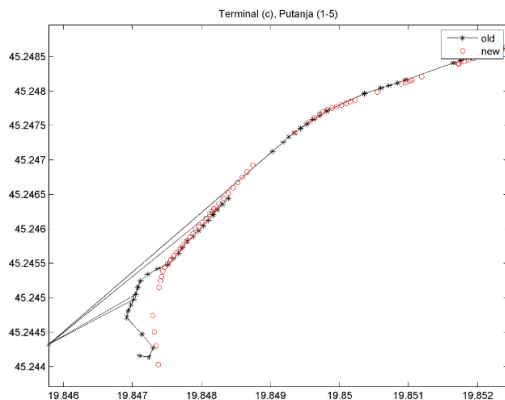
Мерења су реализована са циљем валидације предикционих метода, али су њихови резултати искоришћени и за корекције системских параметара (рекалибрацију) како би се у одређеној мери надоместило непознавање тачних вредности.



Сл. 10. Мерна опрема на локацијама U1, B1, M2, респективно.

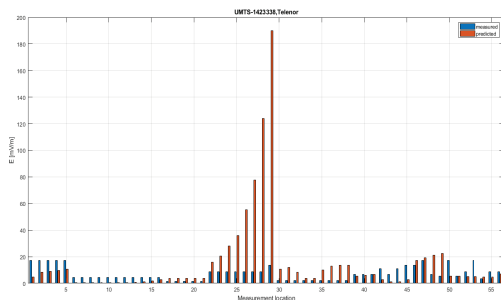
Због специфичности рада ћелијских система поред наменског система TS-EMF за мерење изложености (Сл. 10), коришћени су и мобилни терминали са одговарајућим мерним апликацијама како би се извршила јединствена идентификација предајних базних станица (непознато додељивање носилаца појединим базним станицама). Резултати валидације су потврдили да такав приступ (након рекалибрације) резултује у мањем одступању од мерених вредности. При томе су извршена усклађивања формата различитих мерних система како би се олакшао

поступак валидације. Такође су отклоњени уочени недостаци у погледу лоцирања мерних тачака засновани на ГПС координатама мобилних терминала.



Сл. 11. Оригиналне и кориговане GPS координате мобилног терминала ц дуж трасе 1-5 (граница UNS кампуса дуж Бул. Цара Лазара).

Валидација резултата предикције је извршена поређењем са резултатима мерења, за оне локације на којима су мерења реализована. Сл. 12 приказује разлике за све мерне локације на којима је детектован сигнал Теленорове UMTS базне станице са идентификацијом 1423338.



Сл. 12. Поређење измерених и процењених вредности електричног поља за Теленорову UMTS базну станицу са идентификацијом 1423338.

Недвосмислено је потврђено да је тачност поступка ограничена познавањем системске конфигурације. Отуда је за FM дифузију код које је већина системских параметара за појединачне предајнике дефинисана Планом расподеле, добијамо очекивано одступање у виду стандардне девијације сенчења, од 7.4 dB. Сенчење представља разлику процењене и мерене снаге и обично се изражава у dB:

$$X[dB]=20\log_{10} E_p - 20\log_{10} E_m. \quad (2)$$

За мобилну телефонију где уопште не располажемо тачним системским параметрима референтна стандардне девијације сенчења зависи од скупа на којем је могуће реализовати рекалбрацију. Код употребе мобилних терминала за мерења, рекалбрација је могућа на нивоу

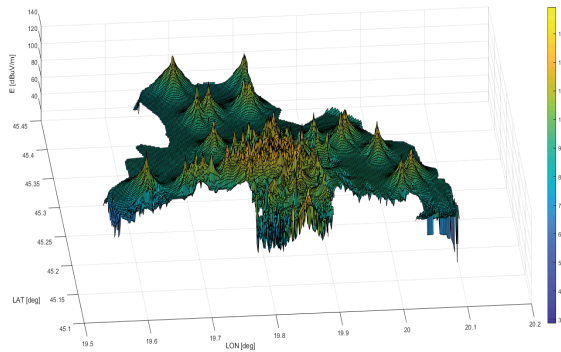
станице и ту налазимо да је максимална вредност (по свим BS) 14,7 dB. Када се заједно рекалибришу сви системи мобилне телефоније од свих оператера (TS-EMF мерења) добијамо 18,9 dB.

6. ИНТЕРПРЕТАЦИЈА РЕЗУЛТАТА P.1546 ПРЕДИКЦИЈЕ ИЗ ПЕРСПЕКТИВЕ ИЗЛОЖЕНОСТИ НЕЈОНИЗУЈУЋЕМ ЗРАЧЕЊУ

Уколико се у складу са изразом

$$E_{\text{TOT}} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_N^2} \quad (3)$$

утврди ефективна вредност ел. поља узимајући у обзир предајнике на свим фреквенцијама (њих N за сервисе FM дифузије и мобилне телефоније) добија се просторна расподела ел. поља приказана на Сл. 13.



Сл. 13. Процењена расподела укупне ефективне (RMS) вредности електричног поља у фреквенцијским опсезима намењеним за FM дифузију и мобилну телефонију (14+1059 активних предајника, на 12+453 локација).

На основу рекалибрисаних резултата предикције извршена је процена изложености нејонизујућем зрачењу на територији Града Новог Сада које потиче од сервиса FM дифузије и мобилне телефоније.

Релативни доприноси ових сервиса у односу на фреквенцијски зависне граничне вредности $E_{L,f}$ се сабирају приликом утврђивања њиховог дејства на укупну изложеност у складу са изразом [9]:

$$i = \sum_{f=100 \text{ kHz}}^{1 \text{ MHz}} \left(\frac{E_f}{c} \right)^2 + \sum_{f>1 \text{ MHz}}^{300 \text{ GHz}} \left(\frac{E_f}{E_{L,f}} \right)^2. \quad (4)$$

У циљу заштите од нејонизујућег зрачења захтева се да укупна изложеност дефинисана изразом (4) буде мања или једнака 1, односно 100%.

Утврђено је доминантан утицај у близини ФМ радио-предајника, и да максимална изложеност услед оба анализирана сервиса, на растеру 200 m x 200 m износи 64,9 % [1].

Установљено је да статистика сенчења има директан утицај на тачност процене изложености нејонизујућем зрачењу. На основу подразумеване нормалне расподеле за сенчење утврђени су

интервали поверења и констатовано да у складу са њима нема индиција (вероватноћа од 95 %) да је на некој локацији превазиђена дозвољена изложеност услед разматраних радио-сервиса.

Sistem/servis	frekv. [MHz]	#(X)	E(X) [dB]	E{(X-E(X)) ² } [dB]	Granice 95% intervala poverenja u [dB] (Normalna raspodela, z=1.96)		Granice 95% intervala poverenja	
FM difuzija	97.75	97	1.79	7.43	0.31	3.26	1.07	2.12
Mobilna telefonija	1430.9	90	0.60	18.86	-3.29	4.50	0.47	2.82

Таб. 1. Статистика сенчења и резултујући интервали поверења за различите радио-сервисе.

Добијени резултати се могу интерпретирати на следећи начин: употреба предикционог поступка за процену изложености услед FM дифузије даје резултате који су, са вероватноћом од 95%, већи од +7% до +112% у односу на тачну (мерену) вредност.

Код мобилне телефоније, процена изложености биће у интервалу -53% до +182% у односу на тачну (мерену) вредност, са интервалом поверења од 95%.

Узимајући у обзир процењену тачност, и да предикција код доминантног сервиса FM дифузије даје већу вредност од стварне, налазимо да разматрани сервиси здружено, са интервалом поверења од 95%, не превазилазе дозвољене границе за изложеност нејонизујућем зрачењу.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Recommendation ITU-R P.1546-5 (09/2013): Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3000 MHz.
- [2] Recommendation ITU-R P.1411-9 (06/2017): Propagation data and prediction methods for the planning of short-range outdoor radiocommunication systems and radio local area networks in the frequency range 300 MHz to 100 GHz.
- [3] Recommendation ITU-R P.1238-9 (06/2017) "Propagation data and prediction methods for the planning of indoor radiocommunication systems and radio local area networks in the frequency range 300 MHz to 100 GHz".
- [4] V. Milošević, M. Narandžić: „Kreiranje baze podataka svih izvora nejonizujućeg zračenja od posebnog interesa u radio-frekvencijskom opsegu na teritoriji grada Novog Sada“, FTN, izveštaj za 2011.
- [5] <https://opencellid.org/>
- [6] REPORT ITU-R M.2135-1: Guidelines for evaluation of radio interface technologies for IMT-Advanced (12/2009).
- [7] <https://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>
- [8] <https://www.openstreetmap.org>
- [9] Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima, "Sl. glasnik RS", br. 104/2009.

“NS MOSS” - Примена маховина у детекцији тешких метала у ваздуху на територији града Новог Сада

Милош Илић¹, Драгана Вуков¹,
Мирјана Ђук¹, Ружица Игић¹

¹Универзитет у Новом Саду,
Природно-математички факултет,
Трг Доситеја Обрадовића 3,
21000 Нови Сад, Србија

УВОД

Индустрија, саобраћај као и друге људске активности директно доприносе повећању количине загађујућих супстанци у животној средини. Суспендоване честице (PM-particulate matter) у ваздуху се сматрају једним од најозбиљнијих загађивача ваздуха у погледу утицаја на људско здравље и предпоставља се да су у нераскидивој вези са појавом различитих кардио-васкуларних, респираторних и канцерогених болести становништва (Seaton et al. 1995; Harrison & Yin 2000). Међу полутантима у ваздуху, по свом утицају на људско здравље, посебно се издвајају тешки метали. То су метали релативно велике густине (најчешће веће од 5 g/cm³), али се у ову групу убрајају и неки металоиди. Због потенцијалне канцерогености неких тешких метала (кадмијум, никал, хром и олово) мониторинг ових полутаната у ваздуху регулисана је и легислативом ЕУ (Directive 2004/107/EC), као и препоруком Светске здравствене организације (WHO) из 2013. године, где се наводи да треба смањити и концентрацију других тешких метала у ваздуху са циљем побољшања људског здравља.

Велики број међународних конвенција (Стокхолмска конвенција, UNFCCC, Кјото протокол, Бечка конвенција, CLRTAP и др.), као и ратификације истих, указују на потребу успостављања ефикасних програма за заштиту животне средине како на глобалном, тако и на локалном нивоу. Један од најзначајнијих делова у програмима заштите животне средине јесте детекција и мониторинг загађујућих супстанци. У Програму заштите животне средине града Новог Сада за период 2015–2024. године наводи се да државна, покрајинска и локална мрежа мерних места омогућава мониторинг квалитета ваздуха на територији Града Новог Сада.

Мониторинг квалитета ваздуха се према званичним регулативама базира на различитим физичко-хемијским методама. Ове методе су често веома скупе те је тешко успоставити мониторинг мреже високе просторне резолуције. Због тога се као алтернатива стандардним методама за праћење загађења ваздуха користи биомониторинг који подразумева употребу различитих биолошких система у праћењу квалитета животне средине. Најчешће се у биомониторингу тешких метала у ваздуху користе маховине јер су се показале као веома поуздане због добре депозиције тешких метала на површини. Постоје два типа биомониторинга тешких метала: пасивни и активни. Пасивни биомониторинг подразумева да се сакупе маховине на одређеном подручју и у њима одреди садржај тешких метала. Активни биомониторинг подразумева прикупљање маховина из потенцијално незагађених подручја и њихово преношење у урбане средине. Транспланти маховина се стављају у врећице од тила и постављају на жељена места у подручју у коме се истражује загађење. Након одређеног периода (најчешће 60 дана) изложености, одређује се концентрација полутаната депонованих на транспланте маховине.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Пројекат “NS MOSS” је у циљу детекције тешких метала у ваздуху на подручју града Новог Сада обухватао активни биомониторинг загађења ваздуха уз примену врсте *Hypnum cupressiforme*

Hedw. која се већ дужи низ година користи као препоручени биомонитор квалитета ваздуха у земљама Европске Уније, а и шире (Vuković et al., 2013, 2016).

На десет локација у граду и на једној локацији на потенцијално загађеном подручју постављене су врећице са маховином (*Hypnum cupressiforme*) (Слика 1а). Врста *Hypnum cupressiforme* је сакупљана са загађених подручја у Србији (Тара и Копаоник), затим су са ње одстрањене све нечистоће. Очишћени биљни материјал је осушен и спакован у врећице од тила које су постављене на металне носаче (Слика 1б). Метални носачи су постављени на одабране локације у граду на уличној расвети (на висини од 3-4 метра).



Слика 1. а-*Hypnum cupressiforme*; б-Носач врећица са маховинама

Локације на којима су били постављени транспланти маховина су следеће (Слика 2): 1. Булевар Ослобођења (код зграде „Дневника“); 2. Угао Партизанске и Темеринске улице, 3. Клиса – Депонија; 4. Футошки пут (испред ЈГСП Нови Сад); 5. Кружни ток (Булевар Европе и Булевар Патријарха Павла); 6. Угао Хаџи Рувимове улице и Булеvara Европе; 7. Улица Народног фронта (Код НИС-а); 8. Булевар Цара Лазара (Асистентска кула); 9. Клиса (Индустријска зона) – Улица Мирослава Продановића Мићка; 10. Дунавски парк; 11. Фрушка гора.



Слика 2. Локације на којима су постављане врећице са маховином *Hypnum cupressiforme* у циљу биомониторинга тешких метала у ваздуху на територији Града Новог Сада

Тачке 1-9 су због високе фреквенције саобраћаја, одлагања смећа или постојеће индустријске производње потенцијално загађена подручја. Тачка 10 подразумева потенцијално слабо загађено подручје у урбаној средини. Тачка 11 је локација која је ван урбане средине

(контролна тачка) у потенцијално загађеном подручју и служи за поређење. Тачка 9 која је била планирана Пројектом (Клиса – Индустриска зона) није укључена у анализу јер је материјал на овој локацији био уништен (склоњен са носача вероватно од стране грађана). Врећице са маховином на наведеним локалитетима су биле изложене ваздуху у трајању од 60 дана од 10. јуна до 10. августа 2018. године.

Након скидања врећица, урађена је хемијска анализа биљног материјала. Припрема матичних раствора је вршена мокрим путем, након чега је утврђена концентрација следећих елеманата: бор (B), алуминијум (Al), ванадијум (V), хром (Cr), гвожђе (Fe), кобалт (Co), никал (Ni), бакар (Cu), цинк (Zn), арсен (As), стронцијум (Sr), кадмијум (Cd), баријум (Ba) и олово (Pb). Концентрација тешких метала депонованих на маховинама је утврђена методом масене спектрометрије са индукованом куплованом плазмом (ICP-MS). Иницијална концентрација тешких метала у маховинама је утврђена у биљном материјалу пре излагања, како би се израчунао Релативни акумулацијски фактор (РАФ), који указује на степен загађења.

РАФ је израчунат по следећој формули (Vuković et al., 2016): $РАФ = (K_{им} - K_{и})/K_{и}$, где је: $K_{им}$ – концентрација тешких метала у маховинама након двомесечног излагања ваздуху; $K_{и}$ – иницијална концентрација тешких метала у маховинама (пре излагања ваздуху).

Добијене РАФ вредности су усклађене са Lazo et al. (2013) који су предложили утврђивање степена загађења неког подручја активним биомониторингом уз помоћ маховина на основу следеће скале: $РАФ < 3$ – загађено подручје, $3 < РАФ < 10$ – умерено загађено подручје, $РАФ > 10$ – веома загађено подручје.

Сваки узорак је анализиран у три биолошка понављања, а статистичке анализе су урађене у софтверу Statistica® 13.2.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

На свим локацијама, на којима је вршено мерење, метали са највећом измереном концентрацијом су алуминијум и гвожђе (Слика 3). Одмах за њима је и концентрација цинка у свим узорцима (Слика 3). Остали анализирани метали су детектовани у приближно сличним концентрацијама.

Локалитет „Булевар Ослобођења (код зграде „Дневника“) се на основу резултата пројекта може сматрати загађеним подручјем, јер РАФ ни за један елемент не прелази вредност 3 (Слика 3). Највећа вредност РАФ на овој локацији је за цинк. На овој локацији, се налази и станица за инструментална мерења квалитета ваздуха (Градска управа за заштиту животне средине, Града Новог Сада). Уколико упоредимо ове резултате са вредностима инструменталних мерења концентрација тешких метала (ПМ10) у летњем периоду 2017. године, можемо уочити да инструментална мерења (током лета 2017) такође нису показала прекорачења у максимално дозвољеним концентрацијама кадмијума, никла, олова и арсена (у складу са Уредбом о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха, „Службени гласник РС“, бр. 11 од 5. марта 2010, 75 од 20. октобра 2010, 63 од 19. јула 2013), што су једини тешки метали који се утврђују инструменталним методама. На локалцији „Угао Партизанске и Темеринске улице“, РАФ прелази вредност 3 за метале (Слика 3): хром, гвожђе и цинк, па се ова локација може сматрати умерено загађеном у погледу ова три елемента. Веома близу овој вредности су и никл и кобалт. Оваква ситуација је вероватно последица високог интензитета саобраћаја на овом месту, што је највећи извор ових елемената у ваздуху. Што се тиче локације на Клиси (Депонија), ово подручје се може сматрати умерено загађеним само у погледу концентрације цинка (Слика 3). РАФ за остале метале је био значајно испод граничне вредности за загађена подручја. Оваква слика се може објаснити малим интензитетом саобраћаја на простору депоније (који је главни извор загађења тешким металима). Према подацима „United States Environmental Protection Agency“, повећана

концентрација цинка у ваздуху се веома често јавља на сметлиштима и депонијама. Локација на Футошком путу (Испред гараже ЈГСП Нови Сад) се може сматрати умерено загађеним подручјем за хром, гвожђе и никал, и веома загађеним за цинк (вредност РАФ за овај метал прелази вредност 10) (Слика 3). Разлог овоме је веома велики интензитет саобраћаја на овој локацији, јер се ради о транзитном путу који повезује Нови Сад са Футогом. На кружном току (Булевар Европе и Булевар Патријарха Павла) забележене су вредности РАФ веће од 3 за хром, цинк и кадмијум, па се ово подручје може сматрати умерено загађеним овим елементима. Близу овој граници су и вредности РАФ за никал и гвожђе (Слика 3). Слична ситуација у загађености се примећује на локацијама: Угао Хаџи Рувимове улице и Булевара Европе и Улица Народног фронта (код НИС-а). Наиме, ове локације се могу сматрати умерено загађеним цинком и кадмијумом, док је хром на обе локације врло близу вредности РАФ од 3 (Слика 3). Локација Булевар Цара Лазара (Асистентска кула) се може сматрати умерено загађеном бавром, цинком и кадмијумом, од којих се цинк издваја по вредности релативног акумулацијског фактора, при чему је РАФ овог елемента била веома близу граничној вредности за високо загађена подручја (Слика 3). Потенцијално незагађена подручја Дунавски парк (зелена површина у урбаној средини) и Фрушка гора (ван урбане средине) показују сличан модел у вредностима РАФ (Слика 3). На овим локалитетима РАФ вредности за већину анализираних елемената су били у оквиру граница за дефинисање незагађених подручја, са изузетком РАФ за цинк и кадмијум који прелазе вредност 3, па се ови локалитети могу сматрати умерено загађеним овим металима.



Слика 3. Релативни акумулацијски фактор за све анализираних метала на свим локацијама на којима је вршена детекција тешких метала (Црвена линија представља граничне вредности за умерено загађена (РАФ>3) и загађена (РАФ>10) подручја)

Посматрајући релативни акумулацијски фактор, најзагађенија локација је Футошки пут (испред ЈГСП Нови Сад), док је најмање загађена Булевар Ослобођења (испред зграде Дневника). Локација на Булевару Ослобођења је место фреквентног саобраћаја, те добијени подаци нису у

сагласности са очекиваним резултатима. Једно од потенцијалних објашњења за ниску вредност релативног акумулацијског фактора на овом локалитету је измена саобраћаја у трајању од скоро 90 дана (<http://nsuzivo.rs/novi-sad/od-srede-izmena-saobracaja-na-bulevaru-oslobodjenja>) која је важила током трајања пројектних активности. У наведеном периоду интензитет саобраћаја на овом делу је био значајно смањен у односу на уобичајене услове, стога је и депозиција тешких метала из ваздуха, који су пореклом од издувних гасова, била ниска.

ЗАКЉУЧАК

Циљеви који су постигнути разлизацијом овог пројекта су следећи: Утврђен је ниво загађености ваздуха тешким металима на територији Града Новог Сада; Извршена је процена предности употребе маховина за детекцију загађења тешким металима у Граду Новом Саду у односу на инструменталне методе; Проширен је број утврђених тешких метала у ваздуху у односу на стандардне инструменталне методе; Створена је основа за успостављање континуираног мониторинга тешких метала у ваздуху активним биомониторингом уз помоћ маховина; Проширена је мрежа мерних тачака у Граду Новом Саду.

Метода праћења загађења ваздуха тешким металима на територији Града Новог Сада примењена у овом пројекту се може користити као основа у скринингу загађења урбаних средина. Уколико је упоредимо са стандардним инструменталним методама, можемо закључити да ова метода има неколико предности. Наиме, активни биомониторинг уз помоћ маховина не захтева изворе електричне енергије, који су неопходни за рад стандардних инструмената за мониторинг, што омогућава да се загађење прати на великом броју локација у граду. Друга значајна предност је у томе што стандардне инструменталне методе показују дневне концентрације полутаната, док активни биомониторинг уз помоћ маховина показује просечне кумулативне концентрације загађујућих супстанци за дужи временски период, што је заправо кључна ствар у процени ризика за људско здравље. Такође, активни биомониторинг уз помоћ маховина је једноставнија, флексибилнија и драстично јефтинија метода у односу на стандардне инструменталне методе и омогућава добијање мапа загађења високе просторне резолуције.

Као пионирски пројекат на територији Града Новог Сада могућност имплементације се огледа у директној употреби резултата овог пројекта за допуну Програма заштите животне средине, односно за уврштавање праћења додатних параметара приликом мониторинга квалитета ваздуха на територији Града. Резултати су указали на велике предности активног биомониторинга у урбаним подручјима Града Новог Сада, и отворили пут ка успостављању континуираног биомониторинга полутаната у ваздуху.

РЕФЕРЕНЦЕ

- Harrison RM, Yin J (2000) Particulate matter in the atmosphere: which particle properties are important for its effects on health? *Sci Total Environ* 249:85–101.
- Lazo P, Bekteshi L, Shehu A (2013) Active moss biomonitoring technique for atmospheric deposition of heavy metals in Elbasan city, Albania. *Fresenius Environmental Bulletin* 22(1a): 213-219.
- Seaton A, Mac Nee W, Donaldson K, Godden D (1995) Particulate air pollution and acute health effects. *Lancet* 345:176–178.
- Vuković G, Aničić Urošević M, Razumenić I, Goryainova Z, Frontasyeva M, Tomašević M, Popović A (2013) Active moss biomonitoring of small-scale spatial distribution of airborne major and trace elements in the Belgrade urban area. *Environ Sci Pollut Res* 20(8):5461-5470.
- Vuković G, Aničić Urošević M, Škrivanj S, Miličević T, Dimitrijević D, Tomašević M, Popović A (2016) Moss bag biomonitoring of airborne toxic element decrease on a small scale: A street study in Belgrade, Serbia. *Sci Total Environ* 542 (2016) 394–403.

Одређивање изложености електричним пољима високих фреквенција у зонама повећане осетљивости кампуса Универзитета у Новом Саду

Драган Кљајић¹, Никола Ђурић¹,
Каролина Касаш-Лажетић¹

¹Универзитет у Новом Саду,
Факултет техничких наука,
Трг Доситеја Обрадовића 6,
21000 Нови Сад, Србија
e-mail: {dkljajic, ndjuric, kkasas}@uns.ac.rs

Апстракт — Број вештачки формираних извора електромагнетских (ЕМ) поља у последњих неколико деценија континуално расте услед израженог технолошког развоја друштва. Повећање нивоа овакве врсте нејонизујућег зрачења у животној средини је праћено забринутошћу опште популације од могућих нежељених негативних здравствених ефеката услед излагања ЕМ пољима. Стога се обављају мерења нивоа ЕМ поља у зонама повећане осетљивости, као што су на пример универзитетски кампуси. У току 2012. године је спроведена иницијална кампања мониторинга ЕМ поља у оквиру кампуса Универзитета у Новом Саду, спровођењем мерења на десет пажљиво одабраних локација. У циљу поновног испитивања кампуса и упоредне анализа резултата мерења, током 2018. године је спроведена најновија кампања мониторинга. Последњи резултати указују на благо повећање интензитета вектора јачине електричног поља, као и изложености популације, на свих десет локација. Упркос овом повећању, добијене вредности су и даље много мање од прописаних референтних граничних нивоа. Обављена упоредна анализа резултата мерења је још једном потврдила чињеницу да се област кампуса може сматрати зоном са ниском изложеношћу ЕМ пољима.

Кључне речи — мерења нивоа електромагнетског поља, широкопојасни мониторинг, процена изложености.

1 Увод

Веома динамичан технолошки развој, посебно изражен у области електротехнике и бежичних комуникација, довео је до појаве разноврсних, вештачки креираних, извора електромагнетских (ЕМ) поља. Нажалост, практично свакодневна присутност ЕМ поља у непосредном људском окружењу резултује неизбежним излагањем опште популације оваквој врсти нејонизујућег зрачења.

Ова чињеница истиче проблем заштите и сигурности, како становништва, тако и читаве животне средине [1]. С тим у вези се врше разноврсна мерења нивоа ЕМ поља у различитим затвореним и отвореним просторима, са циљем да се подрже напори смањења забринутоности опште популације због могућих нежељених негативних здравствених ефеката, услед излагања ЕМ пољима.

До сада је обављен велики број мерења нивоа ЕМ поља, на различитим местима и временским периодима испитивања, различитих врста извора ЕМ поља. При томе су коришћене разноврсне мерне технике, начини процене изложености, као и различита мерна опрема [2], [3].

Испитивање ЕМ поља подразумева да се сва мерења обављају у складу са одговарајућим стандардима [4], [5], правилницима и препорукама [6], [7]. Осим тога, како би се задовољиле потребе људи и остварила адекватна комуникација с њима, резултати свих мерења морају бити представљени јавности у разумљивом формату.

Што се тиче места на којима се мерења нивоа ЕМ поља врше, посебна пажња се посвећује зонама повећане осетљивости урбаних и руралних средина [8]. У ову групу спадају стамбена

подручја у којима људи могу боравити дужи временски период (приватна домаћинства, школе, болнице, као и друга јавна места). На основу доступне научне литературе, може се приметити да се одређени број научних студија бави испитивањем ЕМ поља управо у овим областима [9]-[11].

С обзиром на велики број студената и универзитетског особља, простор Универзитетског кампуса такође се сматра зоном повећане осетљивости. Стога су мерења нивоа ЕМ поља, као и одговарајућа процена изложености опште популације, у овим областима, такође у истраживачком фокусу појединих научних студија [12], [13].

Како је и кампус Универзитета у Новом Саду препознат као део града са могућом повећаном осетљивошћу у погледу излагања људи ЕМ пољима, иницијална кампања мониторинга у његовој зони је спроведена 2012. године [14]. Десет локација, на којима је највећа дневна посећеност студентске популације, одабране су за четворочасовни широкопојасни мониторинг нивоа електричног поља високих фреквенција. Мерења су обављена у складу са мерном процедуром дефинисаном у оквиру националне информационе мреже за континуално испитивање ЕМ поља (*Serbian Electromagnetic Field Monitoring Network – SEMONT*) [15], [16].

Резултати иницијалне кампање су показали да се област кампуса може сматрати зоном са ниском изложеношћу ЕМ пољима [14]. Међутим, непрекидни тренд развоја бежичних комуникационих система указује на повећање присутности ЕМ поља у људском окружењу. Стога је још једна кампања мониторинга обављена у току 2018. године, на истим локацијама у оквиру кампуса, примењујући исту мерну процедуру, као у иницијалној кампањи. Примарни циљ је био поређење мерних резултата добијених током ове две кампање.

Након кратког подсећања на детаље о области кампуса и коришћеној мерној процедури, датог у поглављима II и III, у наставку рада су приказани резултати мониторинга у оквиру обе кампање. Упоредна анализа добијених резултата, као и одговарајућа дискусија истих, представљени су у поглављу IV. Закључак рада је дат у поглављу V.

II Област кампуса града Новог Сада

Свакодневна висока присутност студената и универзитетског особља означава простор Новосадског кампуса као веома живи и активан део града. Поред тога, с обзиром да студенти проводе доста времена у току дана у кампусу, ова област се сматра једном од најосетљивијих зона града, на излагање ЕМ зрачењу.

Присуство различитих извора ЕМ поља у непосредној близини, или у оквиру самог кампуса, потенцијално може довести до повећане изложености опште популације ЕМ пољима. Због тога је испитивање промене нивоа ЕМ поља у овој области од велике важности за целу друштвену заједницу.

У оквиру две кампање мониторинга нивоа ЕМ поља, десет локација је пажљиво одабрано како би се покрила места са највећом дневном посећеношћу студената [14]. Током мерења приступ пешацима је био забрањен, како би се постигли услови мерења у области са такозваним неометаним ЕМ пољем. Скица области кампуса, заједно са обележеним локацијама мониторинга, приказана је на слици 1.



Слика 1. Скица области Новосадског кампуса [14].

Кратак опис локација на којима је мониторинг обављан дат је у табели I [14].

Табела I Локације мониторинга [14].

Лок.	Кратак опис
1	Локација у близини зграде Ректората
2	Улаз на Пољопривредни факултет
3	Простор на тргу Доситеја Обрадовића, окружен са зградама три факултета
4	Главни улаз у кампус
5	Простор испред улаза у малу мензу
6	Локација у непосредној близини Високе пословне школе и Студентског спортског центра
7	Раскрсница две најфреквентније саобраћајнице у кампусу
8	Простор између два студентска дома
9	Локација испред улаза у велику мензу
10	Трг испред улаза на Факултет техничких наука

Детаљнији опис локација мониторинга дат је у раду [14]. Овом приликом треба нагласити да је GSM базна станица мобилне телефоније, инсталирана 2017 године у централном делу кампуса, сматрана доминантним извором ЕМ поља у овој области.

III Процедура мерења

Обе кампање мониторинга су спроведене применом мерне процедуре дефинисане у оквиру SEMONT система [16], вршећи мерења нивоа електричног поља високих фреквенција, у широкопојасном фреквенцијском опсегу.

Коришћен је ручни мерни инструмент Narda NBM 550 [17], у комбинацији са изотропном широкопојасном мерном сондом Narda EF 0691, која покрива опсег фреквенција од 100 kHz до 6 GHz [18]. Најважнији параметри ове мерне сонде су дати у табели II.

Табела II Мерна сонда Narda EF 0691 [18].

Параметар	Вредност
Фреквенцијски опсег	100 kHz - 6 GHz
Опсег мерења	0,35 V/m - 650 V/m
Линеарност	±0,5 dB (2 - 400 V/m)
Фреквенцијска осетљивост	±1,5 dB (1 MHz - 4 GHz)

Сама мерна процедура се састоји од неколико корака. Иницијално је извршено прелиминарно просторно скенирање електричног поља на мрежи мерних тачака. Мрежа се састојала од 25 тачака, равномерно распоређених у форми квадратне матрице [16].

Ова фаза мерења је обављена како би се одредила просторна расподела електричног поља на свакој од локација, у складу са захтевима националног стандарда SRPS EN 50413:2010 [4]. Додатно, циљ је био и да се одреди локална тачка са највећом вредношћу нивоа електричног поља, такозвана "hot spot" тачка, како дефинише стандард SRPS EN 50492:2010 [5].

Четворочасовни широкопојасни континуални мониторинг нивоа електричног поља у "hot spot" тачки представљао је други корак мерне процедуре. Током мониторинга, мерна опрема је била инсталирана на дрвени треножац, при чему је сонда била постављена на висини од 1,7 метара [16]. Ова висина представља просечну висину човека, и циљ испитивања је био да се обави мониторинг нивоа електричног поља на висини човекове главе, као веома осетљиве позиције људског тела.

Конечно, последњи корак читавог процеса испитивања је била процена изложености електричном пољу, односно провера усаглашености мерних резултата са референтним граничним нивоима прописаним од стране националног законодавства за општу популацију [19]. Процена изложености у оквиру SEMONT система заснива се на приступу одређивања граница свеукупне изложености [20], уз њихов прорачун применом следећих израза:

$$GER_{\text{доње}} = \left(\frac{E_m}{E_{\text{ref max}}} \right)^2 \quad \text{и} \quad GER_{\text{горење}} = \left(\frac{E_m}{E_{\text{ref min}}} \right)^2, \quad (1)$$

где је E_m кумулативна измерена вредност вектора јачине електричног поља, добијена широкопојасним мерењем, док су $E_{\text{ref min}}$ и $E_{\text{ref max}}$ минимални и максимални прописани референтни гранични нивои [20], у посматраном широкопојасном фреквенцијском опсегу мерне сонде.

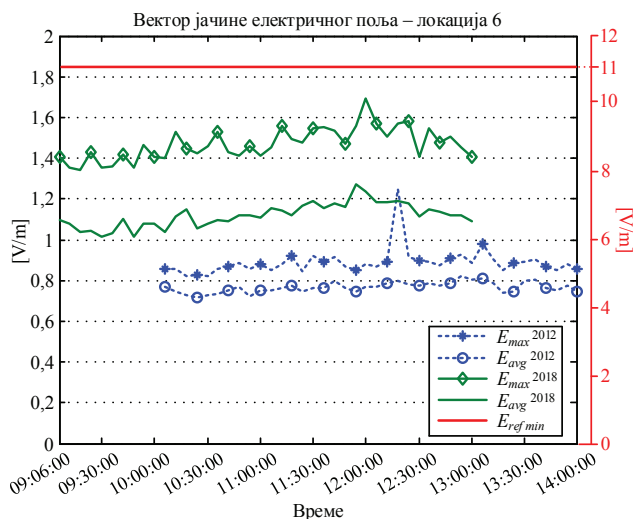
IV Резултати мерења

Упоредна анализа резултата мерења обе кампање мониторинга, као и обављене процене изложености, дата је у наставку. Овом приликом су изостављени резултати о просторној рас-

подели електричног поља над мрежама мерних тачака, јер је фокус био на анализи временских промена нивоа електричног поља, током четворочасовног мониторинга.

А. Широкојасни конјинуални монијоринг

Резултати иницијалне кампање мониторинга, обављене током 2012. године, показали су да су највеће вредности нивоа електричног поља забележене на локацији број 6 [14]. Разлог томе може бити поставка и усмереност антена најближе базне станице мобилне телефоније [14]. Стога, овој рад доноси упоредну анализу резултата обе мерне кампање на локацији број 6. Графички приказ временских флукуација средњих и максималних вредности нивоа поља на овој локацији дат је на слици 2.



Слика 2. Резултати мониторинга електричног поља на локацији број 6 [14].

Мониторинг нивоа електричног поља у иницијалној кампањи је обављен од 10 до 14 часова, док је у кампањи из 2018. године, он померен на временски период од 09 до 13 часова. Резултати иницијалне кампање мониторинга су показали мале просторне и временске флукуације нивоа електричног поља [14]. Стога је претпостављено да једносатно померање временског интервала у ком се мониторинг обавља не може значајно да утиче на упоредивост и значај резултата последње мерне кампање.

Статистичка анализа минималних, средњих и максималних вредности E_{avg} , као и њене стандардне девијације, за свих десет локација, приказана је у табели III.

Табела III Статистичка анализа средњих вредности нивоа поља [14].

E _{avg} [V/m]					
Лок.	Камп.	Min	Sr	Max	Std. [%]
1	2012	0,101	0,176	0,244	3,417
	2018	0,119	0,178	0,242	3,047
2	2012	0,052	0,119	0,187	3,288
	2018	0,237	0,296	0,353	3,193
3	2012	0,072	0,139	0,214	3,395
	2018	0,486	0,551	0,612	3,406
4	2012	0,066	0,149	0,210	3,131
	2018	0,131	0,183	0,245	3,177
5	2012	0,217	0,290	0,355	2,911
	2018	0,616	0,709	0,756	2,808
6	2012	0,718	0,766	0,820	2,522
	2018	1,012	1,120	1,271	5,844
7	2012	0,275	0,337	0,421	3,705
	2018	0,618	0,727	0,894	5,475
8	2012	0,252	0,323	0,377	3,887
	2018	0,466	0,515	0,576	3,030
9	2012	0,126	0,210	0,405	5,367
	2018	0,139	0,216	0,454	5,022
10	2012	0,053	0,149	0,227	3,268
	2018	0,521	0,644	0,748	5,780

Статистичка анализа минималних, средњих и максималних вредности E_{max} , као и њене стандардне девијације, за свих десет локација, приказана је у табели IV.

Табела IV Статистичка анализа максималних вредности нивоа поља [14].

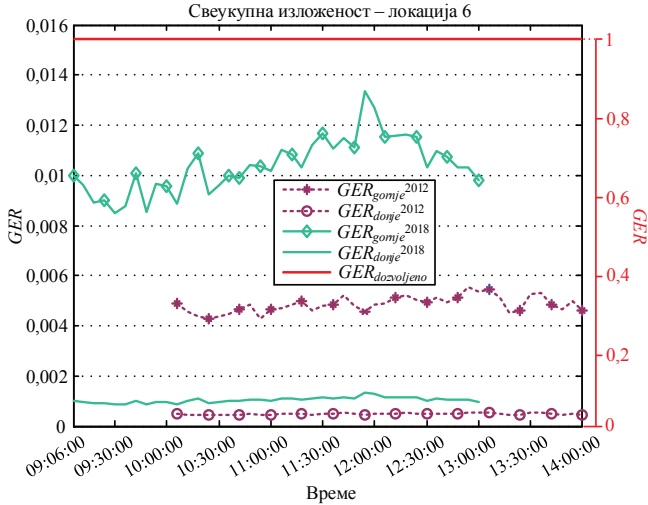
E_{max} [V/m]					
Лок.	Камп.	Min	Sr	Max	Std. [%]
1	2012	0,269	0,338	0,580	6,211
	2018	0,275	0,347	0,406	3,366
2	2012	0,207	0,348	0,926	12,316
	2018	0,433	0,507	0,637	4,831
3	2012	0,207	0,307	0,496	6,208
	2018	0,702	0,793	0,862	3,729
4	2012	0,228	0,306	0,507	4,379
	2018	0,250	0,383	0,694	9,409
5	2012	0,343	0,424	0,489	3,176
	2018	0,785	0,911	1,664	13,618
6	2012	0,819	0,888	1,248	6,642
	2018	1,342	1,468	1,695	7,795
7	2012	0,411	0,622	2,529	35,577
	2018	0,966	1,129	1,355	8,539
8	2012	0,392	0,460	0,529	3,779
	2018	0,794	0,905	1,020	6,690
9	2012	0,269	1,186	2,834	81,756
	2018	0,308	0,424	2,389	32,474
10	2012	0,260	0,363	0,684	10,273
	2018	0,851	1,024	1,181	6,717

Резултати са слике 2 и из табела III и IV показују благи пораст вредности E_{avg} и E_{max} на свакој од десет локација. Међутим, упркос таквом повећању, анализа је показала да су добијене вредности и даље далеко мање (пет или више пута) од минималног референтног граничног нивоа, $E_{ref min} = 11$ V/m (црвена линија на слици 2), прописаног српским националним законодавством [19], за широкопојасни фреквенцијски опсег коришћене мерне сонде.

Додатно, мале вредности стандардне девијације средњих вредности нивоа поља, E_{avg} , за свих десет локација потврдиле су закључак из иницијалне кампање о малим и спорим временским флукуацијама нивоа електричног поља високих фреквенција у области кампуса. Коначно, локација број 6 је и даље остала локација са највећим вредностима нивоа поља.

V. Процена іраница свеукупне изложеності

Прорачун граница свеукупне изложености је обављен применом израза (1), где су средње вредности нивоа поља, E_{avg} , коришћене као E_m . Временске флукуације граница изложености на локацији број 6 су приказане на слици 3.



Слика 3. Границе свеукупне изложености на локацији број 6 [14].

Статистичка анализа минималних, средњих и максималних вредности доње границе свеукупне изложености, GER_{donje} као и њене стандардне девијације, за свих десет локација, приказана је у табели V.

Табела V Статистичка анализа доњих граница свеукупне изложености [14].

GER _{donje}					
Лок.	Камп.	Min	Sr	Max	Std. [%]
1	2012	$8,40 \times 10^{-6}$	$2,66 \times 10^{-5}$	$4,92 \times 10^{-5}$	$9,81 \times 10^{-4}$
	2018	$1,17 \times 10^{-5}$	$2,70 \times 10^{-5}$	$4,84 \times 10^{-5}$	$8,96 \times 10^{-4}$
2	2012	$2,19 \times 10^{-6}$	$1,25 \times 10^{-5}$	$2,90 \times 10^{-5}$	$6,43 \times 10^{-4}$
	2018	$4,63 \times 10^{-5}$	$7,30 \times 10^{-5}$	$1,03 \times 10^{-4}$	$1,58 \times 10^{-3}$
3	2012	$4,24 \times 10^{-6}$	$1,69 \times 10^{-5}$	$3,79 \times 10^{-5}$	$7,97 \times 10^{-4}$
	2018	$1,95 \times 10^{-4}$	$2,52 \times 10^{-4}$	$3,09 \times 10^{-4}$	$3,10 \times 10^{-3}$
4	2012	$3,62 \times 10^{-6}$	$1,92 \times 10^{-5}$	$3,63 \times 10^{-5}$	$7,66 \times 10^{-4}$
	2018	$1,41 \times 10^{-5}$	$2,84 \times 10^{-5}$	$4,96 \times 10^{-5}$	$9,68 \times 10^{-4}$
5	2012	$3,88 \times 10^{-5}$	$7,02 \times 10^{-5}$	$1,04 \times 10^{-4}$	$1,38 \times 10^{-3}$
	2018	$3,13 \times 10^{-4}$	$4,16 \times 10^{-4}$	$4,72 \times 10^{-4}$	$3,21 \times 10^{-3}$
6	2012	$4,26 \times 10^{-4}$	$4,85 \times 10^{-4}$	$5,55 \times 10^{-4}$	$3,20 \times 10^{-3}$
	2018	$8,46 \times 10^{-4}$	$1,04 \times 10^{-3}$	$1,33 \times 10^{-3}$	$8,80 \times 10^{-4}$
7	2012	$6,24 \times 10^{-5}$	$9,50 \times 10^{-5}$	$1,46 \times 10^{-4}$	$2,12 \times 10^{-3}$
	2018	$3,16 \times 10^{-4}$	$4,38 \times 10^{-4}$	$6,60 \times 10^{-4}$	$6,76 \times 10^{-3}$
8	2012	$5,25 \times 10^{-5}$	$8,72 \times 10^{-5}$	$1,18 \times 10^{-4}$	$2,05 \times 10^{-3}$
	2018	$1,79 \times 10^{-4}$	$2,20 \times 10^{-4}$	$2,74 \times 10^{-4}$	$2,60 \times 10^{-3}$
9	2012	$1,31 \times 10^{-5}$	$3,86 \times 10^{-5}$	$1,35 \times 10^{-4}$	$2,21 \times 10^{-3}$
	2018	$1,60 \times 10^{-5}$	$4,06 \times 10^{-5}$	$1,70 \times 10^{-4}$	$2,38 \times 10^{-3}$
10	2012	$2,33 \times 10^{-6}$	$1,92 \times 10^{-5}$	$4,26 \times 10^{-5}$	$7,96 \times 10^{-4}$
	2018	$2,25 \times 10^{-4}$	$3,45 \times 10^{-4}$	$4,62 \times 10^{-4}$	$6,02 \times 10^{-3}$

Статистичка анализа минималних, средњих и максималних вредности горње границе свеукупне изложености, GER_{gornje} као и њене стандардне девијације, за свих десет локација, приказана је у табели VI.

Табела VI Статистичка анализа горњих граница свеукупне изложености [14].

GER _{горње}					
Лок.	Камп.	Min	Sr	Max	Std. [%]
1	2012	$8,41 \times 10^{-5}$	$2,66 \times 10^{-4}$	$4,93 \times 10^{-4}$	$9,82 \times 10^{-3}$
	2018	$1,17 \times 10^{-4}$	$2,70 \times 10^{-4}$	$4,85 \times 10^{-4}$	$8,97 \times 10^{-3}$
2	2012	$2,19 \times 10^{-5}$	$1,26 \times 10^{-4}$	$2,90 \times 10^{-4}$	$6,43 \times 10^{-3}$
	2018	$4,64 \times 10^{-4}$	$7,31 \times 10^{-4}$	$1,03 \times 10^{-3}$	$1,58 \times 10^{-2}$
3	2012	$4,24 \times 10^{-5}$	$1,69 \times 10^{-4}$	$3,79 \times 10^{-4}$	$7,98 \times 10^{-3}$
	2018	$1,95 \times 10^{-3}$	$2,52 \times 10^{-3}$	$3,10 \times 10^{-3}$	$3,11 \times 10^{-2}$
4	2012	$3,62 \times 10^{-5}$	$1,92 \times 10^{-4}$	$3,64 \times 10^{-4}$	$7,67 \times 10^{-3}$
	2018	$1,41 \times 10^{-4}$	$2,84 \times 10^{-4}$	$4,96 \times 10^{-4}$	$9,69 \times 10^{-3}$
5	2012	$3,88 \times 10^{-4}$	$7,02 \times 10^{-4}$	$1,04 \times 10^{-3}$	$1,38 \times 10^{-2}$
	2018	$3,13 \times 10^{-3}$	$4,16 \times 10^{-3}$	$4,72 \times 10^{-3}$	$3,22 \times 10^{-2}$
6	2012	$4,27 \times 10^{-3}$	$4,86 \times 10^{-3}$	$5,56 \times 10^{-3}$	$3,20 \times 10^{-2}$
	2018	$8,47 \times 10^{-3}$	$1,04 \times 10^{-2}$	$1,34 \times 10^{-2}$	$1,09 \times 10^{-1}$
7	2012	$6,25 \times 10^{-4}$	$9,51 \times 10^{-4}$	$1,47 \times 10^{-3}$	$2,12 \times 10^{-2}$
	2018	$3,16 \times 10^{-3}$	$4,39 \times 10^{-3}$	$6,61 \times 10^{-3}$	$6,77 \times 10^{-2}$
8	2012	$5,26 \times 10^{-4}$	$8,72 \times 10^{-4}$	$1,18 \times 10^{-3}$	$2,05 \times 10^{-2}$
	2018	$1,79 \times 10^{-3}$	$2,20 \times 10^{-3}$	$2,74 \times 10^{-3}$	$2,60 \times 10^{-2}$
9	2012	$1,31 \times 10^{-4}$	$3,86 \times 10^{-4}$	$1,35 \times 10^{-3}$	$2,21 \times 10^{-2}$
	2018	$1,60 \times 10^{-4}$	$4,06 \times 10^{-4}$	$1,70 \times 10^{-3}$	$2,38 \times 10^{-2}$
10	2012	$2,33 \times 10^{-5}$	$1,92 \times 10^{-4}$	$4,26 \times 10^{-4}$	$7,97 \times 10^{-3}$
	2018	$2,25 \times 10^{-3}$	$3,46 \times 10^{-3}$	$4,62 \times 10^{-3}$	$6,03 \times 10^{-2}$

Резултати обављене процене изложености додатно потврђују чињеницу о малим просторним и временским флукуацијама изложености електричном пољу високих фреквенција у области кампуса. Штавише, добијене вредности граница свеукупне изложености су и даље далеко испод максимално дозвољеног нивоа $GER_{\text{дозвољено}} = 1$ (црвена линија на слици 3).

С обзиром да је мониторинг обављан у периоду дана када се очекује највећа концентрација студената у оквиру кампуса, ова област се може сматрати зоном са ниском изложеношћу ЕМ пољима.

V. Закључак

Свакодневни пораст броја вештачки креираних извора ЕМ поља у људском окружењу истиче област испитивања ЕМ поља као нарочито битну са аспекта заштите животне средине. У складу са тим, одговарајућа мерења нивоа ЕМ поља се обављају у различитим зонама повећане осетљивости урбаних и руралних средина.

Област кампуса Универзитета у Новом Саду је изабрана за иницијалну кампању широкопојасног мониторинга нивоа ЕМ поља, која је спроведена током 2012. године. Мерења нивоа електричног поља високих фреквенција су обављана на десет најпосећенијих локација

у самом кампусу, у периоду дана када је потенцијално највећа концентрација људи у овом делу града. У циљу поређења мерних резултата, током 2018. године је спроведена идентична кампања мониторинга.

Мерни резултати из 2018. године указују на благо повећање интензитета вектора јачине електричног поља, као и изложености популације, на свих десет локација.

Упркос овом повећању, добијене вредности су и даље много мање од националних прописаних референтних граничних нивоа. Додатно, анализа процене изложености је још једном потврдила чињеницу да се област универзитетског кампуса може сматрати зоном са ниском изложеношћу ЕМ пољима.

Међутим, имајући на уму убрзани технолошки развој друштва, за очекивати је да ће се пораст броја вештачких извора ЕМ поља у животном и радном окружењу људи наставити. Стога ће будуће и периодичне кампање мониторинга нивоа поља, како у кампусу, тако и у другим деловима урбаних и руралних средина, свакако бити неопходне.

Референце

1. EU Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR): Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health, http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_007.pdf, 2007.
2. P. Gajšek, P. Ravazzani, J. Wiart, J. Grellier, T. Samaras and G. Thuróczy, "Electromagnetic field exposure assessment in Europe radiofrequency fields (10 MHz–6 GHz)", *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, Vol. 25, Issue 1, pp. 37-44, 2015.
3. S. Sagar, S. Dongus, A. Schoeni, K. Roser, M. Eeftens, B. Struchen, M. Foerster, N. Meier, S. Adem and M. Röösli, "Radiofrequency electromagnetic field exposure in everyday microenvironments in Europe: a systematic literature review", *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, Vol. 28, Issue 2, pp. 147-160, 2017.
4. Основни стандард за процедуре мерења и израчунавања излагања људи електричним, магнетским и електромагнетским пољима (од 0 Hz до 300 GHz), SRPS EN 50413:2010/A1:2014, 2014 (превод међународног стандарда *Basic standard on measurement and calculation procedures for human exposure to electric, magnetic and electromagnetic fields* (0 Hz – 300 GHz), EN 50413:2010).
5. Основни стандард за мерење јачине електромагнетског поља на лицу места у односу на излагање људи у близини базних станица, SRPS EN 50492:2010/A1:2014, 2014 (превод међународног стандарда *Basic standard for the in-situ measurement of electromagnetic field strength related to human exposure in the vicinity of base stations*, EN 50492:2010).
6. ITU-T K.83, Recommendation ITU-T K.83 – Monitoring electromagnetic field, 03/2011.
7. "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)", International commission on non-ionizing radiation protection (ICNIRP), <http://www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf>, 1998.
8. World Health Organization, "WHO research agenda for radiofrequency fields", WHO research agenda for radiofrequency fields, 2010.
9. L. Verloock, W. Joseph, F. Goeminne, L. Martens, M. Verlaek and K. Constandt, "Temporal 24-hour assessment of radio frequency exposure in schools and homes", *Measurement*, Vol. 56, pp. 50-57, 2014.
10. L. van Wel, R. Vermeulen, M. van Eijnsden, T. Vrijkotte, H. Kromhout and A. Huss, "Radiofrequency exposure levels in Amsterdam schools", *Bioelectromagnetics*, Vol. 38, Issue 5, pp. 397-400, 2017, <http://dx.doi.org/10.1002/bem.22053>.
11. M. Gallastegi, A. Huss, L. Santa-Marina, J. J. Aurrekoetxea, M. Guxens, L. E. Birks, J. Ibarluzea, D. Guerra, M. Röösli and A. Jiménez-Zabala, "Children's exposure assessment of radiofrequency

- fields: Comparison between spot and personal measurements", *Environment international*, Vol. 118, pp. 60-69, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.05.028>.
12. F. C. Kunter, "Students Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields in Marmara University", *Marmara Science Journal*, Vol. 27, No. 1, pp. 32-36, 2015, doi:<http://dx.doi.org/10.7240/mufbed.70492>.
 13. C. Kurnaz, "An Empirical Modeling of Electromagnetic Pollution on an University Campus", *Applied Computational Electromagnetics Society Newsletter*, Vol. 33, No. 1, pp. 111-114, 2018.
 14. N. Djuric, D. Kljajic, K. Kasas-Lazetic and V. Bajovic, "The SEMONT continuous monitoring of daily EMF exposure in an open area environment", *Environmental Monitoring and Assessment*, March 2015, DOI: 10.1007/s10661-015-4395-8, Print ISSN: 0167-6369, Online ISSN: 1573-2959, 2015.
 15. SEMONT вебсајт, <http://semont.ftn.uns.ac.rs>.
 16. N. Djuric, D. Kljajic, K. Kasas-Lazetic and V. Bajovic, "The measurement procedure in the SEMONT monitoring system," *Environmental Monitoring and Assessment*, March 2014, Volume 186, Issue 3, pp. 1865-1874, 2014.
 17. Narda Safety Test Solutions GmbH, NBM-550 Broadband Field Meter User's Guide, 2006.
 18. Narda Safety Test Solutions GmbH, EF 0691 Electric Field User's Guide, 2006.
 19. Правилник о границама излагања нејонизујућим зрачењима («Службени гласник РС» број 104/2009).
 20. D. Kljajic and N. Djuric, "The adaptive boundary approach for exposure assessment in a broadband EMF monitoring", *Measurement*, Volume 93, pp. 515–523, 2016, DOI:10.1016/j.measurement.2016.07.055.

Могућности и економски аспекти употребе жетвених остатака за производњу топлотне енергије на подручју града Новог Сада

Проф. др Недељко Тица¹, проф. др Владислав Зекић¹, доц. др Драган Милић¹

¹Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 8, 21000 Нови Сад, Србија

На основу обрачунатих трошкова, према појединим категоријама и утврђених учинака, могуће је доћи до укупних трошкова спремања, транспорта и манипулације сламе. Обрачун укључује све трошкове утврђене у ранијем делу рада, док су трошкови складиштења обрачунати кроз претпостављене губитке коришћене сламе од 20%. Економско вредновање овога губитка изведено је на основу трошкова претходних фаза у процесу спремања сламе. Преглед укупних трошкова спремања сламе даје се у наредним табелама.

Табела 1. Обрачун укупних трошкова сламе

Облик спремања	Трошкови (д/т)
Мале четвртасте бале	4.418,10
Ваљкасте бале	4.121,98
Велике квадратне бале	3.642,68

Ради могућности поређења технологија за спремање сламе трошкови сагоревања балиране сламе утврђују се на типском постројењу.

Анализа трошкова сагоревања за мале четвртасте бале у које је укључен и губитак услед непотпуног искоришћења горива приказана је у наредној табели.

Табела 2. Трошкови сагоревања малих четвртстих бала

Опис	Јед. мере	Износ
Укупан обим спаљене сламе	t	1.984
Цена горива	д/т	4.418,10
Трошкови горива	дин.	8.764.174,88
Трошкови постројења	дин.	1.573.278,01
Укупни трошкови	дин.	10.337.452,88

Упоредивост је омогућена свођењем трошкова на 1кWh добијене енергије. Резултати експлоатације анализираниог постројења у случају да се као гориво користе мале четвртасте бале дају се у наредној табели.

Табела 3. Утврђивање цене енергије произведене сагоревањем малих четвртастих бала

Опис	Јединица мере	Вредност
Трошкови добијене енергије	д	10.337.452,88
Количина добијене енергије	kWh	4.692.000,00
Трошкови добијања kWh	д/kWh	2,20

Услед разлике у цени горива, односно балиране сламе по тони, трошкови енергије добијене сагоревањем ваљкастих бала и цена добијене енергије дати су у наредним табелама.

Табела 4. Трошкови сагоревања ваљкастих бала

Опис	Јед. мере	Износ
Укупан обим спаљене сламе	t	1.984
Цена горива	д/т	4.121,98
Трошкови горива	дин.	8.176.776,41
Трошкови постројења	дин.	1.573.278,01
Укупни трошкови	дин.	9.750.054,42

Табела 5. Утврђивање цене енергије произведене сагоревањем ваљкастих бала

Опис	Јединица мере	Вредност
Трошкови добијене енергије	д	9.750.054,42
Количина добијене енергије	kWh	4.692.000,00
Трошкови добијања квч	д/kWh	2,08

Трошкови енергије добијене сагоревањем великих четвртастих бала и цена добијене енергије дати су у наредним табелама.

Табела 6. Трошкови сагоревања великих четвртастих бала

Опис	Јед. мере	Износ
Укупан обим спаљене сламе	t	1.984
Цена горива	д/т	3.642,68
Трошкови горива	дин.	7.225.989,21
Трошкови постројења	дин.	1.573.278,01
Укупни трошкови	дин.	8.799.267,22

Табела 7. Утврђивање цене енергије произведене сагоревањем великих четвртастих бала

Опис	Јединица мере	8.799.267,22
Трошкови добијене енергије	д	8.799.267,22
Количина добијене енергије	kWh	4.692.000,00
Трошкови добијања квч	д/ kWh	1,88

Коначни закључци о економској целисходности енергетске експлоатације сламе стрних жита могу се донети само кроз поређење трошкова на овај начин добијене енергије, са трошковима енергије добијене путем конверзије класичних горива.

Анализа трошкова сагоревања у које је укључен и губитак услед непотпуног искоришћења горива дају се у наредној табели.

Табела 8. Утврђивање трошкова сагоревања каменог угља

Опис	Јединица мере	Износ
Укупан обим горива	t	1.046
Цена горива	д/т	12.500,00
Трошкови горива	дин.	13.073.684,21
Трошкови постројења	дин.	1.470.411,71
Укупни трошкови	дин.	14.544.095,92

Коначна упоредивост је омогућена свођењем трошкова на 10.000 кЈ, односно 1 квч добијене енергије. Резултати експлоатације анализираниог постројења према наведеној методи дају се у наредној табели.

Табела 9. Утврђивање цене енергије произведене сагоревањем каменог угља

Опис	Јединица мере	Вредност
Трошкови добијене енергије	д	14.544.095,92
Количина добијене енергије	kWh	4.692.000,00
Трошкови добијања квч	д/kWh	3,10

Обрачун трошкова коришћења постројења за пелетирање почиње са обрачуном трошкова амортизације који је приказан у наредној табели.

Табела 10. Трошкови амортизације постројења за пелетирање

Опис	Јединица мере	Вредност (д)
Основица за амортизацију опреме	динара	42.840.000
Процењени век коришћења	година	10
Годишњи износ амортизације	динара	4.284.000
Номинални годишњи учинак	t	2.880
Трошкови амортизације	д/t	1.488

На основу техничких параметара посматраног постројења и искуствених норматива предвиђени су и обрачунати годишњи трошкови амортизације. Обрачун је приказан у наредној табели.

Табела 11. Трошкови одржавање постројења за пелетирање

Опис	Јединица мере	Вредност (д)
Процењени годишњи трошкови одржавања	динара	2.998.800
Номинални годишњи учинак	t	2.880
Трошкови одржавања	д/t	1.041

Следећу битну категорију чине трошкови електричне енергије. Првенствено је потребно извршити обрачун цене електричне енергије. Обрачун је изведен у складу са тренутним ценовником Електропривреде Србије, систему обрачуна за мерну групу и оствареним трошковима рада постројења у пракси. Обрачун трошкова електричне енергије је изведен у складу са инсталисаном снагом, искоришћењем и капацитетом постројења. Обрачун је приказан у наредној табели.

Табела 12. Трошкови електричне енергије

Опис	Јединица мере	Вредност (д)
Номинална снага постројења	kW	200
Степен искоришћења номиналне снаге	%	70%
Ангажована снага постројења	kW	140
Утрошак енергије на сат	kWh	140
Номинални капацитет	t/час	1,5
Утрошак енергије по тони	kWh	93
Цена	д/ kWh	11,14
Трошкови електричне енергије	д/t	1.040

Трошкови зарада обрачунати су на основу ангажовања осам лица, просечне зараде у Републици Србији и капацитета постројења. Обрачун трошкова се дају у наредној табели.

Табела 13. Трошкови зарада

Опис	Јединица мере	Вредност
Број лица	-	12
Зарада	динара	471
Трошкови рада	д/х	5.655
Трошкови рада	д/т	3.770

Укупни трошкови пелетирања који укључују приказани су у наредној табели. Приликом обрачуна укључени су нормирани трошкови амортизације објеката и општи трошкови рада.

Табела 14. Трошкови пелетирања по тони произведеног пелета

Опис	Износ (д/т)
Амортизација објеката	122
Амортизација опреме	1.488
Одржавање	1.041
Енергија	1.040
Рад	3.770
Општи и остали трошкови	1.119
Трошкови пелетирања	8.580

Будући да трошкови произведеног пелета зависе од цене сировине укупних трошкова пелете даје се у наредној табели.

Табела 15. Трошкови производње пелета (д/тони)

Опис	Мале четвртсте бале	Ваљкасте бале	Велике четвртсте бале
Цена сировине	4.418,10	4.121,98	3.642,68
Трошкови транспорта до погона	220,46	220,46	220,46
Укупна цена сировине	4.638,56	4.342,44	3.863,14
Трошкови пелетирања	8.580,15	8.580,15	8.580,15
Укупно	13.218,71	12.922,60	12.443,30

Овако висока цена производње не оставља простор за сигурно остварење добити. Поред тога, пелети су због своје хидроскопности, а тиме и условљеног паковања, сложенији за манипулацију и складиштење. На овај начин се трошкови њихове тржишне дистрибуције надаље повећавају. Основни разлог за овако висок ниво трошкова лежи у високим трошковима пелетирања. Трошкове је могуће смањити кроз изградњу постројења већег капацитета. Међутим, код производње пелета на овај начин поставља се питање обезбеђења количине сламе потребне за искоришћење повећаног капацитета постројења. Овим се поново испољава не-економичност транспорта сламе на веће удаљености, те њено одсуство из тржишног промета.

Израда нумеричког модела за анализу квалитета ваздуха као последице емисије из стационарних извора

Илија Арсенић¹, Славица Малиновић-Милчевић¹, Игор Балаж¹

¹Универзитет у Новом Саду,
Пољопривредни факултет Нови Сад, Трг
Доситеја Обрадовића 8, 21000 Нови Сад,
Србија

Резиме

У овом раду је укратко описан ПАФ модел распрострањања атмосферског загађења који је развијен као резултат пројекта „Израда нумеричког модела за анализу квалитета ваздуха као последице емисије из стационарних извора“.

Увод

Процена стања квалитета ваздуха је веома важан задатак с обзиром на то да се он мења сваког тренутка, а зависи од броја и густине извора емисије, топографије и метеоролошких услова. Због комплексног утицаја многобројних фактора на квалитет ваздуха, за утврђивање квалитета амбијенталног ваздуха користе се различите методе мерења, као и математичке методе израчунавања, предвиђања или процене (моделовања). Мониторинг квалитета амбијенталног ваздуха се може обавити употребом мерне технике. Међутим, мерне Станице за континуалну контролу квалитета ваздуха врше мерења концентрације полутаната ваздуха на једном месту. Ова мерења могу бити репрезентативна за веће површине у хомогеним окружењима, међутим у реалним условима просторна дистрибуција полутаната остаје непозната с обзиром на то да је под снажним утицајем тренутних услова дисперзије, јачине емисије и топографије терена. Други метод мониторинга је употреба нумеричких модела. До сада је на Универзитету у Новом Саду, у те сврхе, кориштен Гаусов модел димне перјанице чија примена је ограничена на мале просторне размере као и подразумевану хомогеност области модела. Из тог разлога, као надоградња модела димне перјанице, је израђен ПАФ модел за који не важе ограничења модела димне перјанице. Потенцијална оперативна имплементација израђеног модела би омогућила рано упозорење на прекомерна загађења која се очекују и детекцију узрочника евентуалних прекорачења. Такође је извршено тестирање и калибрација модела за подручје Новог Сада на основу резултата добијених и проверених употребом Гаусовог модела димне перјанице који је кориштен приликом анализа за потребе израде Плана квалитета ваздуха у Новом Саду.

Основне карактеристике ПАФ модела

1. Основна једначина паф модела

Основна једначине ПАФ модела је примена једначине Гаусове расподеле загађујућег материјала слично као код гаусоских модела димне перјанице (МДП убудуће). Међутим за разлику од МДП модела где се расподела рачуна око праволинијске осе димне прејанице овде се она рачуна релативно у односу на тачку до које је паф стигао. Према овом приступу, концентрација C , неке загађујуће материје на удаљености од извора x, y, z , који тренутно емитује

облаке загађујућих материја („puff“) са ефективне висине извора H , представљена је следећом једначином:

$$C(x, y, z, H) = \frac{Q}{(2\pi)^{\frac{3}{2}} \sigma_x \sigma_y \sigma_z} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x-ut}{\sigma_x} \right)^2 \right] \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^2 \right] \left\{ \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{z+H}{\sigma_z} \right)^2 \right] + \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{z-H}{\sigma_z} \right)^2 \right] \right\} \quad (1.1)$$

С обзиром на то да се сваки паф може слободно кретати у зависности од тога како се мења брзина ветра u , и будући да није ограничен на једну централну линију, дифузиони параметри су представљени као функција времена пута t , а не као функција растојања у правцу струје ветра.

Пратећи паф на његовом путу и претпостављајући да су стандардне девијације σ_x и σ_y међусобно једнаке и износе σ_r , где је $r = \sqrt{(x - ut)^2 + y^2}$, горња једначина може бити написана и на следећи начин:

$$C(r, z, H) = \frac{Q}{(2\pi)^{\frac{3}{2}} \sigma_r^2 \sigma_z} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{r}{\sigma_r} \right)^2 \right] \left\{ \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{z+H}{\sigma_z} \right)^2 \right] + \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{z-H}{\sigma_z} \right)^2 \right] \right\} \quad (1.2)$$

Kada σ_z постане веће од осам десетина дебљине слоја мешања L , претпоставља се да је паф добро измешан, а једначина концентрације може бити упрошћена:

$$C(r, z, H) = \frac{Q}{2\pi \sigma_r^2 L} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{r}{\sigma_r} \right)^2 \right], \sigma_z > 0.8L. \quad (1.3)$$

Укупан допринос свих „puff“-ова добија се сабирањем на сваком рецептору након сваког временског корака.

Најважнија разлика између МДП и ПАФ модела је тај да се ПАФ може носити са променљивим метеоролошким условима, док то није случај за МДП моделе који подразумевају просторно временску непроменљивост метеоролошких услова током интеграције.

2. Одређивање коефицијената дисперзије, σ

Израчунавање просторне расподеле концентрације аерозагађења врши се коришћењем основне једначине ПАФ модела. У тој једначини фигуришу величине σ , које представљају средња квадратна одступања тј. стандардне девијације, дуж одговарајућих праваца и дефинишу димензије облака загађења. У оваквом приступу моделирања транспорта аерозагађења, основни проблем је одређивање стандардних девијација. Сложеност начина одређивања стандардне девијације је узрокована чињеницом да је она у директној вези са карактеристикама турбулентног транспорта у планетарном граничном слоју. У моделима за израчунавање интензитета депозиције, стандардне девијације су одређене на основу Бригсових емпиријских једначина (Briggs, 1969), у зависности од класе стабилности, за урбане и руралне услове (Табела 1).

Табела 1. Бригсове емпиријске једначине за одређивање стандардних девијација.

Рурални тип		$\sigma_{y,x}$	σ_z
A	Веома нестабилно	$0,22x (1+0,0001x)^{-1/2}$	$0,20x$
B	Нестабилно	$0,16x (1+0,0001x)^{-1/2}$	$0,12x$
C	Умерено нестабилно	$0,11x (1+0,0001x)^{-1/2}$	$0,08x(1+0,0002x)^{-1/2}$
D	Неутрално	$0,08x (1+0,0001x)^{-1/2}$	$0,06x (1+0,0015x)^{-1/2}$
E	Умерено стабилно	$0,06x (1+0,0001x)^{-1/2}$	$0,03x (1+0,0003x)^{-1/2}$
F	Стабилно	$0,04x (1+0,0001x)^{-1/2}$	$0,016x (1+0,0003x)^{-1/2}$
Урбани тип		$\sigma_{y,x}$	σ_z
A	Веома нестабилно	$0,32x (1+0,0004x)^{-1/2}$	$0,24x (1+0,0001x)^{1/2}$
B	Нестабилно	$0,32x (1+0,0004x)^{-1/2}$	$0,24x (1+0,0001x)^{1/2}$
C	Умерено нестабилно	$0,22x (1+0,0004x)^{-1/2}$	$0,20x$
D	Неутрално	$0,16x (1+0,0004x)^{-1/2}$	$0,14x (1+0,003x)^{-1/2}$
E	Умерено стабилно	$0,11x (1+0,0004x)^{-1/2}$	$0,08x (1+0,00015x)^{-1/2}$
F	Стабилно	$0,11x (1+0,0004x)^{-1/2}$	$0,08x (1+0,00015x)^{-1/2}$

3. Одређивање класа стабилности

С обзиром на чињеницу да стандардне девијације, одређене на основу Бригсових емпиријских једначина (Briggs, 1971), зависе од класе стабилности, одређивању класа стабилности се мора посветити посебна пажња. У представљеном ПАФ моделу класе стабилности одређене су на основу метеоролошких мерења, процедуром коју је предложио Бригс (Briggs). Стабилност атмосфере може да буде описана са шест класа стабилности по опште прихваћеној класификацији коју је установио Бригс (Briggs, 1971) усавршавањем кривих које је развио Пасквил (Pasquill, 1961) и TVA кривих (The Tennessee Valley Authority) које је представио Карпентер (Carpenter, 1971). Детаљан опис алгоритма одређивања класа стабилности превазилази оквире овог приказа те ћемо је дати само у кратким цртама.

- Класификација, коју су прво увели Пасквил (Pasquill, 1961) и Гифорд (Gifford, 1961), а касније усавршио Бригс (Briggs, 1971), у свом првом кораку одређује метеоролошки параметар на основу брзине ветра.
- Добијени параметар се, затим, модификује висином Сунца у случају дневне примене или облачности у случају ноћне примене.
- У трећем кораку, се метеоролошки параметар модификује на основу облачности као и висине доње базе облака.
- Коначно се на основу предефинисане таблице одређује класа стабилности.

4. Одређивање трајекторије паф-а

Први корак у свакој примени ПАФ приступа је одређивање трајекторије ПАФ. Математички гледано то представља интеграцију једначине:

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{v}^s(\vec{r}, t) \quad (4.1)$$

где је \vec{v}^s вектор брзине ПАФ-а док је \vec{r} његов вектор положаја. Тачност поступка за израчунавање трајекторије је пресудна за тачност целог модела. У ПАФ моделу је употребљена шема са два временска нивоа. Ово подразумева да делић на временском нивоу (n) одлази из тачке чији је вектор положаја \vec{r}_*^n (одлазна тачка) и на временском нивоу (n+1) долази у тачку чији је вектор положаја \vec{r}^{n+1} (долазна тачка). Уопштено говорећи веза између положаја одлазних и долазних тачака се може представити једначином:

$$\vec{r}^{n+1} = \vec{r}_*^n + \int_{n\Delta t}^{(n+1)\Delta t} \vec{v}^s(\vec{r}, t) dt \quad (4.2)$$

где је са Δt означена дужина временског корака. Интеграл у једначини (4.2) се по правилу апроксимира изразом облика:

$$\int_{n\Delta t}^{(n+1)\Delta t} \vec{v}^s(\vec{r}, t) dt = \vec{v}^a \Delta t \quad (4.3)$$

где је \vec{v}^a средња брзина делића дуж његове трајекторије. Израз (4.3) подразумева усредњавање брзине и у простору и у времену. У литератури се може наћи велики број предложених решења како се овај посао може урадити имајући у виду захтеве за ефикасношћу и тачношћу примењеног поступка. Свакако је најједноставнији Ојлеров алгоритам према којем се полазни положај делића, у случају употребе СЛУ шема, одређује преко изрази:

$$\vec{r}_*^n = \vec{r}^{n+1} - \vec{v}^n(\vec{r}^{n+1}). \quad (4.4)$$

Дакле, уместо осредњене брзине дуж трајекторије делића користи се брзина у долазној тачки са временског нивоа (n). У случају употребе СЛН шема положај долазне тачке се одређује једначином:

$$\vec{r}^{n+1} = \vec{r}_*^n + \vec{v}^n(\vec{r}_*^n) \quad (4.5)$$

У овом случају може да се уочи да се уместо осредњене брзине дуж трајекторије делића користи брзина у одлазној тачки са временског нивоа n. Ојлеров алгоритам има први ред тачности у времену, што може узроковати велике грешке одсецања приликом његове примене. Међутим, имајући у виду да су временски кораци примењивани у ПАФ моделу велики, те грешке одсецања се могу занемарити.

5. Тестирање модела

ПАФ модел има предност у односу на МДП моделе у томе што је у могућности да буде примењен и у случајевима када се метеоролошки подаци мењају или током интеграције и у простору. Међутим, због недостатка интегралног сета података који би у себи обједињавао како временско-просторну еволуцију метеоролошких података на изабраној области тако и одговарајуће податке о емисији загађења као и измерене концентрације на изабраним тачкама области тестирање и подешавање ПАФ модела је извршено на тај начин да су параметри модела подешени тако да они дају приближне резултате оним добијеним коришћењем МДП модела.

Том приликом је искориштена згодна околност да су аутори учествовали у спровођењу пројекта "Израда плана квалитета ваздуха у Новом Саду". У оквиру тог пројекта извршене су симулације транспорта загађења употребом МДП модела за карактеристичне ситуације. На овом месту су приказане симулације за исту област под истим условима али овога пута коришћењем ПАФ модела при чему смо се ограничили само на анализу транспорта NO_2 .

Избор метеоролошких параметара приликом тестирања ПАФ модела

Прикупљени подаци о емисији загађења из стационарних извора су неуниформни и недовољни за анализу конкретних ситуација. У таквој ситуацији ми смо се одлучили за стратегију анализе максималног могућег утицаја стационарних извора. То значи да смо селектовали или проценили највеће интензитете емисије из појединих извора и анализирали ситуацију која би се догодила када би сви стационарни извори истовремено емитовали загађење тим интензитетом.

У анализи утицаја стационарних извора загађења на квалитет ваздуха ми смо анализирали случај стабилне и нестабилне атмосфере. Метеоролошки параметри који продукују нестабилну односно стабилну атмосферу су приказане у табели 2.

Табела 2. Вредности метеоролошких елемената кориштених приликом моделирања

Стабилност	Брзина ветра (m/s)	Облачност (1/10)	Висина Сунца
Стабилно	5	0	0° (ноћ)
Нестабилно	5	0	40°

Климатска анализа показује да су најчешћи правци ветра на годишњем нивоу W (209 %), SE (173 %). Слична расподела се одржава и на месечном нивоу за месец јануар за који су анализе вршене. Из овог разлога анализа утицаја стационарних извора на квалитет ваздуха је вршена за ова два правца ветра.

Подаци о емисији загађења из топлана су дати у виду годишњих сума (Q_{god}). Из тог разлога је било потребно проценити колики су максимални интензитети емисије изражени у стандардним јединицама (g/s). Како бисмо то урадили претпоставили смо следеће:

1. Грејна сезона траје 180 дана.

2. Интензитет емисије се мења по синусном закону, тако да је у првом дану он једнак нули а на половини грејне сезоне има максималну вредност. Под овим условима можемо одредити колика је максимална вредност емисије (Q_{max}) из израза:

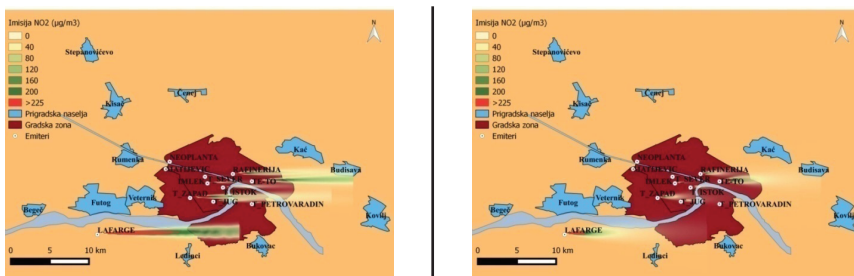
$$Q_{max} \left[\frac{g}{s} \right] = 0,101 \cdot Q_{god} \left[\frac{t}{god} \right].$$

На описани начин су добијене вредности емисије појединих компоненти загађења из топлана.

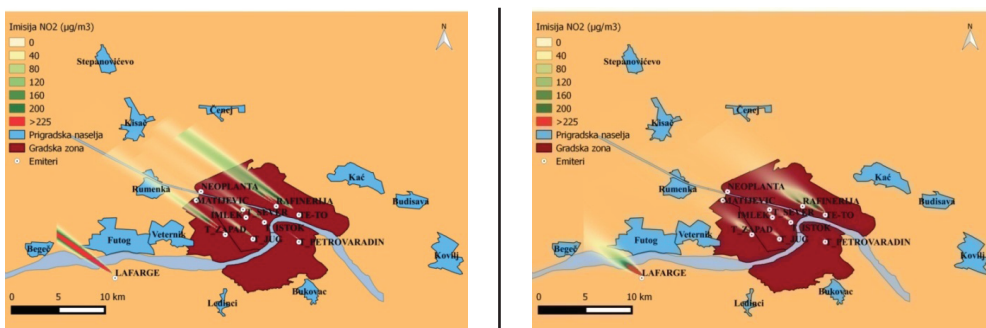
Резултати

На сликама 1 и 2, су представљени резултати симулација добијени употребом ПАФ модела за случајеве западног и југоисточног ветра при стабилно и нестабилно стратификованој атмосфери. Добијене концентрације су врло блиске оним добијеним употребом МДП модела и ни у

једном случају се не разликују за више од 10 %. Овакви резултати представљеног ПАФ модела га квалификују за будуће употребе у анализама квалитета ваздуха.



Слика 1. Нивои NO₂ за случај западног ветра при стабилној атмосфери (лево) и нестабилној атмосфери (десно)



Слика 2. Нивои NO₂ за случај југоисточног ветра при стабилној атмосфери (лево) и нестабилној атмосфери (десно)

Закључак

Примена нумеричког Паф модела, засебно или у контексту допуне програму праћења квалитета ваздуха који је заснован на мерењима у реалном времену, има своју оправданост како са аспекта добијања информација од значаја за планирање и спровођење мера заштите и унапређења квалитета ваздуха, тако и са аспекта ефикасности и ефективности рада и рационализације трошкова. Овај приступ пружа значајан допринос успостављању оптималног система за праћење квалитета ваздуха на локалном нивоу на подручју општине Нови Сад

Литература

1. Pasquill, F.: *Atmospheric diffusion*, John Wiley and Sons, New York, 1961.
2. Gifford, F. A.: *Use of routine meteorological observations for estimating atmospheric dispersion*, Nuclear Safety, 2, 47-51, 1961.
3. Briggs, G. A.: *Plume Rise*, U.S. Atomic Energy Commission Div. Tech. Inf., 1969.
4. Carpenter S.B., Montgomery T.L., Leavitt J.M., Colbaugh W.C., Thomas F.W.: **Principal plume dispersion models: TVA power plants**, J. Air Pollut. Control Ass., 21 (1971), pp. 491-495

Мониторинг квалитета земљишта

др Јовица Васин¹, др Јордана Нинков¹,
др Тијана Зеремски¹, др Станко
Милић¹, др Снежана Јакшић¹, др
Јелена Маринковић¹, др Драгана
Бијелић¹, маг. инж. пољ. Милорад
Живанов¹, маг. хем. Надежда
Стојанов¹, маг. инж. зашт. жив. сред.
Ивана Станивуковић¹

¹Институт за ратарство и
повртарство, Максима Горког 30,
21000 Нови Сад, Србија

Земљиште градских заједница има посебан значај у систему очувања животне средине. Правилна политика надлежних институција треба да омогући оптимално коришћење земљишта. Оптимално коришћење земљишта подразумева изналажење решења за два супротстављена процеса, што није лак задатак. Са једне стране, земљиште је под великим антропогеним утицајем услед развијене индустрије, саобраћаја и свих осталих притисака везаних за урбанизацију. Са друге стране земљиште градских заједница, истовремено мора да омогући услове за производњу здравствено исправне хране у приградским насељима и градским баштама. Такође, површине под парковима, дечија игралишта и све остале спортско рекреативне површине земљишта морају, по свом квалитету, бити безбедне за грађане.

Основа за усвајање инструмената примарне и секундарне заштите земљишта је праћење његовог стања што се може вршити на више нивоа. Најзначајнија мера је спровођење мониторинга на одабраним локацијама, што представља трајно праћење стања свих промена у пољопривредном и непољопривредном земљишту, а посебно праћење опасних и штетних материја. На основу ових података као документоване основе, надлежне институције могу довести смернице за заштиту и оптимално коришћење земљишта.

Коришћењем земљишта често долази до поремећаја равнотеже појединих састојака земљишта, што неминовно доводи до његовог оштећења. У европској Тематској стратегији за заштиту земљишта, Комисија је препознала главне опасности које прете земљишту у ЕУ. Ове опасности су сабијање земљишта, губитак органске материје, ерозија, дезертификација, салинизација, ацидификација земљишта, губитак биодиверзитета, одрони и контаминација земљишта (COM(2012)46). Контаминација земљишта се може схватити као окидач за остале деградационе процесе зато што утиче на екосистем и узрокује токсичност на организме, смањујући биодиверзитет, што је повезано са губитком органских материја у земљишту, неравнотежом хранљивих састојака и последичном ерозијом земљишта (JRC - Joint Research Centre, 2018).

Према дефиницији Европске агенције за животну средину (ЕЕА), контаминирани локације су оне на којима је потврђена контаминација земљишта, док потенцијално контаминирани локације обухватају оне локације на којима се само сумња да постоји контаминација земљишта, али она још није потврђена. Заједнички истраживачки центар (ЗИЦ) дао је дефиниције контаминираних и потенцијално контаминираних локација које су веома сличне дефиницијама ЕЕА, мада много прецизније. Према Светској здравственој организацији (СЗО), контаминирани локације, из перспективе јавног здравља, јесу области у којима се обављају или су се обављале људске активности које су проузроковале или би могле да проузрокују контаминацију земљишта, површинских или подземних вода, ваздуха и ланца исхране, што би довело или могло да доведе до утицаја на здравље (СЗО, 2012). На националном нивоу, Закон о заштити земљишта наводи да су контаминирани земљишта она код којих је потврђена концентрација опасних и штетних материја изнад

дозвољених вредности, при чему у случају потенцијално контаминираних земљишта постоји само претпоставка о могућој контаминацији.

Рад на пројекту **“Мониторинг квалитета земљишта”, у оквиру Јавног конкурса за доделу средстава за суфинансирање истраживачких и развојних пројеката и програма из области заштите животне средине на територији Града Новог Сада за 2017. годину, реализован је** током 2018. године, у неколико фаза. Рекогносцирање терена и прикупљање узорка земљишта извршено је у току јуна и јула 2018. године. Земљиште је узорковано у нарушеном стању, агрохемијском сондом у три слоја: 0-10 cm, 0-30 cm и 30-60 cm, по методологији Референтног узорка (метод круга). За потребе истраживања је узето 90 узорка земљишта са локалитета индустријских зона и паркова (таб. 1).

Лабораторијска испитивања механичког састава, основних хемијских својстава земљишта, садржаја опасних и штетних материја урађена су у акредитованој Лабораторији за земљиште и агроекологију, Института за ратарство и повртарство у Новом Саду (акредитација Акредитационог тела Србије, према стандарду SRPS ISO/IEC 17025:2006 решењем број 01-003). Такође, Лабораторија поседује и решења надлежног Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије (између осталог) и за: испитивање физичких и хемијских својстава земљишта и испитивање опасних и штетних материја у земљишту. Делатност Лабораторије је усаглашена са стандардима ISO 9001:2008 Систем управљања квалитетом и ISO 14001:2004 Систем управљања заштитом животне средине.

У припремљеним узорцима земљишта (осушеним, самлевеним и просејаним кроз сито отвора 2 mm) одређене су следеће физичко хемијско микробиолошке карактеристике: **механички састав земљишта (просејавање-седиментација) одређен пипет методом, припрема узорака са Na-пирофосфатом по Тхун-у**; рН вредност одређена је у суспензији земљишта са водом (10 g : 25 cm³) и суспензији земљишта са калијум-хлоридом, потенциометријски; садржај CaCO₃ одређен је волуметријски, помоћу Scheibler-овог калциметра; физиолошки активног калцијум карбоната (CaCO₃) - одређена је методом Drouineau – Galet, у суспензији земљишта са амонијум – оксалатом; садржај хумуса одређен је методом Тјурин-а; укупан садржај азота CHNS анализатором; лакоприступачни фосфор (екстракција са амонијум-лактатом) – AL методом; лакоприступачни калијум (екстракција са амонијум-лактатом) – AL методом; количина укупних микроелемената и тешких метала As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn разарањем земљишта у затвореном микроталасном систему ETHOS1 Milestone по методи US EPA 3051a; одређивање на апарату “Vista Pro”- Varian; методом индуковане купловане плазме ICP – OES; полициклични ароматични угљоводоници (ПАН) – екстракција и анализа ПАН -ова по методи ISO 18287 гасном хроматографијом са масеноспектрометријском детекцијом; присуство и бројност различитих систематских и физиолошких група микроорганизама одређена је методом агарних плоча преко серије разређења, на одговарајућим хранљивим подлогама: укупан број микроорганизама - на агаризованом земљишном екстракту, инкубација на 28 ± 0,2 °C / 120 h, (Јарак и Ђурић, 2006); амонификатори - на месопептонском агару, инкубација на 28 ± 0,2 °C / 72 h, (Poshon and Tardieux, 1962); олигонитрофили (слободни азотофиксатори) - на безазотној Фјодоровој подлози, инкубација на 28 ± 0,2 °C / 120 h, (Anderson, 1965); азотобактер (*Azotobacter*) - на безазотној Фјодоровој подлози методом “фертилних капи”, инкубација на 28 ± 0,2 °C / 48 h, (Anderson, 1965); актиномицете (*Actinobacteria*) - на синтетичкој подлози по Красиљникову (1965), инкубација на 28 ± 0,2 °C / 168 h, (Јарак и Ђурић, 2006); гљиве (сапрофитне) - на Czapek - Dox подлози, инкубација на 28 ± 0,2 °C / 120 h, (Јарак и Ђурић, 2006); укупан број колиформних бактерија – високо селективна хромогена подлога HiCrome ECC Agar, инкубација на 37 ± 0,2 °C / 48 h; фекалне колиформне бактерије - високо селективна хромогена подлога HiCrome ECC Agar, инкубација на 44 ± 0,2 °C / 24 h; *Escherichia coli* - високо селективна хромогена подлога HiCrome ECC Agar, инкубација на 37 ± 0,2 °C / 48 h; активност ензима дехидрогеназе одређена је спектофотометријски, по методи

Casida et al. (1964) која се заснива на мерењу екстинкције трифенил формазана (TPF) насталог редукцијом TTC (2,3,5 трифенилтетразолиум хлорида) (SRPS ISO 23753-1:2013).

Табела 1. Опис узорака земљишта из индустријских зона Града Новог Сада

Лаб. бр.	Радна зона	Дубина (cm)	Координате		Веgetација
			N	E	
1, 2, 3	север 2	0-10, 0-30, 30-60	45.273833°	19.818472°	травњак
4, 5, 6	север 2	0-10, 0-30, 30-60	45.274778°	19.817611°	травњак
7, 8, 30	север Римски Шанчеви	0-10, 0-30, 30-60	45.313559°	19.824027°	травњак
9, 10, 11	север Градска депонија	0-10, 0-30, 30-60	45.311500°	19.839611°	коров
12, 13, 14	север Градска депонија	0-10, 0-30, 30-60	45.312528°	19.842444°	коров
15, 16, 17	север Градска депонија	0-10, 0-30, 30-60	45.312263°	19.840719°	коров
18, 19, 20	север 1	0-10, 0-30, 30-60	45.283218°	19.817692°	травњак
21, 22, 23	север 1	0-10, 0-30, 30-60	45.283687°	19.819800°	травњак
24, 25, 26	север 4	0-10, 0-30, 30-60	45.269323°	19.886337°	виноград
27, 28, 29	север 4	0-10, 0-30, 30-60	45.265957°	19.884769°	коров-шума
31, 32, 33	запад	0-10, 0-30, 30-60	45.248510°	19.814173°	травњак
34, 35, 36	исток Марија Снежна	0-10, 0-30, 30-60	45.234014°	19.891234°	пауловнија
37, 38, 39	север 3	0-10, 0-30, 30-60	45.268197°	19.857560°	травњак
40, 41, 42	север 3	0-10, 0-30, 30-60	45.269829°	19.853220°	травњак
43, 44, 45	запад	0-10, 0-30, 30-60	45.245195°	19.800881°	травњак
46, 47, 48	запад	0-10, 0-30, 30-60	45.247643°	19.792538°	травњак
49, 50, 51	север 1	0-10, 0-30, 30-60	45.291388°	19.787426°	травњак
52, 53, 54	север 2	0-10, 0-30, 30-60	45.280914°	19.807961°	травњак
55, 56, 57	север 2	0-10, 0-30, 30-60	45.281049°	19.806477°	травњак
58, 59, 60	исток	0-10, 0-30, 30-60	45.251989°	19.884460°	травњак
61, 62, 63	Железнички парк	0-10, 0-30, 30-60	45.264264°	19.824054°	храстови и каталпе
64, 65, 66	Парк Бистрица	0-10, 0-30, 30-60	45.252504°	19.794449°	травњак
67, 68, 69	Лимански парк	0-10, 0-30, 30-60	45.240114°	19.841390°	гинко, софора
70, 71, 72	Молинаријев парк	0-10, 0-30, 30-60	45.252732°	19.869597°	ликвидамбар
73, 74, 75	Каменички парк	0-10, 0-30, 30-60	45.230040°	19.852597°	мочварни чемпрес
76, 77, 78	Каменички парк	0-10, 0-30, 30-60	45.225509°	19.843827°	мешовито дрвенаста
79, 80, 81	Дунавски парк	0-10, 0-30, 30-60	45.255773°	19.852419°	брест
82, 83, 84	Футошки парк	0-10, 0-30, 30-60	45.250556°	19.826306°	брест
85, 86, 87	Футошки парк	0-10, 0-30, 30-60	45.249753°	19.827608°	брезе
88, 89, 90	Футошки парк	0-10, 0-30, 30-60	45.250488°	19.828714°	брезе

На основу детаљне анализе резултата истраживања у погледу квалитета земљишта могу се донети следећи закључци:

- Просечне вредности механичког састава на анализираним локацијама су уједначена без обзира на дубину посматрања односно на локације. Највеће варирање унутар посматраних група карактеристично је за фракције глине и честица крупног песка, без обзира на порекло узорка.
- Већина испитиваних узорака земљишта у индустријским зонама и парковима имају иловасте механички састав (текстурна класа: песковита иловача, иловасте песак, песак и глиновита иловача).

- На основу резултата анализа може се закључити да је највећи део површина слабо обезбеђен хумусом, те се препоручује примена органских ђубрива (стајњака, компоста и др.). Испитивани узорци су садржавали значајне количине CaCO_3 , а према рН вредности земљишта највећи део узорака је припадао класи слабо алкалног земљишта. Овакво стање има ограничења за примену појединих врста минералних ђубрива, те на оваквим парцелама треба примењивати физиолошки кисела ђубрива, нпр. амонијум нитрат - АН, уреу и сл.
- Садржај хранива у испитиваном земљишту налази се у релативно широком распону класа од врло сиромашног до токсичног садржаја, те је неопходно примењивати одредбе Система контроле плодности земљишта и употребе ђубрива.
- Према утврђеном стању у овом истраживању за садржај токсичних елемената, земљишта у индустријским зонама имају извесна ограничења и потребно је њихово континуирано и детаљно праћење.
- Земљишта градских паркова су генерално, према садржају токсичних елемената, у границама дозвољеног садржаја, али имају виши садржај појединих токсичних елемената у односу на природне фонске концентрације, што такође, указује на неопходност континуираног истраживања квалитета земљишта градске заједнице.
- На свим утврђеним локацијама са садржајем појединих токсичних елемената преко прописаних граничних вредности како индустрије, тако и паркова, неопходна су даља истраживања и континуирано праћење квалитета.
- Од 30 анализираних узорака земљишта у овом пројекту збир концентрација 10 ПАН-ова обухваћених Уредбом о програму системског праћења квалитета земљишта, индикаторима за оцену ризика од деградације земљишта и методологији за израду ремедијационих програма био је изнад граничне вредности само у два узорка, али вишеструко нижи од ремедијационе вредности, што указује да нема значајне контаминације.
- На основу броја бензенових прстенова може се закључити да детектовани профили ПАН-ова одговарају антропогеном типу.
- Однос ПАН-ова мале и велике молекулске масе (LMW/HMW) указује да су у 28 анализираних узорака ПАН-ови у земљишту пирогеног порекла.
- Присуство и бројност врста из рода *Azotobacter* зависили су првенствено од рН реакције земљишта, али и од садржаја хумуса и лакоприступачног фосфора и калијума.
- Просечна дехидрогеназна активност и бројност свих испитиваних група микроорганизама значајно је већа у земљиштима где је садржај хумуса био виши од 2%, што потврђује да је органска материја веома битна одредница за развој и активност микроорганизама.
- Присуство *Escherichia coli* забележено је у свим узорцима земљишта паркова. Утврђена бројност *Escherichia coli* није велика, али може указивати на поштенцијални санитарни проблем.

Пројекат је у потпуности у складу са специфичним циљем 1.2 Унапређење и заштита животне средине Стратегије одрживог развоја Града Новог Сада.

Пројекат је у складу са Националним акционим планом (НАП-а) који је усклађен са 10-годишњом стратегијом Конвенције Уједињених нација за борбу против дезертификације (енг. United Nations Convention to Combat Desertification, UNCCD).

На основу ових података као документоване основе, Институт за ратарство и повртарство, као надлежна институција, овим Пројектом даје смернице за заштиту и оптимално коришћење земљишта. Подаци о квалитету земљишта су неопходни приликом издавања дозвола за градњу

објеката у индустријским зонама, а такође овакви подаци су неопходни у праћењу стања животне средине у којој борави већи број грађана (паркови).

Добијени резултати истраживања указују на потребу наставка оваквих анализа земљишта и у наредном периоду.

Карактеристични полутанти на аутобуским стајалиштима на територији Новог Сада

Киурски Ј.¹, Солеша Д.¹,
Игњатијевић С.¹ и Вапа-Танкосић Ј.¹

¹Универзитет Привредна академија у Новом Саду, Факултет за економију и инжењерски менаџмент у Новом Саду, Цвећарска 2, 21000 Нови Сад, Србија Tel. 021-400484; e-mail: jelena.kiurski7@gmail.com

Извод: У овом истраживању утврђене су варијације емисија сумпор-диоксида и азот-диоксида на подручју града Новог Сада уз истовремено праћење температуре, влажности ваздуха и нивоа буке као параметара околине. Утврђивање дисперзије загађујућих материја у ваздуху је основа овог истраживања у циљу могућег предвиђања загађења ваздуха примарно условљеним полутантима из саобраћаја. Резултати мерења концентрације загађујућих супстанци у улицама кањонског типа су најбољи показатељи загађења у околним улицама. Отуда се у овом истраживању користе резултати мерења загађења ваздуха на познатој Линији 13 Градског саобраћајног превоза Нови Сад, на којој је и улица кањонског типа – Мише Димитријевића. Концентрације сумпор-диоксида и азот-диоксида мерене су на сваком аутобуском стајалишту (11 стајалишта) на Линији 13, у току једне радне недеље, у два временска интервала. Резултати мерења указали су на велику варијацију концентрационих вредности, за сумпор-диоксид од 0-170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ и за азот-диоксид између 22.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ и 34.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Међутим, те вредности су још увек у границама дозвољених. Резултати истраживања би могли допринети изради стратегије за борбу против загађења ваздуха и смањење емисије SO_2 и NO_2 у урбаним подручјима указујући на могући значај при изради урбанистичких решења за стамбена насеља са планираним аутобуским стајалиштима.

Кључне речи: квалитет ваздуха, сумпор-диоксид, азот-диоксид, градски саобраћај, Нови Сад

1. УВОД

Загађење ваздуха у градским срединама је велики проблем, а његови утицаји на здравље ће се погоршавати с обзиром на брзу урбанизацију неких регија у свету. Према недавном извештају Организације за економску сарадњу и развој (OECD) предвиђа се да ће до 2050. године емисија загађења спољашњег ваздуха бити највећи светски изазов за животну средину уместо прљавих вода и недостатка санитарних услова (OECD 2012). Али људско здравље је само једна димензија загађења ваздуха. Нечисти ваздух такође утиче на раст усева и смањује продуктивност пољопривреде. Он утиче на климу на сложен начин. Разумевање типова и просторно-временских узорака загађења ваздуха у урбаним срединама је пресудно за истраживање његових импликација на здравље људи и екосистема, сигурност хране и климатске услове (Melamed, Zhu and Jalkanen, 2013). Урбана подручја се не виде као хомогени ентитети, а највеће загађење ваздуха је сконцентрисано у уским улицама. С обзиром на то да се у таквим окружењима дешава дисперзија емисије релативно изолованог подручја и у близини возила, могу се објаснити нивои загађења ваздуха на улицама. Такође, потребно је боље разумети утицај метеоролошких услова, топографију града, загађење ваздуха у позадини и директан допринос емисијама возила. Даље, турбуленција токова саобраћаја је додатни механизам дисперзије емисије, што има важну улогу у флукуацији вредности штетних концентрација загађујућих материја у ваздуху. У раним јутарњим сатима, током радних дана, интензивна активност се посматра на аутобуским стајалиштима. Ово одређено време је критично због комбинације три фактора: (1) истовременог одласка многих аутобуса, (2) хладних мотора и, врло често, (3) стабилних метеоролошких услова.

Карактеристично за загађивање ваздуха је лак транспорт загађујуће компоненте на широку територију. Последице загађивања ваздуха огледају се кроз: нарушавање квалитета ваздуха, смањење видљивости, интеракцију са климатским условима, угрожавање материјалних добара, угрожавање свих облика живота, биолошку опасност, патогене ефекте.

У атмосфери градова се налазе веће количине непотпуно сагорелих угљоводоника из моторних возила. Присутне загађујуће материје са озоном и атомским кисеоником, као јаким оксидансима, ступају у хемијске реакције и настају: водоник-пероксид, слободни радикали, алдехиди и супстанце које реагују са азот-диоксидам стварајући пероксиацетил нитрате (ПАН), секундарне загађујуће материје. Секундарне загађујуће материје са примарним загађујућим материјама чине фотохемијски смог (ЕРА, 2000). Главни узрок појаве фотохемијског смога је избацивање сумпор-диоксида у атмосферу и реакција аутомобилских издувних гасова у присуству светлости.

Сагоревање угља и неких производа петрохемијске индустрије, који садрже знатну количину једињења сумпора, главни су извори сумпор-диоксида. Честица у загађеном ваздуху катализира оксидацију сумпор-диоксида у сумпор-триоксид. Превођење сумпор-диоксида у сумпор-триоксид врши се доминантно фотохемијском оксидацијом. Када се апсорпцијом кванта светлости ексцитује молекул сумпор-диоксида (SO_2^*), лакше подлеже оксидацији. Оксидацијом настали сумпор-триоксид раствара се у капљицама воде које су распршене у ваздуху, градећи сумпорну киселину и у виду киселих киша поново доспева на тло (Rajs et al., 2012).

При сагоревању течних горива на високим температурама, у моторима са унутрашњим сагоревањем молекул кисеоника и молекул азота реагују до азот-монооксида и азот-диоксида. У загађеном ваздуху присутни азот-диоксид апсорбује фотон светлости и при томе се разлаже на азот-монооксид и атом кисеоника. У овој реакцији настали реактивни атом кисеоника реагује са молекулом кисеоника дајући молекул озона, који је богат енергијом и лако преводи азот-монооксид у азот-диоксид. Осим тога, озон реагује и са угљоводоницима који су састојци издувних гасова аутомобила (алкени), при чему се гради низ штетних супстанци (алкохоли, алдехиди, кетони). Уколико у ваздуху има влаге, азот-диоксид се раствара дајући азотну киселину.

Управљање квалитетом ваздуха, као јединствен систем мониторинга, је дефинисан Законом о заштити ваздуха («Sl. glasnik RS», br. 36/2009 i 10/2013). Постојећи програм контроле квалитета ваздуха на територији Града подразумева фиксна мерења нивоа загађујућих материја и буке у Локалној мрежи мерних станица и мерних места на локацијама за континуална фиксна и индикативна мерења. Граду је тако поверено да формира локалну мрежу за праћење квалитета ваздуха и по потреби дефинише допунска мерна места.

Предмет ових истраживања су мерења нивоа загађења ваздуха на допунским мерним местима у Граду, на аутобуским стајалиштима у стамбеним насељима, у циљу сагледавања утицаја загађења на животну средину. Овакав проблем је повод да се у Новом Саду на градским стајалиштима и на локацијама са највећом густином насељености и фреквенцијом саобраћаја, прати промена концентрације сумпор-диоксида, азот-диоксида и нивоа буке као основних полутаната урбане средине.

2. МЕТОДЕ МЕРЕЊА

Подаци о концентрацијама штетних гасова, азот-диоксида и сумпор-диоксида, прикупљани су са сваког аутобуског стајалишта (11 стајалишта) на Линији 13 (слика 1) ЈГСП Нови Сад, истовремено са метеоролошким параметрима и нивоом буке релевантним за ово истраживање. Узорковање ваздуха, односно гасова SO_2 и NO_2 , је извршено у току једне радне недеље, у два

временска интервала: на почетку радног дана (од 10 до 13 часова) и за време највећег обима саобраћаја (од 15 до 18 часова).



Слика 1. Траса Линије 13 ЈГСП Нови Сад

Сваки временски интервал обухватао је пет мерења у распону од по два минута. У току мерења одабрано је на основу позиције градског аутобуског стајалишта и претпоставке о максималној и минималној емисији гасова током саобраћаја 11 мерних места:

- Мерно место (ММ1) – Универзитет, др Симе Милошевића 4
- Мерно место (ММ2) – Фрушкогорска 19
- Мерно место (ММ3) – Булевар цара Лазара/ Бул. ослобођења
- Мерно место (ММ4) – Браће Рибникар
- Мерно место (ММ5) – Мише Димитријевића 2А
- Мерно место (ММ6) – Мише Димитријевића 20
- Мерно место (ММ7) – Мише Димитријевића 64
- Мерно место (ММ8) – Бул.цара Лазара/Цара Душана
- Мерно место (ММ9) – Булевар Европе
- Мерно место (ММ10) – Веселина Маслеше / Корнелија Станковића
- Мерно место (ММ11) – Окретница на Детелинари, Облачића Рада 19

Концентрациони нивои сумпор-диоксида и азот-диоксида су мерени уређајем Aeroqual Серије 200 (Нови Зеланд, Aeroqual Limited, 2010). Принцип рада инструмента је примарно заснован на коришћењу полупропустљивих сензора осетљивих на различите гасове. Ова технологија представља комбинацију паметних техника мерења и полупроводничких сензора на бази металних оксида који испољавају електричну промену отпорности у присуству мереног гаса. Сензор користи активну технологију са унутрашњим вентилатором да повуче ваздух преко сензора осетљивог на гас при специфичном протоку за његову прецизну детекцију. За сваки гас се користи други сензор. Уређај користи литијумску батерију. На екрану уређаја се читавају минималне, максималне и средње вредности мереног гаса у ррт или mg/m^3 .

Опсег детекције за азот-диоксид је од 0-1 ррт са резолуцијом од 0.001 ррт и тачношћу од ± 0.02 ррт и границом детекције од 0.005 ррт. За сумпор-диоксид опсег мерења је од 0-100 ррт са резолуцијом 0.1 ррт и тачношћу од ± 0.5 ррт границом детекције од 0.4 ррт (Aeroqual Limited, 2010).

Бука, температура и влажност ваздуха мерени су дигиталним мулти-тестером 5 у 1, PeakTech 3690. Инструмент мери влажност у опсегу од 33-99% RH, са резолуцијом 1%, тачношћу +/-

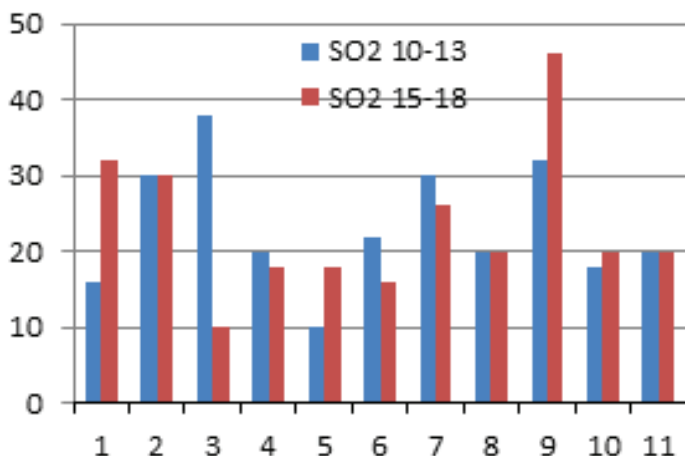
3%+5%RH; температуру у опсегу 0-50°C, са резолуцијом од 0.1°C; и тачношћу од +/-3%+3°C. Ниво буке инструмент мери у опсегу 35-100 dB, са тачношћу до +/-5dB при 94dB.

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

У протеклим годинама мануелна мерења NO_2 и SO_2 у Новом Саду задовољавала су стандарде прописане за урбане зоне у земљама чланицама Европске уније. Највећи број прекорачења забележен је на мерној станици која се налази у ужем центру града.

Од мобилних загађивача издвајају се само Градско саобраћајно предузеће и укупни саобраћај у граду. Променљивост квалитета ваздуха у Новом Саду може се посматрати кроз релативно мали број података са мерних места, али и великог утицаја главних загађивача, с обзиром на то да је Нови Сад у равници и има присутну добру ружу ветрова, и да на квалитет ваздуха на једном подручју велики утицај имају карактеристике рељефа, правац и брзина ветра. Тако: низак ваздушни притисак, одсуство ветра, велика влажност ваздуха, магла и температурна инверзија смањују распростирање загађујућих материја у висину и даљину, задржавају их у приземним слојевима и концентришу у близини извора загађења или у нижим деловима града. Може доћи до стварања "смога" са једињењима која су изузетно отровна и опасна по здравље људи (EPA 2000). Неопходно је предузети низ мера за смањење загађивања ваздуха у граду у циљу заштите здравља људи, екосистема и материјалних добара.

На основу измерених концентрација сумпор-диоксида, током мерења у 5 радних дана утврђена је велика варијација вредности, с обзиром на то да је и температура током месеца априла варирала од 16.9°C првог дана мерења до 33.8°C последњег дана мерења. Вредности концентрација сумпор-диоксида кретале су се од 0-170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (МГВ за SO_2 је 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Pravilnik 2006). Нарочито су велике концентрације измерене на мерним местима 3 и 9, што се види и из графика средњих вредности (слика 2). Међутим, те вредности су још увек у границама дозвољених (МГВ за SO_2 је 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).



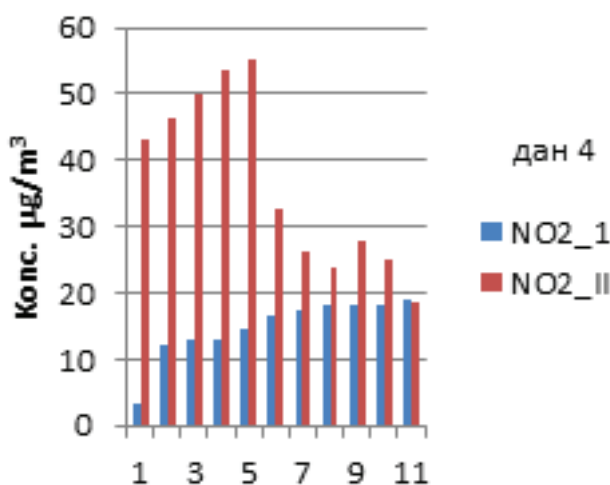
Слика 2. Промена концентрација SO_2 на стајалиштима линије 13 током петог дана мерења у периодима од 10-13h и 15-18h

Измерен је и интензитет буке, у оквиру микроклиматских параметара и општинских услова средине. Бука се углавном кретала око 85-89 dB, што је нормално за градски аутобус у покрету, али је 1.5 пута више него дозвољена гранична вредност од 60 dB у пословно-стамбеним подручјима.

Резултати праћења концентрације азот-диоксида у ваздуху Новог Сада показују да је просечна вредност износила $22.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ за први период мерења у преподневним часовима и $34.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ за други период мерења (од 15-18 часова), што је знатно ниже од просечне годишње вредности од $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, слика 3. Добијени резултати показују да просечне концентрације имају тенденцију благог пораста у току послеподневних часова, од 15-18 сати, али су испод просечних годишњих вредности као и високих вредности.

После мерења нивоа загађујућих материја у ваздуху у Новом Саду, може се рећи да је ваздух умерено загађен с обзиром на то да је прекорачена гранична вредност нивоа азот-диоксида на мерном месту 5 и 9 у најпрометнијем делу Новог Сада, на углу ул. Мише Димитријевића и Бул. ослобођења (ММ5) и на Бул Европе (ММ9), слика 3. На мерном месту 9 је и највиши ниво сумпор-диоксида, слика 2. На осталим мерним местима концентрације испитиваних загађујућих материја биле су у дозвољеним границама. На свим мерним местима ниво загађујућих материја је виши у јутарњем периоду (када на ниво загађујућих материја утичу и временски услови).

Како су сумпор-диоксид и азот-диоксид основни показатељи загађености ваздуха може се претпоставити да су концентрације осталих загађујућих материја, које нису испитиване, такође умерено повишене. Постоји могућност да здравље људи буде угрожено.



Слика 3. Промена концентрација NO_2 на стајалиштима линије 13 током четвртог дана мерења у периодима од 10-13h и 15-18h

Концентрације азот-диоксида су варирале током целог дана, због фреквенције саобраћаја, па у том смислу и треба предузети мере, као што су нпр.: правилно усмеравање саобраћаја у центру, саобраћај са што мање застоја, измештање неких саобраћајних праваца. Тиме би се значајно смањило загађивање на главним саобраћајницама града, али и на фреквентним прилазним саобраћајницама. У урбаним срединама концентрација NO_x није стална, разликује се и у току дана и у току недеље. За повећање концентрације директно је одговоран интензитет саобраћаја на одређеном подручју, те је концентрација азот-диоксида у току поподневних сати

већа од дневног минимума. Просечна годишња концентрација NO_x у градовима креће се у опсегу од 20-90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4. ЗАКЉУЧАК

Контрола квалитета ваздуха у градском саобраћају, посебно на линији 13, која обухвата различите врсте саобраћајница, чак и уске улице, а повезује скоро цео град, указује на потребу утврђивања међусобне зависности присутних полутаната, који у реалним системима могу да послуже за одређивање оптималног модела у разјашњењу порекла емисије полутаната и њихове интеракције. Ово би могао бити изазов да се уведе повремено мониторинг градских улица као корпоративна друштвена одговорност еколошки свесног предузећа ЈГСП Нови Сад.

Наведени циљеви истраживања су у складу са тематском облашћу Градске управе за заштиту животне средине, чији резултати доприносе заштити и унапређењу стања животне средине на територији града Новог Сада. Добијени резултати могу бити корисни за процену ризика изложености емисији SO_2 и NO_2 и буке у урбаним срединама, као и за стварање AQI смерница АП Војводине и Републике Србије. Резултати истраживања представљају основу за креирање превентивних мера (планерско архитектонских; правних, економских и административних; организационо оперативних) и сета санационих мера. Праћење нивоа SO_2 и NO_2 на одабраним местима ће имати значаја при изради урбанистичких решења за стамбена насеља са планираним аутобуским стајалиштима.

ЛИТЕРАТУРА

- Aeroqual Limited (2010) Aeroqual Product catalogue
<http://www.aeroqual.com/wp-content/uploads/2010/12/AQL-Product-Catalogue.pdf>. Accessed 10 June 2018
- EPA (2000) This document replaces the EPA Information Sheet No. 21, 'Photochemical Smog', 90/04
- Melamed M. L., Zhu T., Jalkanen L. (2013) Urban air pollution: a new look at an old problem, *Global Change*, Issue 80, pp. 20-23
- OECD (2012), *OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264122246-en>.
- Pravilnik o граниčnim vrednostima, metodama merenja imisije, kriterijumima za uspostavljanje mernih mesta i evidenciji podataka ("Sl. glasnik RS", br. 54/92, 30/99 i 19/2006)
- Rajs V., Mihajlović Ž., Milosavljević V., Živanov M. (2012) Determination of sulphur dioxide SO_2 in the air on the principle of electrochemical detection, *INFOTEH-JAHORINA* Vol. 11, pp. 21-24).
"Sl. glasnik RS", br. 36/2009 i 10/2013.

Анализа правних и економских аспеката примене принципа „Загађивач плаћа“ (накнаде за заштиту животне средине) са упоредним приказом политика у ЕУ, Србији и изабраним земљама

др Исидора Љумовић¹, др Јован Зубовић¹, др Славица Стевановић¹, др Михајло Ђукић¹, МА Аида Ханић¹, МА Петар Митић¹, МА Дејана Павловић¹, МА Горан Милојевић², Др Милан Почуча², Др Иван Јоксић², МА Нада Ђуричић², мср Александра Кочовић², мср Милица Милић², др Ненад Бингулац², др Сања Шкорић², др Маја Ковачевић², МА Далибор Крстинић², др Урош Новаковић², др Александра Пушара²

¹Институт економских наука, Змај Јовина 12, 11000 Београд, Србија

²Универзитет привредна академија у Новом Саду, Правни факултет за привреду и правосудје, Гери Кароља 1, 21000 Нови Сад, Србија

Монографија „Правни и економски аспекти примене принципа загађивач плаћа“ настала је као резултат пројекта финансираног од стране Градске управе за заштиту животне средине Града Новог Сада. Главни циљ истраживања је био преглед тренутног стања економских и правних аспеката примене принципа „загађивач плаћа“ у Србији и осталим земљама које представљају примере добре праксе. Такође, циљ је био да се на бази закључака креирају препоруке које би требало да укажу на начине за доследнију и ефикаснију примену принципа, што може довести до већих економских користи, како на нивоу локалних самоуправа, тако и на националном нивоу.

Методологија рада на пројекту је базирана на квалитативном и квантитативном приступу, при чему су подаци прикупљани путем деск и теренског истраживања. Истраживање је започето прегледом и анализом објављених научних радова, расположиве документације, националних стратегија, јавних политика и правних аката који регулишу област заштите животне средине. Паралелно су анализирана документа одабраних земаља како би се видело да ли искуства из Србије одступају од добре праксе.

Како би се прикупили што квалитетнији подаци за истраживање и истраживачке теме усмериле ка областима које су најактуелније, креиран је анкетни упитник и структурирани дубински интервјуи који су спроведени са привредним субјектима који су дефинисани као загађивачи. Циљ анкета је био прикупљање података, до којих није могуће доћи на други начин, док је циљ интервјуа био прикупљање информација и података за детаљније разумевање проблема и ограничења.

Анкетно истраживање је спроведено у периоду март-јун 2018 године. Одзив предузећа и заинтересованост за учествовање у истраживању је била изузетно ниска. Анкете су дистрибуиране путем интернета и у свакој индивидуалној посети загађивачима. Интервјуи су одржани у периоду март-јун 2018 године. Преко 20 представника привредних друштава из осам градова широм Србије је интервјуисано. При одабиру загађивача, посебно се водило рачуна да буду заступљени они који послују у различитим секторима и загађују различите природне ресурсе, а налазе се у више локалних самоуправа. Привредна друштва која су учествовала у истраживању послују у следећим секторима: експлоатација руда, енергетика, прерађивачка индустрија – производња производа од осталих неметалних минерала, производња одевних предмета, производња прехранбених производа и транспорт. Сва привредна друштва која су учествовала у истраживању су одабрана из националног регистра великих загађивача или из локалних регистра загађивача. Посебна пажња посвећена је анализи загађивача са територије Града

Новог Сада. Сви истраживачи су, сходно својим потребама, користили резултате истраживања у својим радовима.

На пројекту је учествовало укупно 20 истраживача у различитим звањима, који су произвели 12 научних радова. Сходно профилима учесника и задатој теми, монографија је подељена у два дела. Први део монографије третира економске аспекте принципа „загађивач плаћа“, док се други део бави анализом правне проблематике.

Први део монографије се састоји од седам радова који третирају различите актуелне економске аспекте везане за принцип загађивач плаћа. Први рад уводи читаоца ове монографије у општу проблематику везану за концепт загађивач плаћа, са освртом на позитивне и негативне аспекте самог принципа, као и његову примену у Србији. Суштински, принцип подразумева да трошкове заштите животне средине сноси онај ко их је направио - загађивач. У исто време, добра примена принципа „загађивач плаћа“, доводи и до побољшања ефикасности у оквиру економског система, јер се кроз принцип намеће „оптималан“ ниво загађења који је економски најефикаснији. За адекватну примену принципа „загађивач плаћа“, пре свега, неопходно је дефинисати општу политику примене принципа, одговарајуће законске и подзаконске акте и институционално окружење, одредити изворе загађења, начине мерења загађења, дефинисати обвезнике плаћања, критеријуме за обрачун, висину и начин обрачунавања и плаћања накнаде и остале елементе. Економски инструменти, који се базирају на принципу „загађивач плаћа“ би требало да стимулишу улагање у нове „чистије“ технологије које не загађују или загађују животну средину у мањем обиму. Суштина економских инструмената финансирања заштите животне средине огледа се у чињеници да загађивач доноси одлуку о количини загађења на основу нижих трошкова: трошак накнаде/таксе или трошак набавке нове технологије која не загађује. Дакле, тражи се „оптималан“ ниво загађења који је економски најефикаснији.

Како је један од најбитнијих елеменат политике заштите животне средине финансирање, у другом раду је дат преглед искустава из региона, са посебним освртом на формирању Зеленог фонда и перспективама његовог развоја и значаја. Анализирајући нарочито рециклажну индустрију, аутори су указали на проблеме са којима се учесници система заштите животне средине суочавају дуги низ година, од момента укидања Фонда за заштиту животне средине.

Извештавање као део система управљања животном средином, може бити засновано на регулаторној или добровољној основи, и изузетно је важно као један од инструмената информисања интересних група предузећа о активностима и ризицима који се односе на загађење и заштиту животне средине. Рад се нарочито бави извештавањем загађивача из Новог Сада који се налазе у локалном и националном регистру извора загађивања. Резултати истраживања показују слабу праксу извештавања о загађењу и заштити животне средине и да су интервенције потребне у неколико области, пре свега код попуњавања и достављања извештаја Агенцији за заштиту животне средине; начина обрачуна накнада, као и висине локалних накнада за заштиту и унапређење животне средине.

Четврти рад првог дела монографије анализира локални контекст принципа загађивач плаћа. Истраживање показује да износ средстава који локалне самоуправе у Србији добијају по основу накнада има растући тренд у последњих неколико година, те да је евидентно да локалне самоуправе препознају значај улагања у заштиту животне средине. Међутим, ограничавајући фактори отежавају ефикасност трошења, пре свега капацитет локалних самоуправа, а и број нерешених проблема је изузетно висок.

За разлику од локалног нивоа, следећи рад се бави глобалном тематиком, те анализира позицију еколошких пореза као инструмента којим се реализује принцип „загађивач плаћа“ у ЕУ и Србији. Дат је приказ фискалног значаја еколошких пореза у оквиру земаља ЕУ28, уз приказ темпа пораста прихода од овог типа опорезивања. Резултати истраживања показују да еколош-

ки порези представљају ефикасан механизам прикупљања прихода, који се могу користити у циљу ублажавања и прилагођавања климатским променама.

На анализу еколошких пореза се надовезује разматрање европског система трговине емисијама гасова са ефектом стаклене баште, који представља савремени одговор Европске уније на проблем климатских промена. Циљ овог рада је да се испита на који су начин предузећа у Србији, пре свега предузећа која послују на територији Новог Сада, идентификована као загађивачи, упозната са EU ETS системом. Резултати истраживања показују низак степен упознатости са EU ETS системом и начином његовог функционисања. У пракси би се то могло протумачити на начин да су власници предузећа више фокусирани на испуњење домаће законске регулативе будући да Србија није чланица EU.

Последњи рад првог дела монографије бави се анализом исплативости на примеру хотелске индустрије: да ли је боље улагати у технологије и опрему која не загађује или плаћати накнаду за заштиту животне средине? Истраживање показује да постоје привредни субјекти који су свесни проблема загађивања животне средине, те да се труде да послују на начин који ће минимизирати штетно дејство на њу, а опет са друге стране могу да остварују добре пословне резултате.

Други део монографије чини пет радова који анализирају актуелну правну проблематику везану за принцип загађивач плаћа. Први рад у оквиру овог дела се бави правном регулативом економских инструмената за заштиту животне средине. Како принцип „загађивач плаћа“ подразумева финансијске трансакције између загађивача и заједнице, неопходно је да ова област буде адекватно правно регулисана. Основни закључци истраживања указују на чињеницу да проблеми који се јављају наступају услед компликоване процедуре наплате накнада за коришћење јавних добара, као и због недостатка контроле над трошењем средстава од накнада. Део решења огледа се у институционализацији Зеленог фонда РС и других буџетских фондова, али је неопходно и јачање административних капацитета како би се омогућио њихов несметан рад.

Јавне политике Републике Србије, које су везане за принцип „загађивач плаћа“ елабориране су у наредном раду. Основни циљеви политике у овој области су заштита животне средине и обезбеђење остваривања права човека на живот и развој у здравој животној средини и уравнотежен однос привредног развоја и животне средине. Примена економских инструмената један је од начина за остваривање циљева заштите животне средине. У том смислу је значајна примена принципа „загађивач плаћа“, који је дефинисан Законом о заштити животне средине, као најзначајнијем акту у овој области, али је кључан и у стратешким документима на националном и локалном нивоу. У сектору који се односи на заштиту животне средине значајан је Национални програм заштите животне средине, а његов нацрт коришћен је као кључан за израду других секторских стратегија кад је реч о овом принципу. Град Нови Сад донео је Програм заштите животне средине Града Новог Сада за период 2015-2024. године. Њиме је, као један од опшних циљева политике заштите животне средине, предвиђено праћење начела заштите животне средине која су утврђена Националним програмом, а међу којима је и начело „загађивач плаћа“.

Трећи рад овог поглавља се бави разматрањем правних корена настанка начела „загађивач плаћа“ и његовог дефинисања у међународном праву, а затим и на који начин се принцип имплементира у домаће законодавство. Посебан допринос овог рада јесте и осврт на казнену политику сагледану из угла постизања генералне и специјалне превенције, као и критички осврт законодавног предвиђања овог принципа, како би се указало на могућа ефикаснија решења којима би се могла постићи адекватнија примена принципа „загађивач плаћа“.

Примена Европске конвенције о људским правима, као живог инструмента који се тумачи у складу са друштвеним променама, добија пун смисао на пољу заштите животне средине кроз принцип „загађивач плаћа“. Са друге стране, Устав Републике Србије прописује да свако има право на здраву животну средину. Имајући у виду значај анализираних принципа, четврти

рад овог дела анализира случајеве који се односе на питање заштите животне средине пред Европским судом за људска права. Закључци истраживања се односе на наводе Суда, да иако нема изричитог права у Конвенцији на тиху и чисту животну средину, када је појединац под директним и озбиљним утицајем буке или другог загађења, може се поставити питање под чланом 8. Конвенције. Анализирани случајеви пред Европским судом за људска права показују да се повреда приватног и породичног живота код заштите животне средине везује за повреду дома, тиме што загађење и бука онемогућавају мирно уживање дома, што последично доводи до узнемиравања те повреде приватног и породичног живота.

Последњи рад овог дела, правну проблематику принципа „загађивач плаћа“ спушта на локални ниво и анализира локалне еколошке акционе планове (ЛЕАП), планове управљања отпадом, као и остала акта локалних самоуправа. Основни закључци истраживања сугеришу да ЛЕАП јесте општији документ у односу на планове управљања отпадом, па је принцип „загађивач плаћа“ уткан у локалне еколошке акционе планове самим законским нормирањем. Међутим, конкретизација принципа се налази тек у плановима управљања отпадом. Као проблем у односу на ЛЕАП појављује се одсуство система евалуације, за разлику од система мониторинга, па је препорука аутора ревидирање локалних еколошких планова, уз анализу степена остварености циљева и резултата. По питању регионалних и локалних планова управљања отпадом, аутори након анализе закључују да не мали број локалних самоуправа не извршава обавезу из Закона о управљању отпадом, а затим да део становништва није укључен у концепт заштите животне средине на локалном нивоу.

Имајући у виду структуру монографије и бројна анализирана питања у оквиру ње, препоруке су дефинисане, не према тематици, већ на националном, локалном нивоу и на нивоу привредних друштава.

Препоруке – Национални ниво:

- Повећање ефикасности трансфера законски дефинисаног дела накнада за загађење животне средине из републичког у локални буџет.
- Побољшање инструмената за државне подстицаје за предузећа која улажу сопствена средства у еколошку заштиту. Информисање ових предузећа о пореским олакшицама, субвенцијама и осталим врстама државних подстицаја за смањење загађења животне средине.
- Инкорпорирање захтева директива Европске уније које се односе на извештавање о нефинансијским информацијама, које укључују и информације везане за животну средину, у законску регулативу у Србији.
- Проширење аналитичког контног плана предузећа како би се предвидели посебни аналитички рачуни за појединачне расходе по основу накнада за загађење животне средине, накнада за заштиту и унапређење животне средине, еколошке обавезе, инвестициона улагања и остале позиције које се односе на животну средину.
- Повећање свести јавности о примени и начину функционисања EU ETS система. Креирати публикације и остали штампани материјал, те организовати предавања за запослене у индустријама које ће бити део EU ETS система.

Препоруке – Локални ниво:

- Повећање транспарентности локалних самоуправа по питању висине и структуре прихода од накнада за загађење и накнада за заштиту и унапређење животне средине, као и намене трошења средства која су прикупљена од поменутих накнада. Потребно је искључити сваку могућност да се средства која се приходују од накнада троше ненаменски и изван фондова за тачно утврђене намене или преносе из године у годину

у ситуацији када постоји низ нерешених проблема, између осталог дефинисаних пост скрининг документом за поглавље 27.

- Јачање капацитета локалне самоуправе за управљање локалном политиком заштите животне средине.
- Повећање транспарентности система финансирања и утврђивања обавезе обелодањања извора прихода, износа накнада и повезивање финансираних активности са изворима финансирања.
- Организација едукативних предавања за запослене у локалним самоуправама на чијим подручју послују предузећа која ће бити део EU ETS система.

Препоруке – Привредна друштва:

- Подстицај предузећа да обелодањују детаљније информације о животној средини у редовним финансијским и нефинансијским извештајима; раде на унапређењу процеса припремања и објављивања еколошких извештаја; упоредо са мерењем и приказивањем економских индикатора прате и објављују еколошке и социјалне карактеристике предузећа.
- Подстицај развоја и ширења добре праксе извештавања о одрживом развоју у складу са захтевима међународних стандарда, како би се унапредио корпоративни имиџ загађивача, као и степен информисања интересних група предузећа о активностима и ризицима који су повезани са одрживим развојем.

Идентификација основних аерополутаната у близини бензинских станица у функцији унапређења заштите животне средине Новог Сада

Игњатијевић С. 1, Киурски Ј. 1, Солеша Д. 1 и Вапа-Танкосић Ј. 1

¹Универзитет Привредна академија у Новом Саду, Факултет за економију и инжењерски менаџмент у Новом Саду, Цвећарска 2, 21000 Нови Сад, Србија Тел. 021-400484; e-mail: svetlana.ignjatijevic@gmail.com

Извод. У спроведеном истраживању, у Новом Саду, извршено је праћење промена концентрације сумпор-диоксида и азот-диоксида, као основних аерополутаната урбане средине, на бензинским пумпама, на три локације, у циљу сагледавања утицаја загађења на животну средину. Узорковање је извршено у току једне радне недеље у периоду између 11 и 13 сати. Средње концентрације SO_2 варирале су од $10.36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ у стамбеним до $142.47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ у саобраћајним регионима. Температура се кретала од $23,4\text{-}36,8 \text{ }^\circ\text{C}$, а максимална емисија SO_2 у граду пронађена је при високим температурама. Очитане вредности концентрација NO_2 на сва три мерна места су се кретале од $0\text{-}177 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Истраживање је показало тренутно стање загађености ваздуха на бензинским станицама, а резултати ове анализе ће послужити за израду предлога за надоградњу система мониторинга на бензинским станицама за побољшање квалитета ваздуха.

Кључне речи: квалитет ваздуха, сумпор-диоксид, азот-диоксид, бензинске станице, Нови Сад

УВОД

Загађења ваздуха, воде и земљишта су нежељене промене физичких, хемијских и биолошких својстава животне средине, које могу неповољно деловати на жива бића или нарушити њихове екосистеме. Мада је у току последњих 100 година примећено повећање интензитета промена концентрације појединих гасова који се у атмосфери налазе у траговима, промене се, углавном, приписују људским активностима. Феномен се може објаснити наглим повећањем светске популације људи и повећаним ангажовањем енергије, а такође порастом индустријализације и пољопривреде. Компоненте које доводе до промене природног садржаја атмосфере су садржане у штетним - загађујућим материјама. Штетне материје може створити сама природа или настају услед антропогених активности. Природни извори штетних супстанци су флора и фауна, вулкани, површине океана и разна дешавања у атмосфери. У антропогене изворе убрајају се све активности људи: производња електричне струје, индустрија, саобраћај, грејање, спаљивање отпада, пољопривредне активности, и умирање људи, животиња и биљака. Поред токсичних компонента у продуктима сагоревања се налазе и велике количине загушљивих гасова (H_2O и CO_2 око $4.5 \text{ kg}/\text{kg}$ горива) које доводе до промене климатских услова на планети и до повећања глобалног загревања (ефекат стаклене баште). Сем штетних материја које из возила излазе са продуктима сагоревања (емисија са издувним гасовима) настају и испарења горива из возила, а такође и испарења при пуњењу резервоара горивом.

У Србији уз опште проблеме загађења животне средине присутан је и проблем загађења ваздуха. Узроци загађења ваздуха у Србији су поред индустрије, лош квалитет моторних горива и употреба старих возила без катализатора за претварање CO у CO_2 и NO у NO_2 . Сматра се да

издувни гасови из моторних возила највише доприносе загађењу ваздуха у већим градовима, нарочито у градским срединама у којима су изграђене бензинске станице. Емисија издувних гасова доприноси високим атмосферским концентрацијама угљен-диоксида, азотних оксида, сумпорних оксида, честица и олова. У Србији због бензина са додацима олова и дизела са високим садржајем сумпора постоји висока концентрација сумпора и олова у ваздуху, што представља проблем.

Управљање квалитетом ваздуха, јединствен систем мониторинга, је дефинисано Законом о заштити ваздуха. Постојећи програм контроле квалитета ваздуха на територији Града подразумева фиксна мерења нивоа загађујућих материја у Локалној мрежи мерних станица и мерних места на локацијама за континуална фиксна и индикативна мерења. Граду је тако поверено да формира локалну мрежу за праћење квалитета ваздуха и по потреби дефинише допунска мерна места. Правилником о техничким мерама и захтевима који се односе на дозвољене емисионе факторе за испарљива органска једињења која потичу из процеса складиштења и транспорта бензина ("Службени гласник Републике Србије», бр. 1/12, 25/12 и 48/12) прописују се техничке мере и захтеви који се односе на дозвољене емисионе факторе за испарљива органска једињења која потичу из процеса складиштења и транспорта бензина, то јест за складишне, утоварне и истоварне инсталације на терминалима и за покретне резервоаре, утоварне и истоварне инсталације у малопродајним објектима.

Предмет истраживања је мерење нивоа загађења ваздуха на допунским мерним местима у Граду, на бензинским станицама у стамбеним насељима, у циљу сагледавања утицаја загађења на животну средину. Оваквим истраживањима је показано да је саобраћај у околини бензинске пумпе врло интензиван, и прелази ниво емисије из саме пумпе, као и да се загађење на бензинској пумпи „преклапају“, што отежава одређивање утицаја који настају деловањем појединачних полутаната. Такође, постоје значајна интерактивна деловања између полутаната, што отежава мониторинг квалитета ваздуха у контексту унапређења стања животне средине. У циљу очувања здравља грађана, утврђивање концентрације полутаната у ваздуху на територији Новог Сада је постала неопходна активност уз обавезу о прописивању граничних вредности у Републици Србији с обзиром на усклађивање са законима ЕУ.

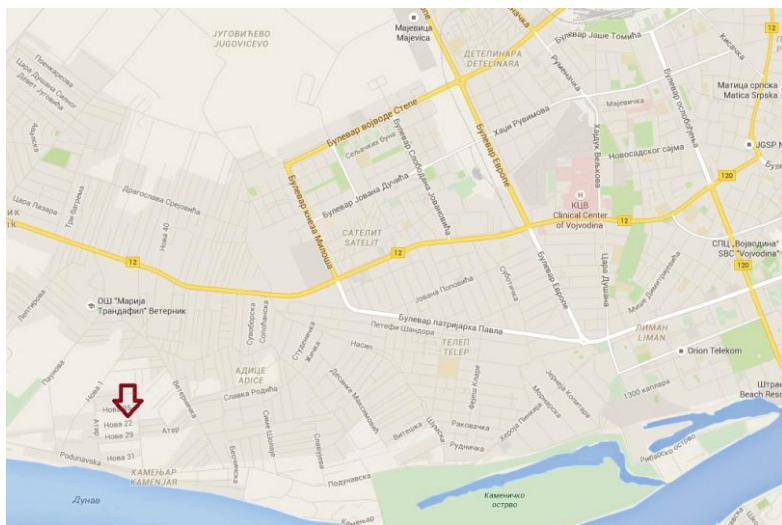
МЕТОДЕ МЕРЕЊА

У спроведеном истраживању, у Новом Саду, извршено је праћење промена концентрације SO_2 и NO_2 , као основних аерополутаната урбане средине, на бензинским пумпама, на три локације у квартовима са највећом густином насељености и фреквенцијом саобраћаја. Истраживању су претходиле фаза припреме истраживања, која је омогућила да се дефинише и припреми план истраживања (локалитети и динамика узорковања). Затим су размотрени услови рада - јачина ветра, температура и влажност ваздуха као и потенцијални извори загађења ваздуха и сагледан опис локације (ситуациона карта – опис бензинске станице, околине, постојећа опрема за смањење негативних утицаја на животну средину). Трећа фаза истраживања је фаза узорковања. Свако појединачно мерење укључује 5 читавања концентрација током 2 минута за појединачни гас. У овој фази истраживања истражена су и искуства других земаља о примени економских инструмената у заштити животне средине, као и усклађеност домаће законске регулативе са директивама ЕУ.

У првој фази истраживања одређени су погодни локалитети за испитивање концентрационих нивоа азот-диоксида и сумпор-диоксида. За праћење су узете три локације у различитим деловима града (слика 1). Концентрациони нивои сумпор-диоксида и азот-диоксида су мерени уређајем Aeroqual Серије 200 (Нови Зеланд, Aeroqual 2010). Принципи

рада инструмента је примарно заснован на коришћењу полупропустљивих сензора осетљивих на различите гасове. Главе сензора за азот-диоксид и сумпор-диоксид користе електрохемијску технологију осетљиву на гас. За мерење микроклиматских фактора и буке коришћен је једноставни дигитални мулти-тестер 5 у 1, PeakTech 3690.

Слика 1. Преглед мерних места у Новом Саду



РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Разумевање загађења ваздуха и утицај који загађење има на људско здравље је фундаментално за градску власт и планирање. Традиционалним методама надгледања недостаје временска и просторна резолуција, што ствара потребу за комплементарним ручним мониторинзима. Квалитет ваздуха се простира различито у граду, а различите заједнице су изложене различитим нивоима загађења ваздуха. Због тога се широм света појављује неколико иницијатива за решавање мониторинга ваздуха на нивоу заједнице. Већина регулаторних мрежа за праћење загађења ваздуха широм света нису довољно густе да би се решила варијабилност квалитета ваздуха и њен релативни утицај на различите заједнице. У складу са тим регулаторна тела предузимају иницијативу. Једна од таквих иницијатива била је донација STAR EPA за САД, која је посебно дизајнирана за подстицање истраживања праћења квалитета ваздуха на нивоу заједнице. Да би се постигао мониторинг загађења ваздуха одговарајућег нивоа потребни су монитори са нижим трошковима.

Возила са моторима са унутрашњим сагоревањем су највећи загађивачи ваздуха у великим градовима. Моторна возила загађују атмосферу следећим полутантима: угљен-диоксид, угљен-моноксид, угљоводоници, оксиди азота, једињења олова, чађ, канцерогене материје и друго. Од услова паљења и сагоревања, као и од врсте коришћеног горива зависи која ће од наведених загађујућих материја бити доминантна у издувној смеши сагорелих гасова. Често постављено питање је зашто су концентрације азот-диоксида (NO_2) и сумпор-диоксида (SO_2) увек тако ниске и да ли су мерења корисна? Да би се истакла важност праћења ових супстанци, објаснићемо одакле долазе ове загађујуће материје и како утичу на наше здравље и животну средину. Као што је раније поменуто, емисије NO_x долазе од мотора са унутрашњим сагоревањем. Али оно што се дешава у овим моторима је високо температурна реакција угљеника у фосилном гориву

са ваздухом (које садржи 80% азота). Највећи допринос емисији NOx имају лакши извори, тј. друмска возила, чамци, авиони, пољопривредна возила итд. У САД и Европи, друмска возила су главни тип мобилног извора NOx (Милојевић и Пешић, 2011).

У табели 1 су приказане концентрације NO₂ на три бензинске станице, током пет дана. Резултати мерења показују да је на Бензинској станици 1 минимална вредност NO₂ била у распону од 0-23 µg/m³, мах. вредности у распону од 104-177 µg/m³, а средње вредности у распону од 41-90 µg/m³. На Бензинској станици 2 минимална концентрација NO₂ кретала се у распону од 0,03-76 µg/m³, мах. вредности у распону од 101-139 µg/m³, средња вредност у распону од 64-107 µg/m³. На Бензинској станици 3 минимална вредност NO₂ кретала се у распону од 0-59 µg/m³, мах. вредности у распону од 103-114 µg/m³, средња вредност у распону од 32-88 µg/m³. Коначно, очитане концентрације NO₂ на сва три мерна места су се кретале: минимална вредност у распону од 0-76 µg/m³, мах. вредности у распону од 101-177 µg/m³, а средња вредност у распону од 32-107 µg/m³.

Табела 1. Очитане вредности концентрације NO₂ и SO₂ µg/m³

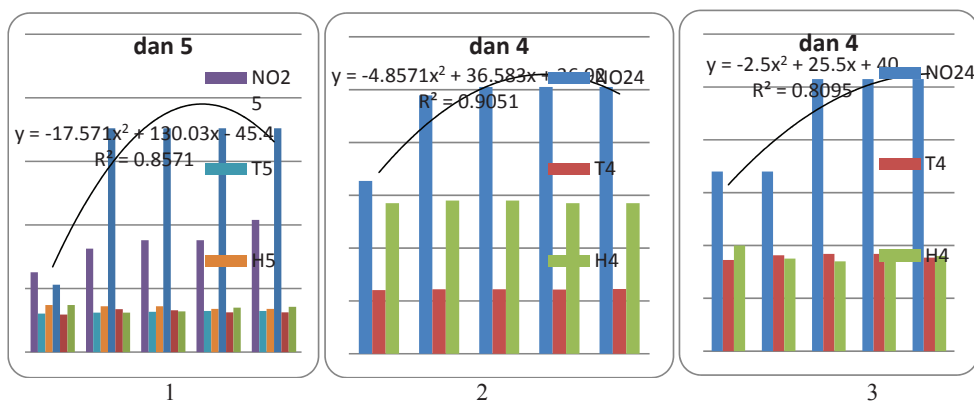
Мерно место	Очитана вредност	Концентрација NO ₂ (µg/m ³)					Концентрација SO ₂ (µg/m ³)				
		Дан 1	Дан 2	Дан 3	Дан 4	Дан 5	Дан 1	Дан 2	Дан 3	Дан 4	Дан 5
BS1	Min	12	0	0	23	0	0	0	0	0	0
	Max	177	176	176	149	104	250	800	1070	250	190
	Avg	78	90	41	83	54	90	690	60	400	40
BS2	Min	1	76	0.03	54	45	0	0	0	0	0
	Max	139	138	123	101	125	1070	510	330	210	520
	Avg	64	107	88	80	78	230	510	310	210	320
BS3	Min	0	59	11	0	35	0	0	0	0	0
	Max	104	103	114	103	105	540	940	600	530	680
	Avg	44	88	74	32	58	180	590	280	200	350

Сумпор-диоксид (SO₂) је полутант ваздуха који је првенствено познат по својој улози у киселој киши и природно се емитује из вулкана. У атмосфери SO₂ се претвара у друга једињења као што је сумпорна киселина, а такође реагује на формирање сулфатних аеросола. SO₂ гас и сулфатни аеросоли узрокују проблеме код дисања, иритира очи, нос и плућа. Садржај сумпора у гориву може се смањити рафинисањем, тако да се мање емисије SO₂ емитује када гориво сагорева. Годишње средње концентрације у већини већих градова су далеко испод 100 µg/m³, са средњим вредностима у распону од 15-50 µg/m³, а природни садржај је око 5 µg/m³.

Варијације у концентрацијама SO₂ добијене током мерења на бензинским пумпама у Новом Саду се крећу између 11.82 µg/m³ (у стамбеној) и 15.15 µg/m³ (у саобраћају) и углавном су блиске. Ово се може приписати чињеници да SO₂ потиче од неочекиваних извора расутих у граду, као што су аеросоли, ђубриво и емисије из деградације биљака. Просечне пронађене концентрације SO₂ на свим локацијама су два до три пута веће од просечне концентрације позадине (5.92 µg/m³). Ове вредности су углавном испод стандарда квалитета ваздуха препорученог од стране локалне агенције за заштиту животне средине (150 µg/m³) као 24-часовни просек и WHO. У табели 1 су приказане концентрације и SO₂ на три мерна места, током пет дана. Резултати мерења показују да је на Бензинској станици 1 минимална вредност SO₂ била 0 µg/m³. Мах. вредности су у распону од 190-1070 µg/m³. Средња вредност је била у распону од 40-

690 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. На Бензинској станици 2 минимална вредност SO_2 је била 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, мах. вредности 210-1070 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, средња вредност 210-510 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. На Бензинској станици 3 минимална вредност SO_2 је била 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, мах. вредности 530-940 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, средња вредност 180-590 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Коначно, очитане вредности SO_2 на сва три мерна места су се кретале: минимална вредност је била 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, мах. вредности 190-1070 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, а средња вредност 40-690 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

У циљу сагледавања зависности гасова од метеоролошких утицаја приказани су дани у којима су забележене највеће вредности аерополутаната на свакој бензинској станици (слика 2). Добијене концентрације су ниже од стандарда препоручених за амбијентални ваздух од стране Локалне агенције за животну средину и WHO. Температура показује значајне корелације са SO_2 а безначајне са концентрацијама NO_2 . Добијене су нелинеарне корелације (полином другог реда) између концентрација два мерена гаса и промена температуре. Ниска концентрација мерених гасова их је искључила од могућег узрока високе стопе акутних респираторних нападапријављених у граду ранијих година.



Слика 2. Зависност NO_2 од темп. и влажности током 5 дана, бензинска станица 1, 2 и 3

ЗАКЉУЧАК

Анализом резултата мерења мреже једночасовног континуираног мониторинга амбијенталног ваздуха у урбаним деловима града Новог Сада и учесталости појаве високих концентрација SO_2 и NO_2 констатовано је да се максималне вредности углавном јављају после подне и у раним јутарњим часовима и то се на основу досадашњих резултата мерења може усвојити као законитост. Појава високих концентрација у ноћним и јутарњим часовима указује на атмосферску појаву, тзв. температурну инверзију атмосфере, када долази до спуштања загађујућих материја из горњих слојева атмосфере у приземни слој услед чега мерни уређаји региструју повишене концентрације.

Оваквим истраживањем закључено је да ако је промет у околини бензинске станице врло интензиван, и прелази ниво емисије из саме станице, загађење на бензинској пумпи се „преклапа“ и остаје незапажено на малим удаљеностима. Проблему смањења загађења ваздуха у граду је потребан интердисциплинарни приступ изучавања. Све заинтересоване стране треба да узму учешће у дефинисању смерница за смањење загађења ваздуха. Значи, еколози, економисти, инжењери, информатичари, урбанисти, правници, и шира друштвена заједница треба да про-

мовишу увођење нових мера за смањење загађења ваздуха и буке на аутобуским стајалиштима у градским четвртима, тиме у граду, а све у циљу очувања животне средине.

ЛИТЕРАТУРА

Aeroqual Limited (2010) Aeroqual Product catalogue <http://www.aeroqual.com/wp-content/uploads/2010/12/AQL-Product-Catalogue.pdf>. Accessed 10 June 2018.

Закон о заштити ваздуха, "Службени гласник Републике Србије", бр. 36/09 и 10/13.

Правилник о техничким мерама и захтевима који се односе на дозвољене емисионе факторе за испарљива органска једињења која потичу из процеса складиштења и транспорта бензина, "Службени гласник Републике Србије", бр. 1/12, 25/12 и 48/12.

Милојевић, С., & Пешић, Р. Логистика примене природног гаса као моторног горива logistics of natural gas applications as engine fuel.

Елементи за развој система управљања споредним производима животињског порекла на територији града Новог Сада

Проф. др Јордан Алексић¹, Марко Вученовић¹, Мирјана Продановић¹

¹Универзитет Сингидунум, Факултет за примењену екологију „Футура“ у Београду, Пожешка 83а, 11000 Београд, Србија

Пољопривредна производња и кланична индустрија током технолошких процеса генеришу велике количине отпада животињског порекла. С обзиром да су ово активности од значаја за јавно здравље и заштиту животне средине, изузетно је важна контрола и безбедно одлагање ове врсте отпада усаглашено са прописима ЕУ. Савремена и безбедна производња хране подразумева контролу свих тачака, коначно до нешкодљивог уклањања отпада, што са ветеринарско-санитарног аспекта значи сузбијање заразних болести и зооноза, као и заштиту и очување животне средине.

Споредни производи животињског порекла (СПЖП) су лешеве животиња, труп, делови трупа животиња, саставни делови тела животиња, производи животињског порекла и храна животињског порекла који нису намењени и безбедни за исхрану људи, стајњак и отпад из објекта у којима се припрема храна за исхрану људи. Категорије СПЖП су споредни производи животињског порекла који се разврставају на материјал категорије 1, материјал категорије 2 и материјал категорије 3, у зависности од степена ризика за јавно здравље и здравље животиња.

СПЖП су органске материје, које се под утицајем атмосферских фактора брзо разграђују уз стварање гасова непријатног мириса и других производа распадања, који директно или индиректно загађују животну средину и постају станишта паса луталица, лешинара, глодара и инсеката. Када се СПЖП не прерађују, постају, са економског становишта, изгубљена сировина за производњу високо протеинског хранива, топљене масти или висококалоричног горива, у зависности од категорије и начина прераде. Правилно сагледавање свих аспеката СПЖП, уз организовано сакупљање и даље поступање са овим органским материјама, значајно је ради спречавања ширења заразних болести, заштите животне средине и рационалног коришћења као енергетских ресурса.

На подручју града Новог Сада, један од важних потенцијала за развој представља пољопривреда и прерађивачка индустрија у области пољопривреде, а у области пољопривреде грана сточарство. Због стварања бољих и одрживих услова за пословање у овој области, заштите животне средине и здравља људи и животиња, идентификована је потреба за изналажење решења за успостављање система за управљање споредним производима животињског порекла, за шта је први корак израда студије, која треба да сагледа све аспекте проблема на националном, регионалном и локалном нивоу, потенцијале и доступне технике и технологије, и понуди примењива и одржива решења.

Неправилно управљање животињским отпадом угрожава основе екосистема: воду, ваздух и земљиште. Патогени организми могу да преживе у спољној средини од неколико дана до неколико месеци (*Bacillus anthracis* живи у земљишту и неколико деценија), у зависности од врсте патогена, еколошких услова, као и хемијског, биолошког и физичког састава окружења. Инактивација бактерија, вируса и протозоа у земљи, води, ђубриву, биљним и сточарским производима, може да зависи од температуре, рН вредности, УВ зрачења, неорганског амонијака, органског хранива, осмотског/хидростатског притиска. Значај сваког од поменутих фактора уско је повезан са окружењем. Средина богата хранљивим материјама, попут живо-

тињског отпада³, штити микроорганизме од сушења, температурних промена, соларног УВ зрачења, чиме се омогућава њихов раст и развој. Дивље животиње, ако нису под потпуном људском контролом, често су извор инфективних патогена и важна карика у зоонозном ланцу ширења.

Патогени микроорганизми могу да остану у води дуже време и на тај начин се лако шире и преносе. Неки микроорганизми могу да остану у води и после 448 дана (*Iersiniaenterocolitica*). *E. coli O157: H7*, патоген који се веома често може наћи у епидемиолошким извештајима, опстаје чак 90 дана у води за пиће и преко 300 дана у површинским водама. Загађење воде је значајан еколошки проблем, и сматра се да чисте реке готово не постоје, а тенденција је да ће вода уско-ро постати више тражена од нафте, са прогнозом да ће око једне трећине човечанства трпети жеђ и пре 2025. године.

Интензивна сточарска производња драстично повећава концентрацију токсичних гасова, иако су највећи генератор гасова постројења за производњу електричне енергије. Загађење површинских и дубљих слојева тла се често јавља услед неправилног уклањања лешева, урина и чврстог ђубрива са фарми. Способност опстанка зоонозних патогена треба да укаже на потребу за строжим мерама за сузбијање и искорењивање нарочито опасних заразних болести које се најчешће преносе животиње на животиње, али и са животиња на људе, због чега се често мање или веће епидемије понекад завршавају са смртним исходима. Велика опасност су животиње које су умрле од болести чији су узрочник споре (нпр. антракс, црна нога). Споре су веома отпорне на факторе средине и њихово преживљавање је веома дуго.

Одлагање животињског отпада тражи одговорне и одговарајуће процедуре одлагања, да би се минимизирало ширење зоонозних патогена. Процес одлагања животињског отпада почиње од произвођача, који је дужан да осигура безбедно складиштење отпада у јединици за хлађење до коначног сакупљања и уклањање у објектима за пречишћавање. Време уклањања лешева и других извора животињског отпада је веома важно и зато се препоручује да се трупла одлажу у најкраћем могућем року на месту порекла, у оквиру 12 сати током топлих временских периода или у року од 24 сата током зимског периода. Начин одлагања и управљања овом врстом отпада на подручју града Новог Сада суштински се не разликује од праксе у већини локалних самоуправа у Србији.

Напред наведени разлози „натурали“ су град Нови Сад да иницира и покрене израду студије и припрему пројекта са циљем да се успостави одржив систем управљања споредним производима животињског порекла. Најефектнији начин за безбедно уклањање споредних производа животињског порекла је организовано и одговорно сакупљање угинулих животиња (са јавних површина и на фармама за узгој и држање животиња) и споредних производа из индустрије меса (посебно из објеката за клање и расецање меса), као и других извора из ланца хране (нпр. клање животиња за сопствене потребе), односно њихово организовано сакупљање, транспорт, коришћење (за производњу хране за животиње, за хемијску индустрију или као извор енергије/гориво) и уништавање, у зависности од врсте материјала и ризика по здравље животиња и људи.

3 Истраживања су потврдила да велики број бактерија преживи значајно дуго у отпаду животињског порекла, као што су трупла, нуспроизводи, чврсто или течно ђубриво. Тако, *E. coli O157:H7* преживљава 42-84 дана на собној температури, а на нижим температурама може да преживи до 160 дана, у суспензији на температури од 20°C живи два дана. Чврсто ђубриво (сточне фекалије) смањује опстанак *E. coli O157:H7* и салмонеле за чак 88%. Салмонела преживљава у фекалијама од 96 до 190 дана на собној температури, а у течном ђубриву на температури од 10°C преживи до 140 дана. Бактерије *Vrucella* може да изазове абортус и друге узроке стерилитета код говеда, свиња, живине, оваца и коза, паса, а избацују из се из болесних животиња путем излучивања урина, фекалија, млека, а у њихов опстанак у гнојиву је потврђен до 122 дана на собној температури.

Успостављање система сакупљања и збрињавања споредних производа животињског порекла представља једну од ветеринарско-санитарних превентивних мера у сузбијању сточних зараза и зооноза, као и заштите и очување животне средине. Неправилно збрињавање угнулих животиња и кланичног отпада, представља велику опасност за здравље људи и животиња, јер као могући извор инфективног материјала, представља потенцијални ризик од ширења сточних зараза и загађење животне средине. У складу са законом који регулише ову област, лешеви животиња и други споредни производи животињског порекла морају се сакупљати, прерадити или уништити у наменским објектима, а само у изузетним случајевима споредни производи животињског порекла се закопавају или спаљују на сточном гробљу или јами гробници која испуњава прописане услове. На основу прикупљених података о процењеној количини СПЖП-а по категоријама, методе поступања са СПЖП-ом који настаје на територији града Новог Сада су разматране са аспекта утицаја на животну средину, примењивости и економских ефеката. То подразумева да су идентификовани релевантни фактори за сваку од метода, да су сви фактори квалитативно и квантитативно анализирани, извршена је процена трошкова и процена примењивости за сваку од метода. Приликом анализа предложених метода поступања са СПЖП-ом извршено је поређење локалног и регионалног система.

У Словенији и Хрватској споредни производи животињског порекла се, према важећој регулативи, такође раздвајају у три категорије. У категорију 1 се разврстава углавном инфективни отпад од болести угнулих животиња. Ова категорија нуспроизвода се углавном подвргава процесима производње месно-коштаног брашна, које се спаљује. У процесу производње месно-коштаног брашна може се применом ветеринарско акредитованог поступка издвојити масноћа, која се може употребљавати као сировина за биодизел или као гориво (обновљив извор енергије). Такође, у преради категорије 1 могућа је примена процеса биогасне хидролизе под високим притиском, али се исти због строгих ветеринарских процедура и контрола не користи. У категорију 2 разврстава се углавном отпад погинулих животиња (*roadkill*), садржај пробавног тракта, покварено месо и остали продукти СПЖП-а, муљ из уређаја за пречишћавање отпадних вода из кланица и прераде меса. Приликом обраде ове категорије материјала врши се стерилизација на притиску од 3 bar 130°C 20 минута, након чега се издваја масноћа која се може користити као секундарно гориво или као сировина за биодизел, а остатак се може користити као супстрат за биогасно постројење. Такође и маст се може користити у биогасном постројењу, мада се тај поступак из економских разлога не примењује. У категорију 3 се разврставају све остале врсте СПЖП-а, као и органски отпад из кухиња и кантина и храна са истеклим роком трајања. За обраду овог отпада довољна је стерилизација на 70°C у трајању од сат времена. И код ове врсте материјала се може издвајати маст, али се због економичности поступка сав отпад ове категорије усмерава на биогасно постројење.

Имајући у виду правну регулативу у Републици Србији и искуства из окружења, као и чињенице да се поступање са материјалом категорије 1 (*који може да садржи специфичан ризични материјал*), значајно разликује од поступања са материјалом разврстаним у категорију 2 и категорију 3, овом Студијом су разматрана три модела прераде СПЖП-а: Модел 1: материјал категорије 1 се преузима и испоручује постојећим објектима регистрованим за његово нешкодљиво збрињавање, а материјал категорија 2 и 3 се користи у производњи биогаса; Модел 2: материјал категорије 1 се уништава спаљивањем, а материјал категорија 2 и 3 се користи у производњи компоста или биогаса; Модел 3: материјал категорије 1 се прерађује алтернативном методом производње биогаса под високим притиском, а материјал категорије 2 и 3 се користи у стандардној методи производње биогаса.

У ближој околини Новог Сада лоцирана је кафилерија „Енерго-зелена“ у Инђији, која је почела са радом 2013. године, и регистрована је за прераду категорија 1. и 2. Међутим, услед проблема у пословању, иста је зауставила рад крајем 2014. године, а арбитражни поступак,

према доступним подацима, још увек није завршен. Поред кафилерије „Енерго-зелена“ у Инђији, тренутно постоје четири кафилерије: „Жибел“ у Бачкој Тополи и „Прекон“ у Зрењанину (прерађују сировине категорије 3), „Протеинка“ у Сомбору и „Напредак“ у Ћуприји (државне, прерађују категорије 1 и 2). Овакав систем прераде заснован је на прикупљању сировина непосредно на извору настанка (кланице, пољопривредна газдинства, и др.), што га чини изузетно скупим и неефикасним.

У Републици Србији одобрено је пет међуобјеката за прикупљање СПЖП, од којих један за сакупљање материјала категорија 1, 2 и 3, два за сакупљање материјала категорија 1 и 2, и два за сакупљање материјала категорије 1. Један објекат је изграђен, али није у функцији. Процена је да се у наведеним међуобјектима годишње прикупи око 1.500 тона СПЖП-а. Ниједан међуобјекат се не налази на територији Јужнобачког управног округа, нити се СПЖП са територије овог округа прикупља у неком од објеката у употреби.

У циљу идентификовања оптималног система управљања споредним производима животињског порекла, кроз израду ове студије извршена је процена потенцијала количине споредних производа животињског порекла по категоријама на подручју Новог Сада и Јужнобачког округа, са свим битним показатељима. Приликом процене врсте и количина споредних производа животињског порекла, идентификовани су и узети у обзир сви потенцијални извори СПЖП-а, што обухвата: објекте за узгој и држање стоке, пољопривредна газдинства, објекте у којима се врши клање, прерада и продаја меса и месних прерађевина, као и угинућа животиња на јавним површинама.

Идентификовање генератора и генерисане количине СПЖП-а на подручју Новог Сада основни су елемент на основу кога су осмишљени модели за управљање. Студијом је детаљно разрађен концепт „БИОЕНЕРГО - Нови Сад“, који подразумева локално/регионално сакупљање споредних производа животињског порекла према категоријама у међуобјекту, затим даљу обраду прикупљеног материјала у постројењу за биогаз, а потом производњу електричне и топлотне енергије на бази произведеног биогаза.

Сагледана су два модела реализације инвестиције. Први, у ком се као инвеститор појављује локална самоуправа, и други, где се инвестиција реализује кроз модел јавно-приватног партнерства. Могући су и различити комбиновани модели, али они нужно подразумевају сепаратно власништво на деловима система. Процена је да је за ефикасно и ефективно управљање системом управљања споредним производима животињског порекла неопходно да он буде интегралан, како би у пуној мери одговорио на све ризике и обезбедио стабилан прилив сировине у постројење за прераду.

Кроз ову студију дата је оквирна процена инвестиције и очекиваних економских ефеката. Из наведеног разлога неопходно је да се приступи изради детаљних елабората техничке изводљивости, којом ће се димензионисати постројење, дефинисати сви параметри од значаја за процену висине инвестиције и припремити детаљна анализа економске изводљивости.

Анализа и препорука врста биљака које треба садити на јавним површинама града Новог Сада зависно од услова и климатских промена

Проф.др Горан Квргић¹

¹Универзитет "УНИОН НИКОЛА ТЕСЛА" у Београду, Факултет за менаџмент у Сремским Карловцима, Његошева 1а, 21205 Сремски Карловци, Србија

Сажетак

Тежиште анализе је усмерено на дрвенасте врсте, које су сађене у различитим зонама града, пре свега у тзв. дрворедима али и у уређеним зеленим површинама парковског типа. Извршена је анализа постојећег стања са посебним освртом на корелацију потенцијалних неповољних утицаја абиотичких параметара на неадекватно здравствено стање, биопродукцију и преживљавање дрвенстих врста. Формиран је списак најосетљивијих врста, критичних локалитета, те је квантификован угрожен статус дрвенстих врста услед температурних, преципитационих турбуленција, водног дефицита и последичних симптома смањене вијабилности. Такође су утврђени критични локалитети са безбедоносне тачке гледишта, тј. регистроване су опасне зоне са изразитим ризиком од пада великих грана. На основу констатованих проблема, дефинисани су предлози потенцијалних мера и техничких поступака унапређења постојећег стања са фокусом на хортикултурне мере и дрвенасте врсте које су показале повећану толеранцију на температурни те сушни стрес.

Кључне речи: врсте биљака, јавне површине, Нови Сад, климатске промене

Увод

Урбане дрвенасте врсте се саде како би побољшале изгледан тј. естетски аспект градова, да унапреде квалитет животне средине и да одрже или такође унапреде употребну вредност земљишних и урбаних градских површина. Дрвеће представља важна станишта за фауну, проширује коридор урбаних биолошких врста, услед чега се додатно обогаћује и стабилизује биодиверзитет. Такође дрвенести засади могу значајно да ублаже ефекат термалног прегревања урбаних површина са израженом поркивеношћу објеката, бетонских и асфалтних саобраћајних структура. Постоји читав низ научно утемељених података који јасно указују на позитван импакт озелењавања дрвеће, на ментално и физиолошко стање људске популације у урбаним блоковима. Дрвеће такође апсорбује полутанте, прашину и друге микропартикуле. Ипак, дрвеће може и да буде проблематично када у урбаним срединама постане превелико (надземно али и подземно), нездраво, смањене вијабилности, када долази до отпадања грана, изваљивања стабала или деформације тротоара, делова електричних, водоводних и канализационих инсталација у контакту са кореновима.

Током 2018. године извршен је већи број теренских обилазака зелених површина града Новог Сада. Тежиште анализе је усмерено на дрвенасте врсте.

1. Резултати добијени реализацијом пројекта

У току маја и јуна 2018. године направљен је већи број теренских снимака главних урбаних зона града Новог Сада. Прегледане су све веће саобраћајнице, транзити, булеварии и значајан

број мањих улица. Сваки засад је анализиран као независна популација у одређеној улици односно дрвореду. Сва стабла су условно дељена на млађа и старија, на основу пречника стабла на 1 метар висине од површине земљишта. За већину врста, као гранични лимит је утврђен пречник од 20 cm, на неким 10 cm. Важно је напоменути да је у већини случајева млађе стабло оно са мањим пречником, али то није и обавезно правило јер се услед стреса и смањеног прираста може нарушити линеарна корелација између старости и пречника стабла. У свакој популацији је оцењивано здравствено стање, скалирањем морфолошког степена оштећења. Скала је подељена на четири опсега: 1. Здрава стабла; 2. Умерено оштећена; 3. Оштећена и 4. Значајно оштећена. Код популација са одређеним степеном оштећења вршено је процентуално нумерисање степена оштећења. На основу процента присутних оштећених стабала и патолошких симптома (елементи хлорозе и некрозе листова и коре, степен дефолијације, проценат осушених грана у крошњи, присуство патолошких промена условљених бактеријама, гљивичним и нападама инсеката и присуством паразитских цветница) вршено је скалирање у одговарајућу категорију. Финална анализа је извршена на најфреквентнијим дрвенастим врстама које су утврђене бар на 5 локалитета у граду.

Као примарни резултат прегледа различитих зона града, мора се истаћи да је Рибарско острво најугроженија зона са аспекта нарушене безбедности корисника различитих спортско-рекреативних садржаја. Стање је изразито алармантно! Утврђен је велики број потпуно сувих одраслих стабала из рода *Populus spp.* (тополе) са висином од преко 15 метара, које су изразито склоне паду. Неопходно извршити хитно уклањање осушених стабала. Поред тога велики број здравих стабала је достигао крајње старосне стадијуме у којима постоји реална опасност да јачи олујни ветрови или снежни покривачи могу да доведу до обарања масивних грана. Земљиште на овом локалитету је алувијално, изразито песковито, растресито, тако да постоји опасност и од изваљивања стабала. Поред Рибарског острва, сушење топола је утврђено и у другим деловима града, нарочито на њиховом природном станишту у близини Дунава (зона Сунчаног кеја, Кеја жртава рације, Београдског кеја, кампус Универзитета у Новом Саду, такође и насеље Рибњак са Сремске стране, делови Сремске Каменице и Петроварадина).

Нарочито је алармантна чињеница да се многа сува и угрожена стабла налазе између различитих објеката, чиме је отежан поступак санације или њиховог уклањања. Константовано је сушење на следећим врстама топола: *Populus alba* (бела топола), *Populus nigra* (црна топола), *Populus nigra 'Italicae'* (jablan), *Populus x canadensis* (*P. nigra x P. deltoides*; канадска или еуроамеричка шјојола), *Populus tremula* (трепетљика), *P. deltoides*.

Међу фреквентнијим врстама, свакако да су веома негативни аспекти утицаја суше и температурног стреса утврђени у нарушеној виталности код врста из рода липе (*Tilia spp.*).

Међу липама је утврђено присуство четири врсте: *Tilia argentea* (сербнолиста липа), *T. parviflora* (ситнолиста липа), *Tilia platyphyllos* (крупнолиста липа), *Tilia americana* (америчка црна липа). Такође су на неким локалитетима констатовани хибриди. Прве две врсте липе, сребрнолиста и ситнолиста су најфреквентније. На 12 локалитета констатовано је сушење младих садница липе у опсегу од 5 до 15% (тотално сушење-увећавање), односно 15 до 93% (делимично сушење, некрозе, повећано подлагање болестима које се манифестују сушењем обода листова и променама на кори дебла). Такође је утврђено критично сушење и нарушено здравствено стање липа на старијим стаблима на 17 различитих засада у проценту од 4 до 85%. Сви локалитети су постављени као ивични дрвореди између саобраћајнице и тротоара, са смањеном отвореном површином земље која би примала атмосферску преципитацију. Нарочито су угрожени засади на главним булеварима и транзитним саобраћајницама где је у зони засада отвореност земљишта мања од 15%. Веома забрињава да је уочено масовно сушење обода листова скоро на већини локалитета у граду (на неким локалитетима и на преко 80% одраслих стабала), које се за сада не завршава са масовном дефолијацијом, али упозорава на опште угрожено здравствено

стање и на јасну потребу пружања подршке надлежним службама градског зеленила у смислу интензивније контроле и здравствене заштите липе.

Потребно је хитно извршити додатне анализе и лабораторијско утврђивање узрока оваквих симптома, како би се избегла огромна потенцијална штета.

Утврђено је делимично сушење бреза (*Betula pendula*) на 8 локалитета у опсегу од 1 до 14% (тотално сушење-увећавање), односно 4 до 33% (делимично сушење, повећана изложеност болестима).

Поједине саднице дрвенастих врста из рода *Acer spp.* (јавора) су такође показале значајну осетљивост (са изузетком врсте *Acer negundo* – јавор жешља). На 7 локалитета је утврђено тотално сушење у опсегу од 7 до 42% засада. Поред ивичних локалитета заробљених између великих бетонираних и асфалтираних површина, утврђен је и значајан проценат сушења јавора на отвореним зеленим површинама, као што је Лимански парк. Сушење јавора утврђено је само код младих стабала чији пречник не прелази 20 см. Такође значајна је заступљеност гљивичних и бактериозних промена, вероватно секундарно као последица ослабљене отпорности. На значајном делу површина констатовано је сушење жбунастог шимшира (*Buxus sempervivens*). Ове промене на овој иначе отпорној врсти, везане су за инфестације инсеката, односно тзв. шимшировог пламенца (*Cydalima perspectalis*), источно азијског лептира који је у Србији први пут регистрован 2014. године. Превентивна заштита је ефикасна и могућа у координацији са надлежним службама и подразумева хемијске и механичке мере уклањања инсеката и заражених грана и листова. Међу четинарским врстама, нарочито ниску отпорност на сушни и температурни стрес имају врсте рода *Thuja spp.* Утврђено је сушење појединачних млађих стабала на 9 локалитета, када су у питању јавне површине. Такође је утврђено сушење неколико млађих стабала смрче (*Picea abies*) и чемпреса (*Cupressus sempervivens*) на 6 локалитета. Такође је утврђено делимично сушење игличастих листова код црног бора (*Pinus nigra*) и то већином на старијим стаблима. Међу изузетно угрожене врсте када су у питању млада стабла спадају и стабла леске (*Corylus collurna* и *Corylus avellana*). Утврђено је сушење на 8 локалитета у локалном проценту од 14 до чак 89%. Условно речено у питању су младе биљке, мада старије леске немају велике пречнике стабла. Изузетно фреквентна врста је и платан (*Platanus acerifolia*, мада су присутне и хибридне форме), која је такође показала сензитивност, и то нарочито на старијим стаблима у зонама великих булеварара са смањеном отвореном колекторском површином земљишта. На 6 локалитета је утврђено сушење старијих стабала (2-9%), али је на 9 локалитета примећено појављивање некротичних промена, и значајног степена дефолијације (13-67%) у комбинацији са симптомима гљивичних обољења. Ова украсна азијска врста, међутим углавном нема симптоме сушења на локалитетима који су отворени (паркови, зелени тргови и слично). Млађа стабла глога (*Crataegus laevigata*), показала су умерену осетљивост делимичним сушењем, са тоталном (4 локалитета, 14-30%) и делимичном (5 локалитета, 14-80%) дефолијацијом. Црни граб је (*Ostrya carpinifolia*) показао значајну сензитивност када су у питању млађа стабла, на 4 локалитета, са симптомима сушења евидентираним на 20-57% засада, а затим и керлеутериа (*Koeleruteria paniculata*) на 4 локалитета, на 10-27% засада.

Међу гранично сензитивне врсте које су ипак показале значајно већу тоеранцију и стабилнију виталност може се сврстати и багрем (констатоване су две форме исте врсте *Robinia pseudoacacia*), који има солидино здравствено стање али је констатовано 6 појединачних случајева сушења варијетета *pyramidalis* на млађим, односно 4 код варијетета *umbraculifera* на старијим примерцима. У оквиру исте фамилије лептирњача као умерено отпорну врсту наводимо и тзв. жути багрем (*Laburnum anagyroides*). Међу врсте са такође високом отпорношћу, али констатованим појединачним случајевима сушења искључиво на младим садницама пречника испод 10 цм, налазе се врсте рода храст (*Quercus spp.*). Мора се нагласити да храстови имају генотипски предодређену отпорност на сушне услове, и да су појединачни случајеви изузетно

младих стабала пре свега утврђени на уским острвима земљишта између коловозних трака као и на дрворедима који су ивични између коловоза и тротоара. Код врсте *Quercus cerris* (храст цер) и *Quercus borealis* (црвени храст) нису утврђени ни симптоми на младим стаблима, али је ова врста утврђена на малом броју локалитета у Новом Саду. Такође и брест и то сибирски (*Ulmus pumila*) и пољски (*Ulmus campestris*) је ушао у групу умерено отпорних, као и тзв. ликвидамбар (*Liquidambar styraciflua*), затим софора (*Sophora japonica*), гледичија или дивљи рогач (*Gleditchia triacanthos*) и кисели руж (*Rhus typhina*).

Међу отпорније врсте свакако спада једна од најзаступљенијих, тзв. копривић (*Celtis occidentalis* и *Celtis australis*). Нису уочени симптоми сушења ни на млађим стаблима (осим у 3 појединачна случаја) ни на старијим стаблима. Ово указује на значајан потенцијал ове врсте у будућим активностима озелењавања града. У отпорне врсте дрвећа сврставају се и орах (*Juglans regia*), врсте из фамилије ружа (*Prunus spp.*, *Malus spp.*), из фамилије ружа такође и *Sorbus hybrida*, јаребика (*Sorbus aucuparia*), каталпа (*Catalpa bignonioides*), кисело дрво (*Alianthus altissima*), dudovi (*Morus alba*, *Morus nigra*, *Morus rubra*), јавор жешља (*Acer negundo*), дивљи кестен (*Aesculus hypocastanum*), мада су на значајном броју стабала кестен, како млађих тако и старијих утврђени симптоми гљивичног обољења (*Guignardia aesculi*). Ова плесан је вероватно последица изузетно влажних услова у јуну у комбинацији са високим температурама, а значајно умањује прираст али и толеранцију на водни дефицит који наступа обично у другом делу вегетационе сезоне. У врсте високе вијабилности свакако спада и инвазивна жбунаста врста тзв. багремац (*Amorpha fruticosa*) чије се сађење ипак не препоручује због њене изразите агресивности и потискивања аутохтоне (домаће) флоре, али и због алергених карактеристика којим се нарушава људско здравље. У отпорне врсте добро прилагођене градским урбаним условима спадају аутохтони и украсни варијетети три врсте из рода јасена (*Fraxinus angustifolia* – пољски јасен, *F. excelsior* – бели јасен и *F. ornus* – црни јасен).

2. Резултати са дискусијом

Добијени резултати указују на потенцијалне проблеме који се могу решити променом неких елемената одржавања засада дрвенстих врста, али свакако још већом подршком тренутној логистици коју обављају стручни градски сервиси у процесима одржања вијабилности али и увећавања зелених градских површина. Посебно су изложени делови уже градске зоне, где је значајно угрожено снабдевање земљишта атмосферском водом, која се услед велике површине бетона и асфалта усмерава у канализацију заобилазећи коренске зоне дрвенстих врста. Повећане асфалтне и бетонске површине значајно увећавају температуру (научни радови указују на повећање од 1 до 3 степена целзијуса у просеку у урбаним зонама), повећавају аспорпцију инфрацрвеног дела спектра соларне енергије те повећавају транспирацију тј. ефикасност коришћења воде код биљака.

Адекватним побољшавањем система за наводњавање (природног али и вештачког), органским малчингом, обезбедило би се постизање оптималнијег физиолошког статуса дрвенстих врста, чиме би се такође значајно увећала њихова толеранција на болести. Могуће је и радити на побољшању квалитета земљишта додатним насипањем квалитетних супстрата.

Значај правилног избора врста и генотипова дрвећа који се предлажу као толерантнији на сушни стрес нарочито на одређеним типовима подлога које имају смањену способност везивања воде је јасна и перспективна мера. Ефикасним распоређивањем адекватних врста на одговарајућа станишта могла би се додатно повећати ефикасност преживљавања засада. Сензитивне врсте треба садити на квалитетнијим стаништима оптималнијих услова, а оне које су се у овој анализи показале као резистентне на угрожености станишта.

Веома важан аспект је и већа санитарна контрола када су у питању обољења. Многе секундарне последице све фреквентнијег сушног и температурног стреса могле би се избећи или ублажити превентивном, проактивном применом бактерицидних, фунгицидних и инсектицидних средстава, базираних како на органској, тако и на конвенцијалној стратегији сузбијања. Свакако би било потребно урадити додатна истраживања и омогућити додатну подршку јавним сервисима који одржавају зеленило у граду и у оквиру овог аспекта хемијске заштите.

Назив врсте	Млада стабла	Стара стабла
<i>Abies alba</i>	Orange	Green
<i>Acer campestre</i>	Orange	Green
<i>Acer negundo</i>	Green	Green
<i>Acer platanoides</i>	Orange	Green
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Orange	Green
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Green	Green
<i>Ailanthus altissima</i>	Green	Green
<i>Amorpha fruticosa</i>	Green	Green
<i>Betula pendula</i>	Red	Red
<i>Buxus sempervirens</i>	Red	Orange
<i>Catalpa bignonioides</i>	Green	Green
<i>Celtis australis</i>	Green	Green
<i>Celtis occidentalis</i>	Green	Green
<i>Corylus avellana</i>	Red	Green
<i>Corylus colurna</i>	Red	Green
<i>Crataegus laevigata</i>	Orange	Green
<i>Cupressus sempervirens</i>	Orange	Green
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Green	Green
<i>Fraxinus excelsior</i>	Green	Green
<i>Fraxinus ornus</i>	Green	Green
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Orange	Green
<i>Juglans regia</i>	Green	Green
<i>Laburnum anagyroides</i>	Green	Green
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Orange	Green
<i>Malus floribunda</i>	Green	Green
<i>Morus alba</i>	Green	Green
<i>Morus nigra</i>	Green	Green
<i>Morus rubra</i>	Green	Green
<i>Picea alba</i>	Red	Green
<i>Pinus nigra</i>	Orange	Orange

<i>Pinus sylvestris</i>	Orange	Green
<i>Platanus acerifolia</i>	Green	Orange
<i>Platanus acerifolia</i>	Orange	Red
<i>Populus alba</i>	Green	Orange
<i>Populus deltoides</i>	Green	Orange
<i>Populus euroamericana var. canadensis</i>	Green	Red
<i>Populus euroamericana var. italica</i>	Green	Green
<i>Populus nigra</i>	Green	Orange
<i>Populus nigra var. italica</i>	Green	Orange
<i>Prunus avium</i>	Green	Green
<i>Prunus cerasifera 'Pissardii'</i>	Orange	Green
<i>Prunus cerasus</i>	Green	Green
<i>Prunus domestica</i>	Green	Green
<i>Prunus x cistena</i>	Orange	Green
<i>Quercus borealis</i>	Green	Green
<i>Quercus cerris</i>	Orange	Green
<i>Quercus pedunculata</i>	Orange	Green
<i>Quercus pubescens</i>	Orange	Green
<i>Quercus sesseliflora</i>	Orange	Green
<i>Rhus typhina</i>	Orange	Green
<i>Robinia pseudoacacia var. pyramidalis</i>	Orange	Green
<i>Robinia pseudoacacia var. umbraculifera</i>	Green	Orange
<i>Salix alba</i>	Green	Green
<i>Salix babylonica</i>	Green	Green
<i>Salix caprea</i>	Green	Green
<i>Salix cinerea</i>	Green	Green
<i>Salix fragilis</i>	Green	Green
<i>Salix matsudana</i>	Green	Green
<i>Sophora japonica</i>	Orange	Green
<i>Sorbus aucuparia</i>	Green	Green
<i>Sorbus hybrida</i>	Green	Green
<i>Thuja spp.</i>	Red	Orange
<i>Tilia argentea</i>	Orange	Red
<i>Tilia parvifolia</i>	Orange	Red

Ulmus campestris

Ulmus pumila



Процењено стање стабала:



Сл. 1. Графички приказ најфреквентнијих дрвенастих врста у граду Новом Саду, са степеном угрожености.

Наведени резултати су јасно указали на даљу перспективу и могућности успешнијег одржавања и проширивања зелених површина високе виталности када су у питању дрвенасте врсте у градској хортикултури. Даље активности би подразумевале креирање детаљне мапе дрвенастих врста на најважнијим саобраћајницама, као и на одређеном броју споредних и мањих улица, анализе конкретних узрока евидентираних обољења и смањене вијабилности анализираних врста, мапирање физичко-хемијских карактеристика земљишта пре свих на критичним локалитетима и алгоритамска анализа свих ових података у циљу прецизније процене будућих активности. Овакав приступ ће дугорочно донети значајне уштеде јер ће се повећати ефикасност одржавања дрвенастих засада.

Литература

1. Бараћ, С.: Механизација биљне производње. Пољопривредни факултет, Приштина-Лешак, 2003
2. Нешковић, М., Коњевић, Р., Тулафић, Љ.: Физиологија биљака, ННК Интернационал, Београд, 2010.
3. Кастори, Р.: Физиологија биљака, Научна књига, Београд, 1989.
4. Живић, Ј.: Биотехнологија у заштити биља, практикум, ВППШСС, Прокупље, 2016.
5. Поповић, Ж.: Физиологија биља, Београд, 1989.
6. Шутић, Д.: Анатомија и физиологија болесних биљака, Нолит, Београд, 1987.
7. „Часписи: *Заштита биља и Фитомедицина*“.

Анализа потенцијала коришћења обновљивих извора енергије на територији града Новог Сада

Доц. др Сунчица Вјештица¹, проф. др Јордан Алексић¹, доц. др Златко Драгосављевић¹, маг. биол. Невена Милошевић¹, маг. зашт. жив. сред. Ивана Шеклер¹, маг. екон. Димитрије Алексић¹

¹Универзитет Сингидунум, Факултет за примењену екологију „Футура“ у Београду, Пожешна 83а, 11000 Београд, Србија

Администратор пројекта: маг. екон. Александра Вујанић
Веб администратор: Бранко Милинковић

Климатски поремећаји нису заобишли ни Србију, температуре расту од почетка 80 - тих година прошлог века, услед чега имамо све топлија и сушна лета, екстремне промене временских прилика, осцилације температуре, периоде нестабилне климе, поплаве, град и остале непогоде.

У складу са основним принципима Кјото протокола и потребом смањења производње енергије из фосилних горива, један од кључних проритета који су кроз своје стратегије препознале земље потписнице протокола, је повећање учешћа обновљивих извора у производњи енергије. Србија је између осталог, ратификацијом Уговора о оснивању енергетске заједнице, прихватила обавезу да донесе и реализује план примене директиве 2001/77/ЕС о промовисању производње електричне енергије из обновљивих извора енергије.

Потрагу за новим изворима енергије подстакла је и ограниченост конвенционалних ресурса који се неконтролисано експлоатишу. Светске залихе нафте се непрекидно смањују, а цена нафте расте, због чега ова сировина, према проценама светских експерата, већ средином 21. века, неће бити довољно комерцијална. Са друге стране, употреба ОИЕ подстиче обновљиви развој и еколошки је прихватљива. Оно што представља проблем су значајне почетне инвестиције у поређењу са инвестицијама у конвенционалне изворе енергије, што многе инвеститоре одвраћа од улагања. Овај проблем се решава тзв. „Feed IN“ тарифама, односно подстицајним ценама електричне енергије добијене из обновљивих извора. Поред еколошког, употреба ОИЕ доприноси и развоју економије смањењем увоза фосилних горива, отварањем нових радних места и развоју локалне индустрије.

Снабдевање обновљивим изворима енергије је један од главних изазова са којима ће се човечанство суочити у наредним деценијама, посебно због потребе за решавањем проблема климатских промена. Обновљиви извори енергије могу значајно да допринесу обезбеђивању будуће потражње енергије на одржив начин. Потенцијал се може знатно проширити у производњи топлоте, електричне енергије и горива за транспорт и може знатно побољшати одрживост пољопривреде и социо - економски статус фармера и руралних заједница.

Енергетски потенцијал ОИЕ у Србији је значајан и процене говоре о преко 4 милиона еквивалента нафте (тен) годишње, што одговара, према проценама стручњака, готово половини годишње потребе земље за енергијом. Тај потенцијал је велики, посебно у поређењу са неким европским земљама попут Малте која оскудева у обновљивим изворима енергије.

У неким врстама обновљивих извора, међутим, Србија по потенцијалу заостаје за неким чланицама ЕУ, попут Данске и Шпаније у области ветра. Највећим потенцијалом у Србији се сматра биомаса. Потенцијал биомасе у Србији износи око 3,4 Мтое годишње (2,3 Мтое је неискоришћени, а 1,1 Мтое се већ користи), 1,7 Мтое у хидропотенцијалу (0,8 Мтое годишње је неискоришћени, а 0,9 Мтое годишње је искоришћени хидропотенцијал), 0,2 Мтое годишње

у геотермалној енергији, 0,1 Мтое годишње у енергији ветра, 0,2 Мтое годишње у соларној енергији и 0,04 Мтое годишње у биоразградивом делу отпада.

Република Србија од укупно расположивог техничког потенцијала ОИЕ већ користи 35 % (0,9 Мтое искоришћеног хидро потенцијала и 1,06 Мтое искоришћеног потенцијала биомасе и геотермалне енергије).

Државе Европске уније су себи задале амбициозан циљ да повећају удео обновљивих извора енергије са 8,5% у 2005. на 20% целокупне потрошње енергије у ЕУ до 2020. Ово повећање удела обновљивих извора енергије је неопходно у борби са глобалним, климатским променама и тренутно даје више од 350.000 радних места са годишњим прометом од 30 милијарди еура.

Проблеми на које се односио Пројекат су одсуство енергетских задруга, лоше пољопривредне технике, потреба за побољшањем стратешког оквира, одсуство јавно - приватног партнерства, дијалог између ОЦД и пољопривредника са креаторима политика, јер је Србија ретка земља у региону без субвенција за енергетске усеве, а ни за постројења за прераду биоенергије.

Основни циљеви пројекта били су: допринос знању и разумевању одрживе животне средине кроз иницирање, едукацију и подршку заинтересованих страна у коришћењу обновљивих извора енергије; израда студије „Анализа могућности коришћења обновљивих извора енергије на територији Града Новог Сада“; реализација промотивних активности пројекта, које имају за циљ да пруже општу информацију о пројекту, његове изазове, циљеве, организацију и утицај на циљне групе; успостављање дијалога између заинтересованих страна, размена мишљења, чиме би се подстакле циљне групе да изразе мишљење: очекивања, сумње и страхове.

Очекивани резултати пројекта (краткорочни): разумевање концепта обновљивих извора енергије и бенефита њихове примене од стране заинтересованих страна и локалне заједнице; подигнута свест циљној групи (пољопривредницима, предузећима, пољопривредним саветодавним службама, медијима, локалној самоуправи и локалној заједници) о одрживој животној средини, снабдевању енергијом из обновљивих извора и о производњи и примени биомасе; унапређено знање о коришћењу обновљивих извора енергије; идентификовани капацитети обновљивих извора енергије и потенцијали за производњу додатних количина биомасе на територији града Новог Сада.

Очекивани резултати пројекта (дугорочни): успостављање одрживог енергетског система, повећање енергетске независности; смањено загађење животне средине на територији Града Новог Сада; допринос заштити и унапређењу стања животне средине на територији Града.

Пројекат је дизајниран да задовољи специфичне потребе и ограничења Града Новог Сада. Финансијска одрживост ће се осигурати кроз учешће широког спектра локалних актера, од пољопривредника, предузетника и компанија, до градске управе и јавних предузећа. Израђена Студија представља стратешки оквир и потенцијал за примену обновљивих извора енергије и основе за развој политике, али може да буде основ за подношење захтева за финансирање из различитих националних и међународних извора у будућности.

У оквиру Националне стратегије одрживог коришћења природних ресурса и добара наводе се кључни проблеми и препреке за развој коришћења обновљивих извора енергије у Србији:

- 1) непостојање јасно дефинисане обавезе оператера преносног односно дистрибутивног система да приоритетно прикључују произвођаче који користе ОИЕ на мрежу и да обновљивој енергији дају првенство у диспечирању;
- 2) недостатак знатног броја стандарда опреме и поступака за експлоатацију ОИЕ;
- 3) недовољан број прописа за пројектовање, израду, контролу и монтажу / уградњу уређаја који користе ОИЕ;

- 4) недовољан број акредитованих лабораторија атестираних за постројења која користе ОИЕ;
- 5) неекономске цене електричне енергије и диспаритет цена енергената.

Такође поред горе наведених проблема и препрека, постоје и додатни проблеми који онемогућавају да се обновљиви извори енергије користе у већој мери, као што су на пример скупи банкарски кредити за пројекте коришћења ОИЕ, компликоване и дуготрајне процедуре издавања дозвола и сагласности за пројекте изградње постојења на ОИЕ, недовољно подстицајан порески и систем субвенција за коришћење ОИЕ.

Још један од проблема је и недостатак свести у јавности о значају коришћења ОИЕ. Након што су утврђени проблеми и препреке за развој коришћења обновљивих извора енергије у Србији, у оквиру Националне стратегије одрживог коришћења природних ресурса и добара, дефинисани су и стратешки циљеви за одрживо коришћење обновљивих извора енергије.

Повећање учешћа обновљивих извора енергије подразумева производњу енергије са што мање негативних последица по животну средину, по воду, ваздух, земљиште, а посредно и на читав ланац исхране, биодиверзитет и људско здравље. Једну од важних алтернатива за фосилна горива, у оквиру обновљивих извора енергије представља биомаса, која се сматра CO₂ неутралном. Примена обновљивих извора енергије у Граду Новом Саду би допринела смањењу емисије CO₂, смањењу зависности од фосилних горива и знатној новчаној уштеди. Може се закључити да се ОИЕ на територији Града Новог Сада готово уопште не користе или се користе у занемарљивој мери, иако су потенцијали у овој области огромни.

Регулаторне мере: Израдити Стратегију развоја енергетике за подручје Града Новог Сада, са правцима развоја за сваки енергетски систем на подручју Града; циљне % за коришћење ОИЕ и повећања енергетске ефикасности; Израдити Одрживи енергетски акциони план (SEAP-Sustainable Energy Action Plan). Акциони план мора да садржи јасан циљ - проценат смањења емисије CO₂ на основу анализа енергетске потрошње у зградарству, индустрији, саобраћају, као и акције за смањење емисије CO₂.

Мере у оквиру просторног и урбанистичког планирања/Просторни план Новог Сада: Дефинисати могућност употребе ОИЕ са мерљивим циљевима за сваки извор; Дефинисати могућност изградње и опремања центра (БИОЕНЕРГО ЛОГИСТИЧКИ ЦЕНТАР) за сакупљање и обраду биомасе; Одредити потенцијалне локалитете у когенеративно постројење за производњу електричне и топлотне енергије (засебне или у оквиру БИОЕНЕРГО ЛОГИСТИЧКОГ ЦЕНТРА); Одредити потенцијалне локалитете и параметре за изградњу осталих енергетских објеката (соларне електране и енергане, ветрогенераторска поља, велике и мале хидроелектране и геотермалне бушотине).

Генерални план Новог Сада: Прописати стратешке циљеве за употребу ОИЕ на градском подручју у области зградарства (соларна енергија, биомаса и геотермална енергија), индустрије (соларна енергија, биомаса, геотермална енергија, когенерација, могућност коришћења отпадне топлоте, хидроенергија) и саобраћаја (соларна енергија).

Планови генералне и детаљне регулације: Омогућити примену пасивних и активних соларних система и дати параметре за њихово постављање (стакленици, постављање соларних панела као кровних и фасадних елемената, као надстрешница за паркирање и за пуњаче електричних аутомобила, примена на јавним површинама, на семафорима, светлећим рекламама, билбордима, могућност изградње соларних електрана и енергана у радним зонама); Планирати делимично или потпуно снабдевање електричном и топлотном енергијом из ОИЕ за објекте јавне намене; Дефинисати параметре за изградњу енергетских објеката на пољопривредним земљиштима који користе биомасу или комбинују више врста ОИЕ (модел БИОЕНЕРГО); Сагледати могућност производње биогаса на територији регионалне депоније и изградње пречишћавајућих отпадних вода; Планирати изградњу иновативног канализационог система (ЕКОСИСТЕМСКОГ

ПРОЦЕСОРА) у сеоским насељима (приоритет села на обронцима Фрушке Горе због гравитационог пада) или деловима околних насеља са већом густином становања и развијенијом уличном мрежом (систем би подразумевао колекторску мрежу, главни колектор и постројење за пречишћавање отпадних вода одговарајућег типа и величине за свако насеље појединачно или за више насеља уколико се то покаже техно-економски оправданим). За разуђена насеља мале густине становања и лошије развијене путне мреже, третман отпадних вода решавати индивидуално по домаћинствима или мањим групама домаћинстава; Дефинисати параметре за постављање ветрогенератора за сопствене потребе на парцелама и објектима; Дефинисати могућност и параметре за бушење бунара у сврху коришћења (хидро)геотермалне енергије; Дефинисати површине и локације за формирање енергетских засада *Miscanthus-a*, као енергетској *поштенцијала* у *лојистичким центрима*; Дефинисати површине и локације за остале енергетске засаде на површинама намењеним јавном заштитном зеленилу (до максимално 30%).

Остале мере за подстицај употребе ОИЕ: Израдити планове и реализовати пројекте за повећање енергетске ефикасности и употребу ОИЕ за све објекте јавне намене на подручју Града; Формирати посебан буџетски фонд у ову сврху.

Увођење јавно-приватног партнерства: Успостављање јавно – приватног партнерства за највеће пројекте на унапређењу енергетске ефикасности и коришћења ОИЕ; Успостављање јавно – приватног партнерства за изградњу логистичког центра за сакупљање и третман расположиве биомасе на територији Града.

Модел финансирања: Успоставити олакшавајуће кредитне линије са пословним банкама на територији Града за куповину уређаја који користе ОИЕ и уређаје и опрему за повећање енергетске ефикасности; Дефинисати модел за субвенционисање потенцијалних инвеститора који користе ОИЕ у сопственој производњи или планирају да производе ОИЕ у енергетске сврхе; Имплементирати ESCO (Energy Service Company) модел финансирања иновативних пројеката за индустријска постројења, јавна предузећа и резиденцијалне кориснике.

ЗБОРНИК РАДОВА

Окрени нови лист 10

Уредник и издавач:



Град Нови Сад

ГРАДСКА УПРАВА ЗА ЗАШТИТУ

ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Руменачка 110а, Нови Сад

www.environovisad.rs

Штампа:

„САЈНОС“ д.о.о. Нови Сад

Момчила Тапавице 2

Тел/факс: +381 21 499 461

Тираж: 600

БЕСПЛАТАН ПРИМЕРАК

2019. година

