

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ - ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ**

**ПРОЈЕКАТ**

**"МОНИТОРИНГ ЗЕМЉИШТА - РЕЦЕНТНО СТАЊЕ КВАЛИТЕТА  
ЗЕМЉИШТА У ПЛАВНИМ ЗОНАМА РЕКЕ КОЛУБАРЕ"  
(Извештај)**

**Уговор закључен између:**

**ЈП за заштиту и унапређење животне средине на територији градске општине  
Обреновац, Краља Александра I 8/б, Обреновац  
(бр. 1040/13) од 22.04.2013. године**

**и**

**Универзитета у Београду - Шумарског факултета, Београд, Кнеза Вишеслава 1  
(бр. 01-2733/6) од 22.04.2013. године**

**Руководилац пројекта: др Снежана Белановић Симић, ванр. проф.**

**Сарадници: др Ратко Кадовић, ред. проф.,  
др Станимир Костадинов, ред. проф.,  
др Драган Чакмак, виши научни сарадник,  
дипл. инж. Јелена Белоица, истраживач сарадник,  
дипл. инж. Вукашин Милчановић, асистент,  
Предраг Миљковић, сарадник у настави**



*Београд, октобар 2013.*

## Садржај

	страна
1. Увод.....	2
2. Подручје проучавања.....	3
3. Метод рада.....	5
4. Резултати проучавања.....	8
4.1. Основна хемијска својства проучаваног земљишта.....	9
4.2. Анализа акумулације органског угљеника у земљишту.....	11
4.3. Анализа садржаја микроелемената (Hg, Cd, Pb и As) у земљишту.....	13
4.4. Анализа садржаја пиралена у земљишту.....	16
4.5. Анализа процеса ацидификације.....	17
4.5.1. Процена критичних оптерећења азота и сумпора.....	17
4.5.2. Процена осетљивости према ацидификацији на основу критеријума осетљивости .....	18
5. Стање квалитета проучаваног земљишта и предлог даљег мониторинга.....	20
6. Литература.....	22
Прилози .....	24

## 1. Увод

Земљиште представља један од најважнијих природних ресурса, непроцењиво добро читавог човечанства (никако једне генерације, једне нације, групе или појединца). Споро се образује, а процесима деградације брзо уништава. Земљиште се, због тога, мора сматрати као ограничен, критичан, стратешки и, практично, необновљив ресурс, чија регенерација, у оквиру различитих природних процеса, представља дуготрајан процес.

Способност земљишта да обезбеди развој екосистема може се изразити преко његових еколошких и друштвено-економских функција, између којих постоје бројне противуречности, посебно у начину коришћења земљишта. Ако се пође од често цитиране дефиниције да "квалитет земљишта представља капацитет специфичног типа земљишта да функционише унутар природних или газдинских граница екосистема, да одржи биљну и животињску продуктивност, сачува или повећа квалитет воде и ваздуха и подржи здравље и стандард људи" (SSSA 1995, cit. Karlen et.all, 1997, Bouma, 1997, Белановић, 2006), онда је јасно да мониторинг земљишта представља први корак у развоју Стратегије за заштиту овог ресурса.

Еколошки квалитетно земљиште је предуслов за чисту воду и ваздух, биолошку разноврсност, висок принос у агроекосистемима и прираст у шумским екосистемима. Ово подразумева да земљиште испуњава основне функције, као што су: хидролошка, одржива биљна и животињска производња (диверзитет и продуктивност у одређеном екосистему), способност ретензије полутаната и непрекинут циклус кружења хранљивих елемената (С, N, P – трансформација и кружење у земљишту). Разумевање квалитета земљишта подразумева процењивање и управљање земљиштем, тако да се његове функције одржавају у оптимуму и без, евентуалне, деградације коришћењем у будућности.

Систематско узорковање и анализе земљишта представљу поуздан извор података за утврђивање рецентног стања квалитета земљишта у плавној зони реке Колубаре. Познавање квалитета земљишта је свакако индикатор за ефикасније коришћење унутрашњих ресурса и бољу интеграцију са окружењем, а што је остваривање основног стратешког циља Општине. Познавање стања квалитета земљишта од посебног је значаја за просторно и урбанистичко планирање општине Обреновац, која је већ дефинисала значај планирања и уређења простора.

Имајући у виду наведено, основни циљ пројекта је рецентно стање квалитета земљишта у одабраном делу плавне зоне реке Колубаре на територији општине Обреновац, који ће представљати део Интегралног система заштите животне средине и правилног управљања деградираним површинама.

У овом извештају, наводе се резултати истраживања стања појединих параметара земљишта на одабраној површини плавне зоне. Анализирани параметри представљају основу за разраду мониторинга земљишта на ширем подручју плављења реке Колубаре.

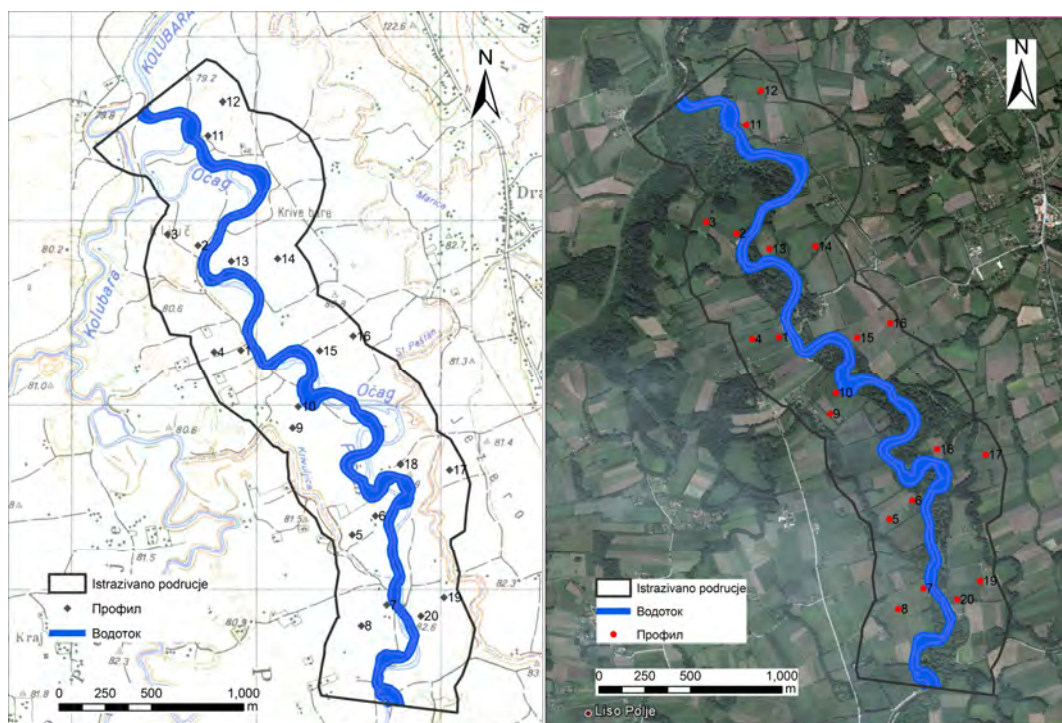
## 2. Подручје проучавања

На територији општине Обреновац честа је појава поплава. Након изградње насипа на десној обали Саве (80-тих година 20.века) дуж северне границе општине Обреновац, нису се више дешавала плављења овог простора њеним изливањима (Dragićević, et. al., 2007). При наглom отапању снежног покривача и обилнијим пролећним падавинама настају велике поплаве у алувијалним равнинама Колубаре и њених великих притока.

Рецентна плављења су условљена веома честим изливањима реке Колубаре код Пољана, чак и више пута у току године. Меандрирање тока Колубаре последица је великог антропогеног утицаја. Индиректни утицаји условљени су бројним активностима у сливу, пре свега промена начина коришћења земљишта, пошумљавања или девастацију простора, урбанизација, активности РЕИК Колубара, бројне мелиоративне захвате, и др (Dragićević, et. al., 2007).

У сливу Колубаре стогодишња велика вода угрожава 17000 ha најплоднијег земљишта (Dragićević, et. al., 2007). Дуж саме Колубаре постављени су заштитни насипи, који дају извесну сигурност мада, стохастичност појаве великих вода Колубаре је таква да ту нема и потпуне безбедности. Током осамдесетих година прошлог века појачани и дорађени су одбрамбени насипи на простору општине Обреновац, али простор Пољана остављен је у потпуности незаштићен. Овај простор је остављен незаштићен са објашњењем да представља заштиту самог градског језгра, а за ту зону је угрожена територија Пољана (Dragićević, et. al., 2007).

На подручју Пољана узети су узорци земљишта за детаљна проучавања у зони издвојене локације (слика 1) (табела 1), на делу дужине водотока од 5,817 km.

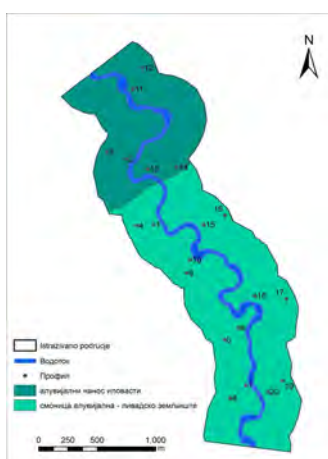


Слика 1. Подручје проучавања

Табела 1. Површина проучаваног подручја

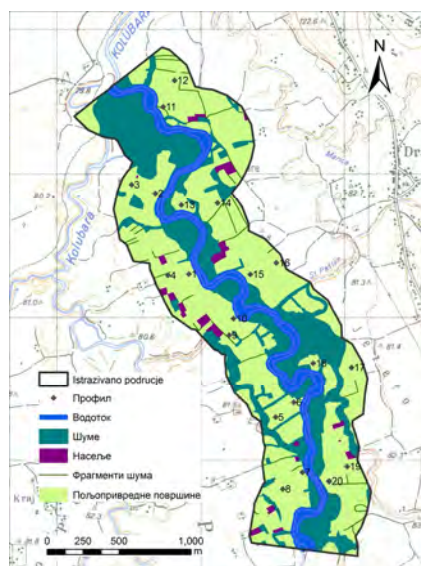
Зона истраживања	површина (ха)
лево 100 m	59.799
десно 100 m	81.316
лево 200 m	54.396
десно 200 m	91.21
<b>сума</b>	<b>286.721</b>

Према Педолошкој карти Р. Србије на проучаваном подручју заступљени су: алувијални нанос (иловасти) на око 33% и смоница алувијална - ливадско земљиште на око 67 % (слика 2).



Слика 2. Типови земљишта проучаваног подручја

На слици 3, приказани су начини коришћења земљишта, шумско и пољопривредно на одабраном локалитету. На подручју општине Обреновац пољопривредне површине заузимају 31126 хактара а површине под шумом 3 118 хектара (<http://sh.wikipedia.org>).



Слика 3. Начин коришћења земљишта на проучаваном подручју

### 3. Метод рада

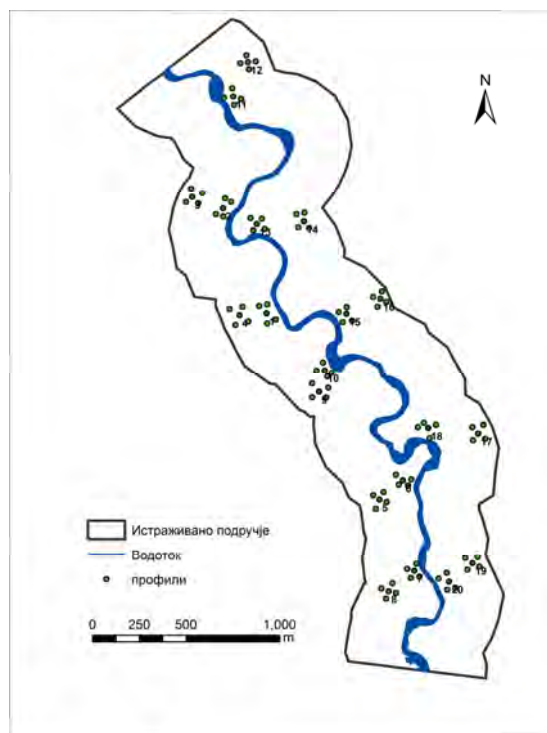
Проучавањима су обухваћени:

#### 1. Обрада метеоролошких података са ЕМЕРА и GMS

Од метеоролошких података за проучавани локалитет анализирани су: десетогодишње месечне суме падавина, средње месечне температуре и сума сунчаних сати на месечном нивоу, за период 2000-2009. Метеоролошки подаци су обрађени у MetHyd моделу (Version 1.4.4., Alterra, ССЕ, 2010, 2013).

Подаци о киселим депозицијама ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$ ) и депозицијама базних катјона (Ca, Mg, K, Na и Cl) коришћени из ЕМЕР (European Monitoring and Evaluation Programme for Transboundary Long-Range Transported Air Pollutants) базе података.

#### 2. Проучавања основних физичких и хемијских својстава земљишта методама ЈДПЗ-а (1966, 1997)



Слика 4. Положај локација узорковања земљишта

Profil	X	Y	површина (m <sup>2</sup> )	површина (ar)
1	7438008	4936195	4543,74	45,44
2	7437613	4936818	3625,63	36,26
3	7437504	4936883	4407,69	44,08
4	7437582	4936127	6070,71	60,71
5	7438025	4935309	3935,39	39,35
6	7438188	4935363	2833,75	28,34
7	7438706	4934926	3167,58	31,68
8	7438509	4934818	3702,89	37,03
9	7438088	4936007	5218,84	52,19
10	7438217	4936005	2958,96	29,59
11	7437855	4937396	3979,64	39,80
12	7437806	4937634	3136,76	31,37
13	7438063	4936603	3670,48	36,70
14	7438181	4936625	3822,34	38,22
15	7438426	4936173	3395,72	33,96
16	7438596	4936300	3264,40	32,64
17	7439303	4935877	4539,38	45,39
18	7439127	4935884	4183,38	41,83
19	7439035	4934915	3939,62	39,40
20	7438877	4934897	4082,27	40,82
<b>просечна површина</b>			<b>3923,96</b>	<b>39,24</b>
<b>min</b>			<b>2833,75</b>	<b>28,34</b>
<b>max</b>			<b>6070,71</b>	<b>60,71</b>

Узорци земљишта узети су на пољопривредним површинама као композитни узорци са 0,2 - 0,6 ха површине (за припрему једног просечног узорка узимало се 5

појединачних). Узорци су узети са 20 локација, и то у зони од 100 m и 300 m на левој и десној обали Колубаре. На пет профила издвојене су по четири локације у изабраним зонама где су узети композитни узорци. Изабрани GRID систем подразумева квадратну шему одакле се из сваког темена и средишне подлокације узима око 500 g узорка и директно пакује у Рилсан кесе које се чврсто затварају назубљеним пластичним тракама. Након паковања узорака врши се њихово одношење у референтне лабораторије. На слици 4, приказана је шема узимања узорака.

### 3. Проучавања садржаја микроелемената (Hg, Cd, Pb и As) у земљишту,

У табели 2, приказан је сет параметара и примењене аналитичке методе.

Табела 2: Параметри и референтне методе за анализе земљишта

Параметар	Јед. мере	Референтна методе	Лабораторија**
pH (0,01M CaCl <sub>2</sub> )		SRPS ISO 10390:2007	Институт за земљиште Београд
pH ((H <sub>2</sub> O))		SRPS ISO 10390:2007	
Хумус	%	ZILUH-4	
Укупни азот	g.kg <sup>-1</sup>	Kjeldalh, макрометода*	
Укупни Hg*, As, Pb иCd	mg.kg <sup>-1</sup>	SRPS-ISO 14870 (2005)	
Адсорптивни комплекс	cmol(+).kg <sup>-1</sup>	ZILUH-9	MOL d.o.o. Београд Градски завод за јавно здрав.
Засићеност базама (V)	%	ZILUH-9	
Полихлоровани бифенили (PCB)	mg.kg <sup>-1</sup>	EPA M 8082 A:1996 ISO 10382:2002	

\* метода ван обима акредитације

\*\* акредитована лабораторија где су обављене анализе

Садржај микроелемената и пиралена у земљишту поређен је са граничним вредностима према Уредби о програму систематског праћења квалитета земљишта, индикаторима за оцену ризика од деградације земљишта и методологији за израду ремедијационих програма Р Србије (2010; mg.kg<sup>-1</sup>: As- 29; Pb - 85, Cd - 0,8, Hg -0,3).

### 4. Процена акумулације и задржавања C у земљишту према IPCC

Прорачун количине органског угљеника (SOCD) за сваки профил земљишта извршен је према формули (Vladimir S., et. al., 2003).

$$SOCD = \sum_{i=1}^n \left( SOC_i \cdot BD_i \cdot T_i \cdot \left( 1 - \frac{C_i}{100} \right) \right), \quad (1)$$

где су: SOCD - количина земљишног органског угљеника (kg·m<sup>-2</sup>),



$T_i$  - дебелина слоја земљишта (cm),  
 $BD_i$  - густина сувог земљишта ( $g \cdot cm^{-3}$ ),  
 $SOC_i$  - садржај земљишног органског угљеника ( $g \cdot kg^{-1}$ ),  
 $C_i$  - процентуално учешће фракције  $>2$  mm у слоју  $i$ , респективно.

Густина сувог земљишта (BD), где није мерена, израчуната је према једначини Adama (1973) (Белановић, 2012):

$$BD = \frac{100}{\frac{\%OM}{0,244} + \frac{100 - \%OM}{MBD}}, \quad (2)$$

где су: OM – садржај органске материје, MBD – густина земљишта минералних слојева.

## 5. Процена закисељавања земљишта

Анализа процене статуса ацидификације одређена је методом класификације земљишта према осетљивости на процес ацидификације (Kuylenstierna, 2001), и применом VSD модела (VSD-Studio 3.5., Alttera, 2001-2011, CCE).

У методи класификације земљишта према осетљивости на процес ацидификације CEC и BS су кључна својства земљишта у процесу неутрализације киселости. На основу 3 категорије CEC (капацитет катјонске измене) и 5 категорија BS (засићеност базама) дефинисано је 5 класа осетљивости земљишта према процесу ацидификације од I (веома осетљива) – V (слабо осетљива) табела 3.

Табела 3. Критеријуми за одређивање осетљивости земљишта према ацидификацији

	CEC (meq/100g )			
		< 10	10 - 25	>25
BS	0 - 20	I	I	II
%	20 - 40	I	II	III
	40 - 60	II	III	IV
	60 - 80	III	IV	V
	80 -100	V	V	V

За анализу процеса ацидификације на изабраним локалитетима примењен је модел VSD (Very Simple Dynamic soil acidification Model). VSD модел је настао из SMB модела (Simple Mass Balance model, Posch and De Vries, 1999), који служи за прорачун критичних оперећења сумпора и азота у екосистемима. VSD модел је базиран на скупу масених једначина помоћу којих се представљају процеси размене јона, скупа једначина граничних вредности и равнотеже земљишних процеса. VSD динамички модел показује ефекте киселе депозиције на земљишни раствор током времена. Кључни процеси укључени у модел су елементи флукса депозиције, усвајања хранљивих материја, кружење хранљивих материја укључујући минерализацију, процесе распадања и ослобађања базних катјона и алуминијума и испирање елемената у



подземне воде. (Posch, Reinds, 2008). Такође, равнотежно стање земљишног раствора представља део модела.

Критична оптерећења за ацидификацију укључују депозицију N и S, изводе се из равнотежног стања набоја јона у земљишном раствору ( $y \text{ eq ha}^{-1} \text{ god}^{-1}$ ):

$$H_{le} + Al_{le} + BC_{le} + NH_{4,le} = SO_{4,le} + NO_{3,le} + Cl_{le} + HCO_{3,le} + Org_{le}$$

Максимално критично оптерећење за сумпор  $CL_{\max}(S)$  у овом моделу се добија из следеће релације:

$$CL_{\max}(S) = BC_{dep} - Cl_{dep} + BC_w - BC_u - ANC_{le,crit}$$

где  $ANC_{le,crit}$  представља критични капацитет неутрализације.

Максимално и минимално критично оптерећење азота  $CL_{\max}(N)$  се добија из следећих релација:

$$CL_{\max}(N) = CL(N) + \frac{CL_{\max}(S)}{1 - f_{de}}$$

Ови параметри ( $CL_{\max}(S)$ ,  $CL_{\max}(N)$ ), дефинишу функцију критичних оптерећења.

У анализама на изабраном локалитету, као хемијски критеријум који је изабран за детерминацију функције је оптимална рН вредност (6,5 - 6,8) земљишног раствора за развој већине пољопривредних усева.

У оквиру овог пројекта дефинисана су дугорочна критична оптерећења и прекорачења депозиција S и N, као и симулација промене рН вредности земљишта за усвојене сценарије **S1** и **S2** за период до 2100 и 2200 године.

#### 4. Резултати проучавања

Промене у начину коришћења земљишта, неадекватне мере управљања земљишним простором, утицаји загађења, како ваздушна депозиција тако и услед наношења речног седимента (суспендованог или вученог наноса) значајно утичу на стање квалитета земљишта и одржавање његових основних регулаторних функција у екосистему.

Да би земљиште било продуктивно морају да се обезбеде његове основне функције: обезбеђивање физичких, хемијских и биолошких услова за живи свет; прихватање и одвођење вода, акумулирање хранљивих и осталих елемената; одржавање биолошке активности и биодиверзитета; филтер, пуфер, способност везивања и задржавања органских и неорганских супстанци; као и механичка носивост. Ове основне функције, заједно, обезбеђују уопште функције као што су одржавање природних екосистема и процеса, продукцију хране и влакана, основу за инфраструктуру, затим филтер за подземне воде и као извор сировина. Свака евалуација квалитета земљишта мора бити разматрана кроз његову мултифункционалност.

Према описаној методологији узорковање земљишта вршено је 07.06 2013. и 12.06 2013 године. Референтне лабораторије Института за земљиште у Топчидеру и МОЛ-у. д.оо, из Београда су током јуна, јула урадили анализе земљишта (Извештаји у прилогу).

#### 4.1. Основна хемијска својства проучаваног земљишта

Основна хемијска својства проучаваног земљишта приказани су у табели 4.

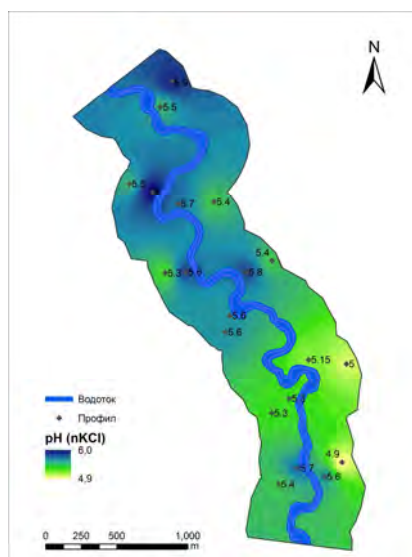
Табела 4. Основна хемијска својства проучаваног земљишта

Узорак	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (nKCl)	Humus %	N %	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	K <sub>2</sub> O mg/100g
1	7,1	5,8	3,49	0,22	9,64	3,63	14,6
2	7,4	6	3,31	0,2	9,13	2,66	24,5
3	7	5,5	3,75	0,24	9,48	8,37	29,3
4	6,5	5,3	4,61	0,28	9,27	8,28	29,2
5	6,4	5,3	4,27	0,27	9,37	2,16	23
6	6,4	5,3	4,37	0,27	9,09	3,51	27
7	6,7	5,7	3,75	0,24	9,11	4,42	26,6
8	6,7	5,4	4,19	0,27	9,13	3,31	25
9	6,8	5,6	4,12	0,26	9,3	6,81	34
10	6,9	5,6	4,25	0,26	9,77	5,52	29,5
11	6,7	5,5	3,98	0,24	9,24	3,21	27,4
12	7	5,9	3,44	0,22	9,68	3,64	25,6
13	6,7	5,7	4,56	0,27	9,26	1,84	24,4
14	6,4	5,4	4,33	0,27	9,17	2,76	28,8
15	6,9	5,8	3,53	0,22	9,94	4,31	27,8
16	6,4	5,4	4,75	0,28	9,59	7,61	26,3
17	6,1	5	3,8	0,23	9,07	7,09	33,8
18	6,3	5,15	3,77	0,24	9,58	6,69	26,6
19	6	4,9	4,76	0,29	9,46	4,61	26
20	6,7	5,6	3,8	0,23	9,64	4,51	25,6

Реакција земљишног раствора (pH у H<sub>2</sub>O - од 6 до 7,4) је слабо кисела до слабо алкална. За дефинисање производног квалитета земљишта од посебног значаја је pH у KCl, која се за проучавана земљишта креће од киселе до слабо киселе реакције, при чему 50% испитаних узорака припада категорији киселих земљишта. Средња вредност супституционе киселости је у граничном опсегу између ове две категорије. Потребно је нагласити да слабо кисела реакција одговара већини пољопривредних култура услед смањеног процеса имобилизације појединих макро и микроелмената. Према истраживањима Мрвић и сар. (2009) већина земљишта на подручју Србије су киселе реакције, и како наводе на подручје Колубарског басена (део око Лајковца, Поцерина и Јадар у хумиднијој клими на равном или благо таласастом рељефу, на неогеним и алувијалним седиментима) формирана су кисела земљишта. Према садржају укупне

органике материје сва земљишта припадају групи средње обезбеђених (3,31 – 4,76%), мада треба истаћи да вредности ближе горњој граници ове категорије снабдевености. Просечан садржај хумуса за пољопривредна земљишта је 2-4% (Кнежевић и Кошанин, 2007).

Садржај укупног азота се креће од 0,2 – 0,29%, и припада класи богато обезбеђених земљишта азотом, док је однос C/N (9,1 – 9,9) је повољан, и карактеристичан за алувијална земљишта (Јекић, 1974). Овај однос указује на повољне процесе минерализације и могућности снабдевања биљака азотом из резерви земљишта. Садржај приступачног фосфора је у 70% узорака на нивоу врло ниске обезбеђености, док у осталим узорцима је низак садржај овог макроелмента. Овакав низак ниво обезбеђености је карактеристичан за земљишта у Србији где је утврђено да на подручју Србије чак у 61% проучаваних земљишта је слаба приступачност фосфора (Мрвић, и сар., 2009). На пољопривредним површинама недостатак је углавном изазван процесима имобилизације којима је фосфор подложен и услед неадекватног ђубрења (Amaizah et al. 2013). Садржај приступачног калијума је на нивоу високе обезбеђености у свим узорцима сем у узорку бр.1 у коме је утврђен средња снабдевеност. Повољнија снабдевеност калијумом је карактеристична за земљишта Србије, а према истраживањима. Мрвић и сар. (2009) утврђено је да се у земљиштима са већом рН вредности повећава и садржај калијума.



Слика 5: Просторна дистрибуција супституционе киселости у проучаваном земљишту

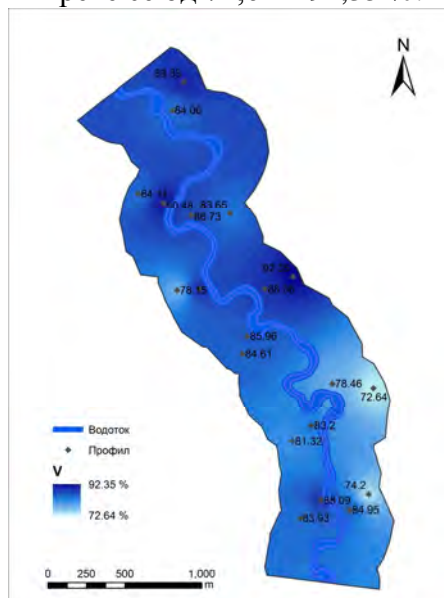
Параметри адсорптивног комплекса приказани су у табели 5.

Табела 5. Адсорптивни комплекс земљишта

Узорак	Адсорптивни комплекс ( $\text{cmol kg}^{-1}$ )			V (%)
	T-S	S	T	
1	4,55	34,84	39,39	88,45
2	3,41	32,44	35,85	90,48
3	5,36	28,44	33,80	84,14
4	8,29	29,64	37,93	78,15
5	7,31	31,84	39,15	81,32

6	7,28	36,04	43,32	83,20
7	4,71	34,84	39,55	88,09
8	6,18	32,24	38,42	83,93
9	5,76	31,64	37,40	84,61
10	5,76	35,24	41,00	85,96
11	5,85	30,84	36,69	84,06
12	3,90	32,64	36,54	89,33
13	5,36	35,04	40,40	86,73
14	6,89	35,24	42,13	83,65
15	4,06	30,84	34,90	88,36
16	2,44	29,44	31,88	92,35
17	8,45	22,44	30,89	72,64
18	7,15	26,04	33,19	78,46
19	10,24	29,44	39,68	74,20
20	5,04	28,44	33,48	84,95

Земљишта са високим садржајем колоида имају велики адсорптивни комплекс и способност адсорпције велике количине адсорбованих растворљивих материја. Проучавана земљишта према механичком саставу припадају класи глинуша, а укупни капацитет адсорптивног комплекса креће се од 30,89 до 43,32  $\text{cmol kg}^{-1}$ . Степен zasiћености базама је висок и креће се од 72,64 – 92,35 %.



Сликаб. Просторна дистрибуција zasiћености базама у проучаваном земљишту

#### 4.2. Анализа акумулације органског угљеника у земљишту

Садржај органског угљеника и његове промене представљају један од основних индикатора стања терестричних екосистема. Садржај органског угљеника у површинском слоју земљишта прихваћен је као индикатор квалитета земљишта, како у пољопривреди тако и уопште за животну средину ([http:// reports. eea.europa. eu/eea\\_report\\_2005](http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2005)).

Органски земљишни угљеник је део земљишне органске материје. Количина земљишне органске материје варира зависно од типа земљишта, дубине и земљишних

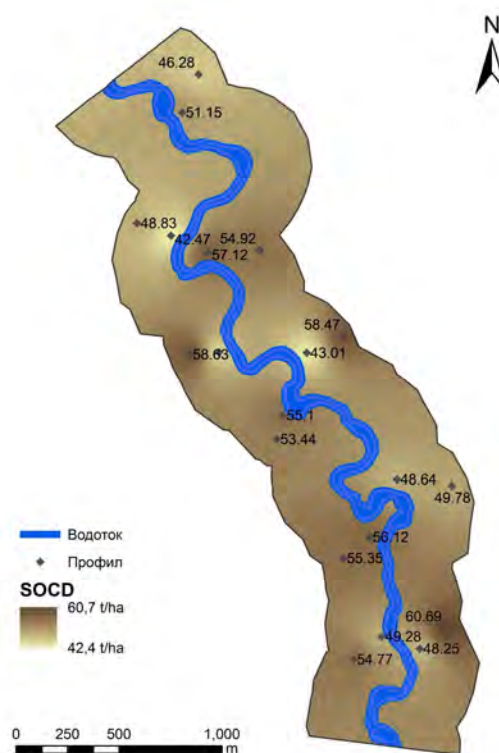
хоризоната. Највећи део угљеника се одржава у органским земљиштима. За већину минералних земљишта, заједничко је да се садржај земљишне органске материје експоненцијално смањује са дубином земљишта, али за већину земљишта, највећа концентрација по јединици површне је у органским хоризонтима (Cienciala et. al., 2006).

Текстура земљишта значајно утиче на динамику угљеника у земљишту. Велика активна површина фракције глине и праха утиче на формирање органоминералних комплекса и на тај начин спречавају учешће угљеника у микробиолошким процесима оксидације (Lal, 2005).

Просечне количине органског угљеника у земљишту приказане су у табели 6, и на слици 7.

Табела 6: Просечна количина органског угљеника у земљишту

Узорак	SOCD ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ )
1	45,31
2	42,47
3	48,83
4	58,63
5	55,35
6	56,12
7	49,28
8	54,77
9	53,44
10	55,10
11	51,15
12	46,28
13	57,12
14	54,92
15	43,01
16	58,47
17	49,78
18	48,64
19	60,69
20	48,25



Слика 7. Просторна дистрибуција количине органског угљеника

Просечна количина органског угљеника у проучаваним земљиштима креће се од  $4,25 - 6,07 \pm 0,53 \text{ kg C}\cdot\text{m}^{-2}$ , што је слично количинама органског угљеника у шумским еутричним земљиштима Србије и то  $6,26 \pm 3,41 \text{ kg C}\cdot\text{m}^{-2}$  (еутрични ранкер) и  $4,36 \pm 1,91 \text{ kg C}\cdot\text{m}^{-2}$  (еутрични камбисол) (Kadović et al, 2012). На подручју Србије углавном је средњи садржај органске материје у земљишту (Мрвић, и сар., 2009, Видојевић, Манојловић, 2010).

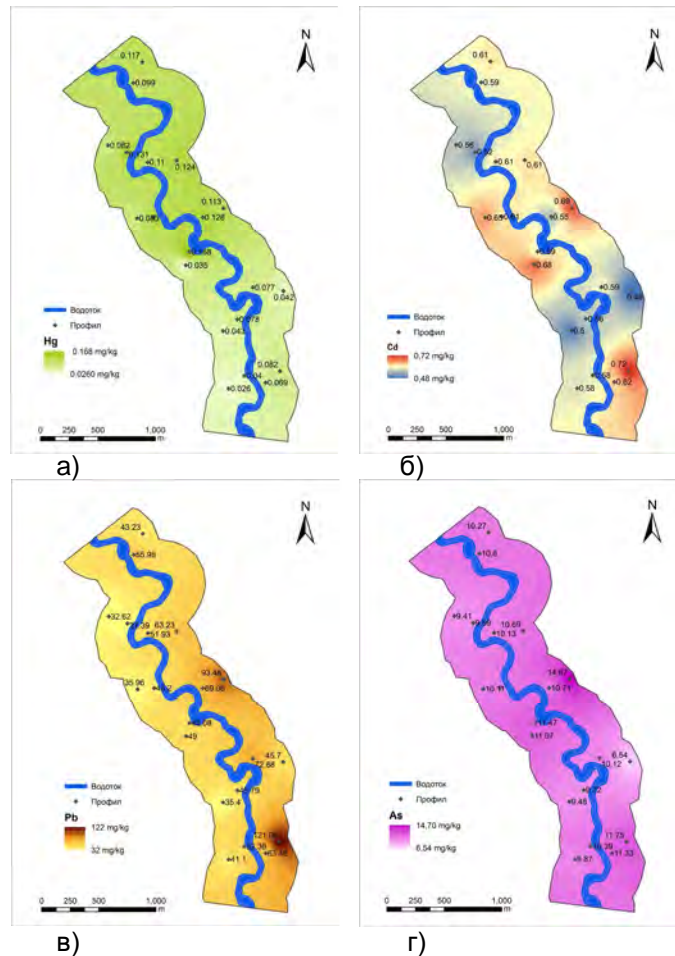
### 4.3. Анализа садржаја микроелеменат (Hg, Cd, Pb и As) у земљишту

Садржај укупних микроелемената (Hg, Cd, Pb и As) у земљишту приказани су у табели 7.

Табела 7. Садржај микроелеменат (Hg, Cd, Pb и As) у земљишту

Узорак	Hg	As	Cd	Pb
	mg/kg			
1	0,126	10,26	0,61	43,2
2	0,131	9,59	0,52	37,39
3	0,082	9,41	0,56	32,62
4	0,083	10,11	0,65	35,96
5	0,043	9,48	0,5	35,4
6	0,078	9,72	0,56	45,79
7	0,04	10,39	0,58	52,38
8	0,026	9,87	0,58	41,1
9	0,035	11,07	0,68	49
10	0,168	11,47	0,59	48,08
11	0,099	10,8	0,59	55,98
12	0,117	10,27	0,61	43,23
13	0,11	10,13	0,61	51,93
14	0,124	10,69	0,61	63,23
15	0,128	10,71	0,55	69,08
16	0,113	14,67	0,69	93,48
17	0,042	6,54	0,48	45,7
18	0,077	10,12	0,59	72,88
19	0,082	11,75	0,72	121,08
20	0,069	11,33	0,62	63,48

Измерени садржаји живе крећу се од 0,02 до 0,16  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , арсена од 6,5 до 14,7  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , кадмијума 0,48 – 0,72  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , и олова 32, 62 до 121,1  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Све измерене вредности сем олова у на локацијама 19 и 16 су ниже од граничних вредности према Уредби (2010), и само једна вредност је виша од МДК (максимално дозвољене концентрације) у биљној производњи, на локацији бр.19 (Правилник 1994, Сл. Гласник бр. 23). У земљиштима Србије према истраживањима Мрвић и сар. (2009) просечне вредности живе су 0,12  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , арсена 11  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , кадмијума 0,805  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , олова 40  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . У односу на просечне вредности елемената у земљиштима Србије измерене вредности су веће за живу на локацијама: 1,2, 10, 14 и 15; арсен: 9, 10, 16, 19 и 20; олово: 1, и 6 -20. Такође, измерене вредности у односу на максимално прихватљиве концентрације за олово израчунате за земљишта у Србији (Кадовић и Кнежевић, 2002) су веће, док су концентрације кадмијума на граници или нешто испод.



Слика 8: Просторна дистрибуција садржаја Hg (а), Cd (б), Pb (в) и As (г) у проучаваном земљишту

Акумулирани ефекти негативних утицаја тешких метала су много значајнији од појединачних оптерећења. Ниво оптерећења земљишта тешким металима према Bgune - Ellinghaus (1981) класификацији дели се у 5 калса: врло ниско 1-5%; ниско 5-10%; просечно 10-25%; високо 25-50%, и веома високо 50-100% у односи на максимално дозвољену концентрацију у земљишту. Критичан ниво акумулираног утицаја олова, цинка и кадмијума је израчунат по формули  $Zn+3Pb+150Cd=300 \text{ mg.kg}^{-1}$ .

Према Bgune - Ellinghaus (1981) класификацији степен загађења у проучаваним земљиштима припадају класи веома високог степена загађења (табела 8).



Табела 8: Степен загађења тешким металима у проучаваним земљиштима према Brune - Ellinghaus (1981) класификацији

Узорци	Дозвољена концентрација $\text{mg kg}^{-1}$	$\text{Zn}+3\text{Pb}+150\text{Cd}$ $\text{mg kg}^{-1}$	Степен загађења
1	300,00	313,89	Веома висок 50,1 - 100
2		284,31	
3		268,87	
4		300,37	
5		275,46	
6		322,33	
7		339,05	
8		314,56	
9		352,04	
10		337,05	
11		348,85	
12		311,73	
13		344,05	
14		384,80	
15		383,55	
16		486,75	
17		290,89	
18		422,10	
19		585,50	
20		384,75	

#### 4.4. Анализа садржаја пиралена у земљишту

Садржаји полихорованих бифенила (РСВ) у проучаваном земљишту приказани су у табели 9.

Табела 9. Садржаји полихорованих бифенила (РСВ) у проучаваном земљишту

Узорак	РСВ	Гранична вредност
	mg.kg <sup>-1</sup>	
1	< 0,01	0,02
2	< 0,01	0,01*
3	< 0,01	0,50**
4	< 0,01	
5	< 0,01	
6	< 0,01	
7	< 0,01	
8	< 0,01	
9	< 0,01	
10	< 0,01	
11	< 0,01	
12	< 0,01	
13	< 0,01	
14	< 0,01	
15	< 0,01	
16	< 0,01	
17	< 0,01	
18	< 0,01	
19	< 0,01	
20	< 0,01	

\* коригована гранична вредност, \*\* ремедијациона вредност

У свим узорцима проучаваних земљишта садржаји РСВ нижи су од граничних вредности према Уредби (Сл. гласник РС 88/2010), као и од граничних вредности коригованих у зависности од садржаја органске материје и глине у земљишту за тешке метале и органска једињења.

Међутим, на основу података Еколошког атласа Београда, на простору Београда присуство пиралена и сродних једињења је пре свега везано за трансформаторска постројења и кондензаторе у оквиру великих система електропривреде, ПТТ-а, “Минела” и др. Такође значајне су количине цурења и разливања на слободне површине, посебно на депонијама, неконтролисано одлагање кондензатора, трнсформатора и др. Ово су разлози за детаљним проучавањима земљишта у оквиру комплекса великих јавних предузећа (као и подручје трансформаторске станице у Обреновцу срушене у НАТО бомбардовању, затим, у Баричу енергетска подстанница и технолошка линија за производњу трака од ПВХ и полиурена), пре свега оних која већ дужи низ година користе и експлоатишу трансформаторе и кондензаторе са пираленом (<http://www.zdravlje.org.rs/ekoatlas/10a.htm>).

Приликом бомбардовања ТЕ “Колубара” Велики Црљени уништено је 14 трансформатора. На основу података Еколошког атласа Београда тада су регистроване високе концентрације у води и у земљишту, а исте 1999 године дошло је до поплава и разношења загађивача на простору од око 20km<sup>2</sup> уз ток реке Пештан (<http://www.zdravlje.org.rs/ekoatlas/10a.htm>). Након поплаве из 1999. године, проучавано подручје је плављено више пута, па је стога извршена провера мерених података у Институту за јавно здравље (Извештај у прилогу), и није утврђено присуство пиралена.

Собзиром на све наведено, потребно је анализирати садржај пиралена у земљишту у зони подручја трансформаторских постројења, као и вршити анализу подземних вода. Такође, у даљим истраживањима потребно је анализирати присуство остатака пестицида у земљиштима која се користе за пољопривредну производњу.

#### 4.5. Анализа процеса ацидификације

Ацидификација је један од облика хемијске деградације земљишта и води до трајног смањења квалитета земљишта. Процес ацидификације земљишта подразумева смањење рН вредности земљишта. Негативни ефекти ацидификације земљишта огледају се повећаној мобилности, концентрацији и биолошкој тосичности јона алуминијума и тешких метала (Cd, Cu, Fe, Mn, Zn) у земљишту, као и смањеној приступачности хранљивих елемената биљкама. Процес ацидификације може бити знатно убрзан антропогеним утицајем прекомерних емисија S и N. Концепт максималних концентрација киселих депозиција (пре свега S и N) при којима структура и функције терестричних и акватичних екосистема дугорочно остају у стабилном стању (критичних оптерећења) установљен је у Европи 1980.године под покровитељством CLRTAP. Као таква критична оптерећења S и N представљају основу за планирање контроле и смањења емисија киселих полутаната емитованих из индустријских постројења, а самим тим и процеса ацидификације. Количине депонованих полутаната које се налазе изнад критичних вредности и које могу угрозити структуру и функције екосистема дефинишу се као **прекорачења**.

##### 4.5.1. Процена критичних оптерећења азота и сумпора

На основу ЕМЕР података и кригинг интерполације (Empirical Bayesian Kriging), за подручје Обреновца дефинисане су вредности депозиција сумпора, редукованог и оксидованог облика азота за период од 1980-2009. год., и приказане су у табели 10.

Табела 10. Депозиција сумпора, редукованог и оксидованог облика азота за период од 1980-2009 год., из ЕМЕР базе података

Година	Сумпор	Оксидован облик азота	Редукован облик азота
	eq.m <sup>-2</sup> .god <sup>-1</sup>		
<b>1980</b>	0,23	0,05	0,05
<b>1985</b>	0,22	0,05	0,05
<b>1990</b>	0,18	0,04	0,04
<b>1995</b>	0,14	0,04	0,03
<b>1996</b>	0,13	0,03	0,03
<b>1997</b>	0,12	0,04	0,03

<b>1998</b>	0,1	0,03	0,03
<b>1999</b>	0,14	0,03	0,03
<b>2000</b>	0,09	0,03	0,02
<b>2001</b>	0,11	0,03	0,03
<b>2002</b>	0,11	0,03	0,03
<b>2003</b>	0,09	0,03	0,03
<b>2004</b>	0,1	0,03	0,03
<b>2005</b>	0,11	0,03	0,03
<b>2006</b>	0,13	0,03	0,03
<b>2007</b>	0,12	0,03	0,03
<b>2008</b>	0,12	0,03	0,03
<b>2009</b>	0,14	0,03	0,04

На основу анализе ЕМЕР података на територији Обреновца максималне количине киселих полутаната у виду талога за период 1980-2009 забележене су у периоду од 1980-1985 год. и износе за сумпор  $0,22-0,23 \text{ eq.m}^{-2}.\text{god}^{-1}$ , односно  $35,2-36 \text{ kg/ha/god}$ , и укупан азот  $0,1 \text{ eq.m}^{-2}.\text{god}^{-1}$ , односно  $14 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{god}^{-1}$ . Смањене киселих полутаната бележи се од 1990 године, тако да за период 2000-2009 просечне вредности износе за сумпор  $0,11 \text{ eq.m}^{-2}.\text{god}^{-1}$  ( $17,6 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{god}^{-1}$ ), и за укупан азот  $0,06 \text{ eq.m}^{-2}.\text{god}^{-1}$  ( $8,4 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{god}^{-1}$ ). Уочавају се остварене редукације киселих полутаната од 50 % за период 1980-2000.године, док за период 2000-2009. година нема значајних промена.

#### **4.5.2. Процена осетљивости према ацидификацији на основу критеријума осетљивости**

Капацитет измене катјона (СЕС) и засићеност базама (BS) су основна својства земљишта која дефинишу капацитет неутрализације киселости. Осетљивост земљишта према киселим депозицијама израчуната је применом Кууленстиерна Метод, (2001) и VSD модела.

У оквиру проучаваних земљишта заступљене СЕС вредности крећу се од  $30,89-43,32 \text{ cmol}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ , а BS  $72,64-92,35 \%$ . Према наведеном методу (Кууленстиерна, 2001) сва земљишта припадају класи слабо осетљивих земљишта (класа V, табела 2) према ацидификацији.

Анализа процеса ацидификације применом VSD модела укључује процену максималних киселих депозиције према усвојеном сценарију будућих емисија и усвојеном хемијском критеријуму.

У оквиру проучаваног подручја за процену утицаја киселих полутаната на ацидификацију земљишта разматрана су 2 сценарија **S1** и **S2**. У оквиру сценарија **S1** разматрана је могућност повећања депозиција до максималних забележних на том локалитету из 1980 год ( $\text{сумпр}-0,23 \text{ eq.m}^{-2}.\text{god}^{-1}$ ; азот- $0,1 \text{ eq.m}^{-2}.\text{god}^{-1}$ ) и њихов утицај на рН вредност земљишта. За сценаријо S2 разматрана је могућност да се од 2100-2200 године задржи постојећи тренд депозиција и утицај на рН - вредност земљишта.

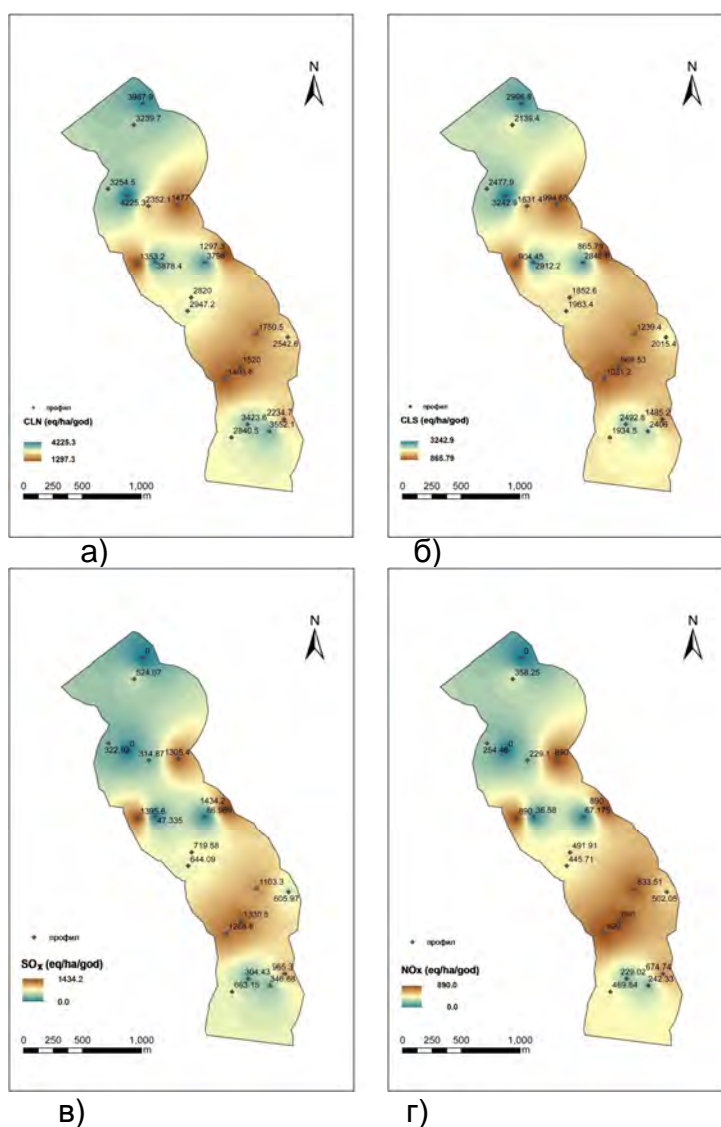
Критична оптерећења за проучавана земљишта крећу се од  $904,45 - 3242,9 \text{ eq.ha}^{-1}.\text{god}^{-1}$  за сумпор и  $1353,3-4225,3 \text{ eq.ha}^{-1}.\text{god}^{-1}$  за азот (слика 9). Најосетљивија земљишта према киселим полутантима су земљишта са рН 6-6,5 и садржајем база  $74,2-83,65\%$ , а најмање осетљива земљишта су земљишта са рН 6,5-7,4 и садржајем база од  $84,06-90,48\%$ .

Максимална прекорачења бележе се за период 1980-1990 година и за 1980. год износе од  $47-1434 \text{ eq.ha}^{-1}.\text{god}^{-1}$ . Најмања прекорачења имају земљишта са засићеношћу

базама 88,36-90,48% где прекорачења сумпора износе 0-87 eq.ha<sup>-1</sup>.god<sup>-1</sup>, азота 0-67 eq.ha<sup>-1</sup>.god<sup>-1</sup>, док за земљишта са zasiћеношћу базама од 78,15-88,36 прекорачења депозиција сумпора износе 304,4-1434 eq.ha<sup>-1</sup>.god<sup>-1</sup>, а азота 229-890 eq.ha<sup>-1</sup>.god<sup>-1</sup> (слика 9).

Према усвојеном сценарију **S1**, уколико депозиције опет достигну максималне вредности до 2100 и задрже тај статус до 2200 год., може се очекивати смањење рН вредности за 0,02-0,04 рН јединице. Овако мале промене рН вредности указују на добре пуферске способности земљишта, и могу се објаснити високим капацитетом катјонске измене и високим zasiћеношћу базама.

За усвојени сценаријо **S2**, уколико депозиције задрже досадашњи тренд, могу се очекивати позитивне промене рН вредности земљишта. За пројектовани период до 2100 године очекује се повећање рН вредности земљишта за 0,05-0,2 рН јединице. За период 2100-2200 очекује се повећање 0-0,1 рН јединице. Из наведеног се може закључити да су досадашње остварене редуције киселих полутанта задовољавајуће и да не постоје негативни ефекти на посматраном локалитету.



Слика 9. Критична оптерећења азота (а) и сумпора (б), и максимална прекорачења за период 1980 - 2009, за SO<sub>x</sub> (в), NO<sub>x</sub> (г).

## 5. Стање квалитета проучаваног земљишта и предлог даљег мониторинга

Земљиште као ресурс је динамички живи систем у коме је неопходна равнотежа у интеракцији његових биолошких, хемијских и физичких компоненти. Квалитет земљишта је од великог значаја за квалитет животне средине. За квалитет земљишта од посебног значаја је утицај промена током времена, које могу бити изазване различитим ситуацијама. Квалитет земљишта у корелацији са функцијама пуферног капацитета земљишта.

Проучавана земљишта су високог капацитета адсорпције, засићена базама а према текстурном саставу су глинуше. С обзиром на високу адсорптивну способност проучаваног земљишта укупни садржаји микроелемената су испод граничних концентрација. Међутим, кумулативни утицај акумулираног олова, цинка и кадмијума према Brune -Ellinghaus (1981) у проучаваним земљиштима припадају класи веома високог степена загађења. Из ових разлога, и поред повољне реакције земљишног раствора неопходно је извршити секвенцијалну анализу садржаја микроелемената. На овај начин утврдило би се концентрације приступачних облика микроелемената и њихов евентуални токсичан утицај на земљишну микробиоту и остале елементе екосистема.

Садржаји полихорованих бифенила (PCB) у проучаваном земљишту су испод граничних вредности.

Са аспекта квалитета плодности ових земљишта може се констатовати да је главни лимитирајући фактор у биљној производњи на истраженим површинама, низак садржај фосфора. Ђубрење азотом на овим парцелама потребно је вршити у складу са потребама култура и очекиваних приноса (за пшеницу  $110-130 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ; за кукуруз  $120-160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Калијум, сем случајевима ђубрења култура које су захтевне за овим елементом (шећеран репа, кромпир, дуван и засади), је могуће изоставити или уносити у количинама до  $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , при чему је неопходно редовно вршити контролу плодности и пратити стање овог и осталих макроелемената у испитиваном подручју.

Адекватно ђубрење фосфором је мера која је неопходна ради добијања одговарајућих приноса, при чему за ратарске културе би требало уносити од  $100-130 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ , делимично и као облик мелиоративног ђубрења и елиминисања процеса имобилизације присутних микроелемената у земљишту. На парцелама у којима је констатована реакција земљишта као кисела, односно вредност рН у KCl-у су испод 5,0 рН јединица, потребно је примењивати меру калцизације, у количинама од  $2-3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  ситно млевеног креча у јесен пре основне обраде, сваке четврте године. Ова мера је неопходна из више разлога: довођење реакције земљишта у ниво који је погоднији за биљну производњу, смањење могућег негативног утицаја азотних ђубрива на рН земљишног раствора, бољег искоришћавања фосфорних ђубрива, као и могуће имобилизације штетних микроелемената.

На основу наведеног у основној обради земљишта у јесен потребно употребљавати формулације ђубрива са наглашеном фосфорном компонентом као што су MAP (N:P:K = 11:52:0) или мешано, комплексно ђубриво са формулацијом N:P:K= 10:30:20. Уношење азота се препоручује у облику KAN-а (N:P:K= 27:0:0) .

Према ацидификацији проучавано земљиште припада класи слабо осетљивих (метод Kuulenstierna, 2001). Анализа процеса ацидификације применом VSD модела у сценарију достизања максималних депозиција указује на смањење рН вредности за

0,02-0,04 pH јединице, док у случају тренда смањења указује чак и на повећање за 0 - 0,1 pH јединице. Овако мале промене pH вредности указују на добре пуферске способности земљишта, и могу се објаснити високим капацитетом катјонске измене и високом засићеношћу базама. Досадашње остварене редукције киселих полутаната су задовољавајуће и не постоје негативни ефекти на посматраном локалитету. За све анализе и сценарије коришћени су подаци ЕМЕП мреже. Како би се осим негативног утицаја прекограничних полутаната узела у обзир и евентуална загађења од локалних емитера, неопходно је предвидети и мониторинг депозиција ваздуха у непосредној близини постојећих индустријских постројења.

Поред даљег мониторинга земљишта неопходно је успоставити и мониторинг депозиција ваздуха (влажних и сувих) на подручју РЕИК Колубара, у непосредној близини ТЕНТ А и ТЕНТ Б.

Према извештају AcidNews (The Air Pollution & Climate Secretariat) из 2011 године Србија се налази на листи 12 највећих емитера SO<sub>2</sub> и NO<sub>x</sub>. У оквиру ове листе Србија има пет емитера SO<sub>2</sub> и једног емитера на листи NO<sub>x</sub> (<http://www.airclim.org/>). Према истом извору укупне емисије SO<sub>2</sub> и NO<sub>x</sub> из ТЕНТ А - 80 800 тона, и ТЕНТ Б - 71000 тона и само емисија NO<sub>x</sub> из ТЕНТ А износи 23 700 тона.

**Даљи мониторинг земљишта подразумева:**

- **проширење мреже узорковања у започетом грид систему на шире подручје (почетак плавне зоне) обухватајући поред обрадивих и површине под шумским екосистемима;**
- **на пољопривредним површинама вршити континуалну контролу плодности**
- **поред вршених анализа:**
  - **проширити број мерених микроелемената (Cu, Zn, Cr и Ni) као и сумпора (SO<sub>4</sub>-S) у земљишту;**
  - **урадити секвенцијалну анализу за одређивање облика приступачности микроелемената, као и**
  - **одредити садржаје остатака пестицида (атразин, диазинон, алахлор и др.).**

Поред даљег мониторинга земљишта неопходно је успоставити и мониторинг депозиција ваздуха (влажних и сувих) на подручју РЕИК Колубара, у непосредној близини ТЕНТ А и ТЕНТ Б, као и подземних вода.

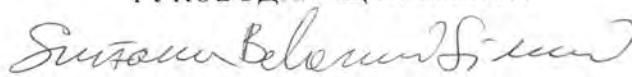


## 6. Литература:

1. (1994): Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja (1994). Službeni Glasnik RS 23: 553-554
2. (2010): Уредба о програму систематског праћења квалитета земљишта, индикаторима за оцену ризика од деградације земљишта и методологији за израду ремедијационих програма, Службени гласник Републике Србије 88
3. Amaizah Nasser Ramdan., Čakmak, D., Saljnikov, E., Roglic., G., Mrvic., V., Krgovic, R., Manojlovic, D(2012): Fractionation of soil phosphorus in a long-term phosphate fertilization. J. Serb. Chem. Soc77:7 :971-981
4. Белановић, С. (2012): Мелиорације земљишта, практикум, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд
5. Белановић, С. 2006. Еколошки квалитет земљишта брдско – планинског подручја источне Србије. докторска теза, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд
6. Bouma, J., (1997): Soil Environmental Quality: A uropean Perspective, J. Environmental Quality 26: pp. 26 - 31
7. Brune H., Ellinghaus (1981): Schwermetallgehalte in Landwirtschaftlich genutzten Ackerboden Hessens. Landw. Forschung 38 (338-349), Trier.
8. Cienciala E., Exnerová Z., Macků J., Henžlík V. (2006): Forest topsoil organic carbon content in Southwest Bohemia region. Journal of Forest Science, 52 (9), Praha, (387–398)
9. Dragičević, S., Živković, N., Ducić, V., (2007) Factors of Flooding on the Territory of the Municipality of Obrenovac, zbornik radova, sv, LV, 39 - 54, UDK 627,512
10. Jekić M. (1974): Agrohemija II deo, Skoplje
11. Kadović R., Belanović S., Knežević M., Danilović M., Košanin O., Beloica J. (2012): Organic Carbon Stock in Some Forest Soils in Serbia, Bulletin of the Faculty of Forestry 105, University of Belgrade - Faculty of Forestry, Belgrade (81-98), DOI:10.2298/GSF111230002K
12. Кадовић Р., Кнежевић М. (2002): Тешки метали у шумским екосистемима Србије. Шумарски факултет Универзитета у Београду и Министарство за заштиту природних богатстава и животне средине Републике Србије, Београд, Србија
13. Karlen, D. L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G., Harris, R.F. and Schuman, G.F. 1997. Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. Soil Science Society of America Journal 61: 4-10.
14. Кнежевић, М., Кошанин, О. (2007): Практикум из педологије, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд.
15. Kuylenstierna, J.C.I., Rodhe, H., Cinderby, S., Hicks, K., Acidification in developing countries: ecosystem sensitivity and the critical load approach on a global scale, 2001. Ambio, 30 (1), 20–28.
16. Lal R. (2005): Forest soils and carbon sequestration, Forest Ecology and Management Vol 220, no. 1-3, Elsevier, Amsterdam (242–258)
17. Мрвић В., Антоновић Г., Мартиновић Јб. (уредници) (2009): Плодност и садржај опасних и штетних материја у земљиштима централне Србије, Институт за земљиште, Београд

18. Posch, M., Hettelingh, J-P., Slootweg, J (ed) (2003): Manual for Dynamic Modelling of Soil Response to Atmospheric Deposition, Working Group on Effects of the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, ICP M&M Coordination Center for Effects, Report 259101013/2003 (71)
19. Posch, M., Reinds, G.J, 2008, Environmental Modelling & Software 24, 2008, [www.trentu.ca/ecosystems/i-likeit](http://www.trentu.ca/ecosystems/i-likeit) or [www.mnp.nl](http://www.mnp.nl)
20. Posch, M., Reinds J.G., A very Simple Dynamic Soil Acidification Model for Scenario Analyses and Target Load Calculations, 2009. Environmental Modelling & Software, 24 (3), 329–340.
21. Видојевић, Д., Манојловић, М. (2010): Процена садржаја органске материје у земљиштима Србије, Зборник радова са XXIV саветовања агронома, ветеринара и технолога, Vol. 16. br. 1-2, 231 - 244.
22. Vladimir S., Montanarella L., Filippi N., Selvaradjou S., Gallego J, (2005): Soil Sampling Protocol to Certify the Changes of Organic Carbon Stock in Mineral Soils of European Union, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, EUR 21576 EN, (19)
23. <http://www.zdravlje.org.rs/ekoatlas/10a.htm>
24. <http://www.airclim.org/>

РУКОВОДИЛАЦ ПРОЈЕКТА



др Снежана Белановић Симић, ванр. проф.