

# **S T U D I J A**

**o stepenu ugroženosti zemljišta i vode opasnim i  
štetnim materijama u MZ na obodu deponije  
pepela na području gradske Opštine Obrenovac**

**REALIZATOR PROJEKTA**

**Institut za zemljište - Beograd**



**Rukovodilac projekta**

**dr Radmila Pivić**

**Direktor**

**dr Srboljub Maksimović**

**Beograd, 2008. godina**

## ISTRAŽIVAČI ANGAŽOVANI NA REALIZACIJI STUDIJE

- dr Radmila Pivić, Viši naučni saradnik,
- dr Srboljub Maksimović, Naučni savetnik,
- dr Bogić Miličić, Viši naučni saradnik,
- dr Dušica Delić, Viši naučni saradnik,
- dr Vesna Mrvić, Naučni saradnik,
- dr Dragan Čakmak, Naučni saradnik,
- mr Branka Brebanović, Istraživač saradnik,
- mr Mirjana Zdravković, Istraživač saradnik,
- mr Nataša Rasulić, Istraživač saradnik,
- mr Aleksandra Stanojković, Istraživač saradnik,
- Mile Nikoloski, dipl.ing,
- Ljiljana Kostić Kravljanac, dipl.biolog, Istraživač pripravnik
- Veljko Perović, dipl.ing, Viši stručni saradnik,
- Nikola Koković, dipl.ing, Istraživač pripravnik,
- Zorica Cokić, dipl.ing, Stručni savetnik,
- Prof. dr Miodrag Jakovljević, redovni prof. u penziji,
- dr Gligorije Antonović, Naučni savetnik u penziji,
- Prof dr. Dragi Stevanović, redovni prof. Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu, stručni konsultant.

## TEHNIČKO OSOBLJE

- Dobrivoje Bojić, tehničar,
- Boško Jokić, tehničar,
- Gorica Stoisavljević, hem.tehničar,
- Milena Purić, hem.tehničar,
- Ivan Jovićević, tehničar,
- Vladimir Marinko, tehničar,
- Nataša Babić, tehničar

## SADRŽAJ

UVOD	4
1. MATERIJAL I METODE	5
1.1. Pripremni radovi	5
1.2. Terenski radovi	5
1.3. Laboratorijska istraživanja	5
1.3.1. Određivanje hemijskih osobina zemljišta	5
1.3.2. Određivanje fizičkih osobina zemljišta	6
1.3.3. Određivanje mikrobioloških osobina zemljišta	6
1.3.4. Hemijaska analiza vode iz bunara	6
1.4. Statistička i kartografska obrada podataka	6
2. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	7
2.1. Pedološke karakteristike zemljišta	7
2.1.1. Fluvijalno livadska zemljišta (humofluvisol)	9
2.1.2. Aluvijalno zemljište (fluvisol), karbonatan, ilovast na ritskoj crnici	11
2.1.3. Ritska crnica, karbonatna, glinovita	12
2.1.4. Pseudoglej obronačni	14
2.1.5. Pseudoglej ravničarski na pogrebenoj ritskoj crnici	16
2.1.6. Eutrični kambisol (gajnjača) u lesiviranju	18
2.2. Plodnost i zagađenost zemljišta	22
2.2.1. Reakcija zemljišta	22
2.2.2. Ukupan sadržaj arsena	24
2.2.3. Ukupni sadržaj žive	26
2.2.4. Ukupan sadržaj kadmijuma	27
2.2.5. Ukupan sadržaj olova	28
2.2.6. Ukupan nikl	29
2.2.7. Tekstura zemljišta	31
2.3. Stanje mikroflore u zemljištu	32
2.4. Hemijaska analiza uzoraka bunarske vode	35
3. ZAKLJUČAK	38
PRILOZI	40

## UVOD

Institut za zemljište sklopio je Ugovor br.716/27.10.2008. sa Fondom za zaštitu životne sredine Opštine Obrenovac za izradu Studije o stepenu ugroženosti zemljišta i vode opasnim i štetnim materijama u MZ na obodu deponije pepela na području gradske Opštine Obrenovac.

Studija je obuhvatila istraživanja sprovedena na 192 km<sup>2</sup> površine Opštine Obrenovac, koja se prostire na površini od 409,96 km<sup>2</sup> između 44° 30' 13" i 44° 43' 00" severne geografske širine i 19° 58' 51" i 20° 20' 25" istočne geografske dužine.

Osnovne klimatske karakteristike ovog područja uslovljene su njenim geografskim, položajem, širokom otvorenosću prema Panonskoj niziji i reljefom. Posebnu pažnju potrebno je obratiti na vetar kao jedan od klimatskih elemenata, jer je pravac duvanja istog, važan činioc potencijalnog zagađenja i ugrožavanja životne sredine ovog područja. Položaj deponija pepela na prostoru opštine Obrenovac (locirane u njenom zapadnom i severozapadnom delu) je takav, da vetrovi iz zapadnog i severozapadnog kvadranta direktno ugrožavaju gradsko jezgro i veliki deo teritorije opštine. Vetrovi iz jugoistocnog kvadranta za posledicu imaju donošenje zagađujućih materija iz Crljena i površinskog kopa lignita na čitav prostor opštine Obrenovac.

U hidrološkom pogledu, opština Obrenovac je okružena rečnim tokovima. Sredinom teritorije protice reka Kolubara koja ima karakteristike bujičnog rečnog toka, te predstavlja opasnost zbog čestih izlivanja u prolećnom periodu i velike oscilacije svog vodostaja. Kretanje podzemnih voda uslovljeno je nagibom terena od juga prema severu teritorije.

Na prostoru opštine Obrenovac, još uvek postoji veliki broj septičkih jama, iako je veliki deo njene teritorije pokriven sistemom kanalizacije, s tim što se glavni kanalizacioni ispust sa ove teritorije nalazi se na reci Kolubari, nedaleko od njenog ušća u Savu.

Na osnovu ovih polaznih elemenata, pristupilo se realizaciji Studije sa ciljem sagledavanja jasnije slike o tipovima zemljišta i njihovim vodno-vazdušnim i hemijskim osobinama u okviru proučavanog lokaliteta. Proučeni su elementi plodnosti i zagađenja zemljišta kao i stanje mikroflore na osnovu kojih su proistekli zaključci prikazani u nastavku. Analizom hemijskog sastava mineralnih oblika azota u bunarskoj vodi ocenjeno je stanje i potencijalni izvori zagađenja i dat predlog sprovođenja monitoringa.

## 1. MATERIJAL I METODE

### 1.1. Pripremni radovi

Pripremni radovi obuhvatili su unošenje tačaka (koordinata) sa dodeljenim brojevima na četvorbojne topografske karte R= 1:25000. Rastojanje između tačaka prikazano je u grid sistemu 1.00km x1.00 km.

Brojevi tačaka na kojima su sprovedene opservacije (ukupno 202 tačke) su unapred određeni i povezani sa šifrom pri prijemu uzoraka.

Pored unošenja tačaka na topografske karte pripremljeni su terenski obrasci, u koje su uneti raspoloživi podaci sa ciljem prikupljanja što više informacija koje mogu da pomognu u preciznijem tumačenju stanja zemljišnog pokrivača i uzroka zagađenja.

Terenski obrasci sadrže podatke o broju i koordinatama uzorkovanog zemljišta (tačna mesta uzorkovanja određena su GPS-om), datumu uzimanja uzorka, načinu korišćenja zemljišta, kao i skicu položaja uzorka sa markantnim objektima od značaja za laku identifikaciju površine na kojoj je obavljeno uzorkovanje, uključujući i prikaz udaljenosti potencijalnih zagađivača zemljišta od mesta uzorkovanja.

### 1.2. Terenski radovi

Terenski radovi obuhvatili su uzorkovanje zemljišta u granicama predviđenim ovom fazom studije na površini od 192 km<sup>2</sup>.

Opservacije su izvršene na 202 lokaliteta po grid sistemu, sa kojih su uzeti zemljišni uzorci u poremećenom stanju za potrebe određivanja fizičkih, hemijskih i mikrobioloških osobina zemljišta.

Na svakoj lokaciji uzet je kompozitni uzorak zemljišta sa dubine od 0 - 25 cm. Uzorkovanje i rukovanje zemljišnim uzorcima, čuvanje i priprema uzoraka obavljena je metodologijom opisanom u literaturnim izvorima, navedenim u obimu i oblasti akreditacije Laboratorije akreditovane od strane ATS-a, u uputstvu za uzimanje uzoraka zemljišta ZILU-01 i uputstvu za rukovanje uzorcima od prijema do odbacivanja- ZILU-02.

Na ispitivanom području otvoreno je šest pedoloških profila radi jasnog definisanja tipova zemljišta proučavanog lokaliteta, iz kojih su uzeti zemljišni uzorci u poremećenom i neporemećenom stanju za ispitivanje vodno – fizičkih, hemijskih i mikrobioloških osobina.

Uzorci vode uzeti su sa trideset lokacija, iz bunara, uz evidenciju koordinate mesta uzorkovanja korišćenjem GPS uređaja. Na šest mesta opservacija evidentiran je potencijalni uzrok zagađenja, kao i dubina vode u bunaru.

### 1.3. Laboratorijska istraživanja

U pripremljenim uzorcima zemljišta izvršene se sledeće laboratorijske analize:

#### 1.3.1. Određivanje hemijskih osobina zemljišta

(Pojedinačne vrednosti prikazane u Tabeli 6. u Prilogu)

- **Supstituciona kiselost - pH u 1nKCl** - elektrometrijski.
- **Živa** - pomoću hidridnih para na AAS, uz prethodno kuvanje sa HNO<sub>3</sub> i H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,
- **ukupne ("pseudoukupne") forme arsena, kadmijuma, olova, nikla** - kuvanjem sa HNO<sub>3</sub> i H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> i spektrometrijsko određivanje (ICP).

### 1.3.2. Određivanje fizičkih osobina zemljišta

(Pojedinačne vrednosti prikazane u Tabeli 4. i Tabeli 7. u Prilogu)

- Mehanički sastav-pipet metodom uz pripremanje uzoraka sa natrijum pirofosfatom.
- Specifična masa određena je pomoću piknometra sa vodom
- Zapreminska masa određena je cilindrima od 100cm<sup>3</sup> Kopecky-og.
- Koeficijent filtracije određen je aparatom Stojićevića.

### 1.3.3. Određivanje mikrobioloških osobina zemljišta

(Pojedinačne vrednosti prikazane u Tabeli 8. u Prilogu)

Brojnost mikroorganizama određena je iz vlažnih, prosejanih uzoraka, metodom decimalnog razređenja od 10<sup>-1</sup> do 10<sup>-6</sup> zasejavanjem odgovarajuće suspenzije zemljišta na selektivne hranljive podloge za određene vrste mikroorganizama:

- Ukupna mikroflora - na agarizovanom zemljišnom ekstraktu,
- Aktinomicete - na sintetičkom agaru sa saharozom po Krasiljnikovu,
- Gljivice - na podlozi po Čapeku,
- Amonifikatori - na tečnoj podlozi sa rastvorom Vinogradskog,
- Azotobacter - na tečnoj bezazotnoj podlozi sa rastvorom Vinogradskog,
- Slobodni azotobacter (oligonitrofilni) - na podlozi po Fjodorovu

### 1.3.4. Hemijaska analiza vode iz bunara

- Utvrđivanje sadržaja amonijačnog i nitratnog azota (destilacijom sa MgO i Devardovom legurom) i nitritnog azota (kolorimetrijski sa reagensima sulfanilnom kiselinom i  $\alpha$ -naftil-aminom) u uzorcima bunarskih voda sa ispitivanog lokaliteta.

## 1.4. Statistička i kartografska obrada podataka

Pri obradi podataka primenjena je osnovna deskriptivna statistika i metoda korelacije. Kartografska obrada podataka izvršena je korišćenjem programa Arc GIS.

## 2. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 2.1. Pedološke karakteristike zemljišta

Istraživanjima zemljišta u opštini Obrenovac ustanovljeno je da su zastupljeni različiti tipovi. Dominiraju razvijena, duboka i potencijalno plodna zemljišta, na kojima se mogu postizati visoki prinosi ratarskih i voćarskih kultura. Međutim, deo površina je pod zemljištima manje plodnosti, koja imaju izvesna ograničenja za poljoprivrednu proizvodnju (povećana kiselost, neregulisan vodni režim), pa zahtevaju određene mere popravke.

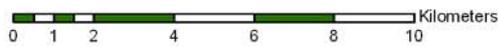
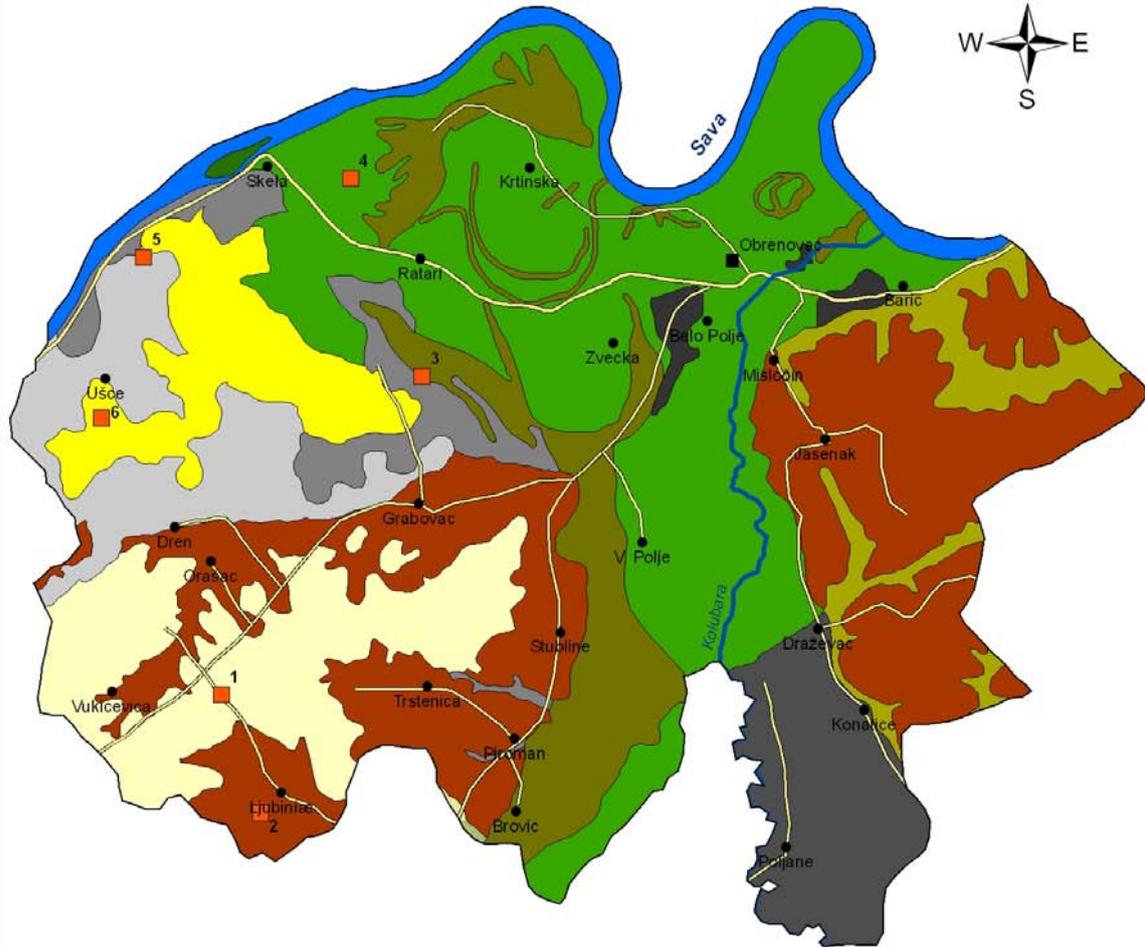
Na slici 1. predstavljena je struktura korišćenja zemljišta u okviru područja proučavanja.



Slika 1.-Struktura korišćenja zemljišta proučavanog područja

# Pedološka karta

1:150,000

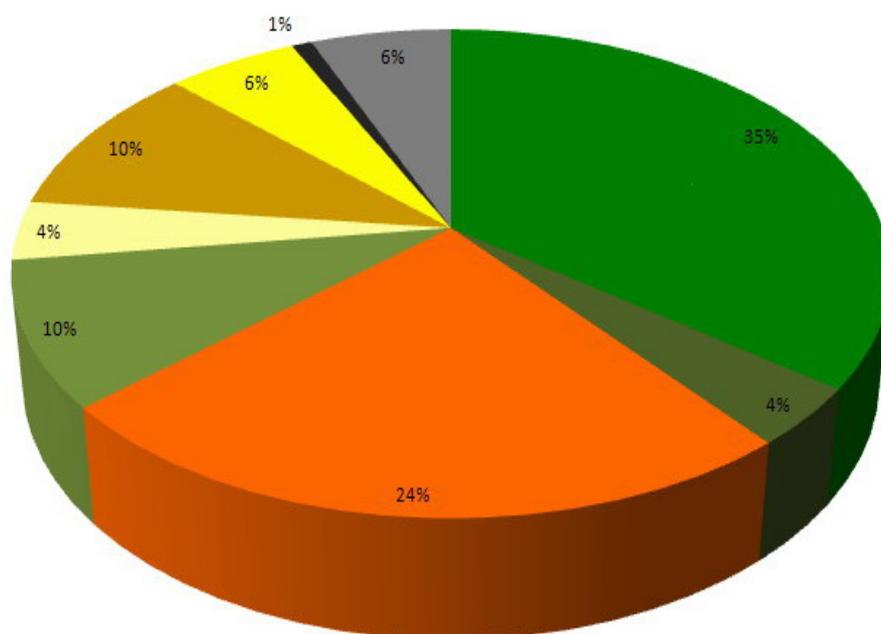


Tipovi zemljišta	
	Aluvijalni nanos i aluv. nanos na pog. ritšk. crni
	Mineralno barsko zemljište
	Delivijum
	Gajnjaca i gajnjaca u lesiviranju
	Pseudoglej ravninarski
	Livadsko zemljište
	Ritška crnica
	Smonica aluvijalna
	Smonica
	Pedološki profili

Institut za zemljište, Beograd

U okviru ove Studije detaljnije su ispitani najzastupljeniji tipovi zemljišta čija je zastupljenost predstavljena slikom 2.

### Tipovi zemljišta



#### 2.1.1. Fluvijalno livadska zemljišta (humofluvisol)

Ovaj tip zemljišta se javlja u dolinama reka, kao posledica meandrovanja i izlivanja, u ovom slučaju reke Save. Razlikuju se od ritskih crnica, jer je zadržavanje vode znatno kraće. To su viši delovi rečnih dolina izdignuti za oko 2-5 m. Razlikuju se od ritskih crnica plćim humusno-akumulativnim horizontom, nešto nižim sadržajem humusa, kao i bojom Amo horizonta, koji je sive do tamnobraon boje. Livadsko zemljište se razlikuje od ritske crnice i po tome što je nivo podzemnih voda na znatno većoj dubini, tako da su znaci oglejavanja ređe prisutni i slabije izraženi, nego što je to slučaj sa ritskim crnicama. U nekim slučajevima livadsko zemljište, može biti formirano na pogrebenoj ritskoj rnici.

Livadsko zemljište odlikuje se sledećim tipom profila: Ap-Amo-C-CGso. Morfološke karakteristike livadskog zemljišta na ispitivanom području prikazane su opisom pedološkog profila 5, nadimak T.E. „ Nikola Tesla ” -B

## Profil 5. - Morfološki opis livadskog zemljišta, Ušće

	Hor. Ap 0-23cm. Rastresiti ornični horizont, tamnosmeđe boje, glinovito-ilovastog teksturnog sastava. Struktura je mrvičasta do grudvasta. Jasno prelazi u
	Hor, Amo 23-55cm. Slabo zbijeni humusni horizont, tamno smeđe boje. Po tekstunom sastavu pripadaju glinama. Struktura je grudvasta do prizmatična. Postepeno prelazi u
	Hor C 55-90cm. Supstrat predstavlja, svetlobraon do žuta glina, jako zbijena. Po profilu vidljive pukotine i zapaža se stubasta struktura. U donjem delu profila prisutne konkecije kreča. Reakcija na karbonate se pojačava sa dubinom.
	Hor C Gso 90-110cm. Žuto-beličasta glina sa znacima sekundarnog oglejavanja, prožeta konkecijama kreča. Reakcija na kreč burna i dugog je trajanja.

### Vodno-fizičke osobine

U granulometriskom sastavu (Tabela 1.), livadskog zemljišta preovlađuje frakcija gline, tako da sa povećanjem dubine rastu i njene količine. U Ap horizontu vrednosti ove frakcije iznose 40,20 tež. %, a u CGso, čak, 46,40 tež. %.

Frakcija praha je druga po zastupljenosti i kod nje nema pravilnosti u raspodeli po dubini profila. Njene vrednosti se kreću od 31,10-36,30 tež. %.

Frakcija sitnog peska ima skoro ujednačene količine celom dubinom, sa iznosima od 19,40-20,70 tež. %.

Frakcije krupnog peska ima jako malo, svega 0,20-1,90 tež. %.

Zapreminska masa Amo horizonta iznosi  $Z_m = 1,61 \text{ g/cm}^3$ , a u CGso  $1,59 \text{ g/cm}^3$ , što pokazuje da je zemljište zbijenije u humusnom horizontu, a manje zbijeno u supstratu.

Specifična masa se sa dubinom povećava, tako u Amo horizontu iznosi  $S_m = 2,71 \text{ g/cm}^3$ , a u CGso je  $S_m = 2,74 \text{ g/cm}^3$ .

Maksimalni vodni kapacitet sa dubinom raste i u Amo horizontu iznosi 41,02 tež. %, a u CGso 42,18 tež. %.

Propusnost zemljišta za vodu je osrednja i kreće se od  $K_f = 1,3-1,7 \cdot 10^{-4} \text{ cm/sec}$ .

### Hemijske osobine

Livadsko zemljište je dobro snabdeveno humusom i azotom, a sa dubinom vrednosti opadaju (Tabela 2.). Kalijumom su ova zemljišta srednje obezbeđena, što je posledica đubrenja i težeg mehaničkog sastava, a fosforom slabo. Površinski horizont i

najdublji horizonti su slabo karbonatni, a reakcija zemljišta u zavisnosti od nanosa, i odnosa uticaja poplavne i podzemne vode slabo kisela do slabo alkalna.

### 2.1.2. Aluvijalno zemljište (fluvisol), karbonatan, ilovast na ritskoj crnici

Niži delovi ispitivanog područja bliže reci Savi, tačnije sela Skela, Ratari, Brgulice, Urovci, Krtinska, Rvati i Zabrežje su ranije bili ritovi sa barskom vegetacijom, gde su stvorena hidrogena zemljišta odnosno ritske crnice. Izgleda da je to bio jedan duži, miran vremenski period, kada se Sava retko izlivala. Kasnije su poplave bile češće, tako da su izvesne površine zatrpavane svežim nanosom. Nakon izgradnje nasipa, ta su zemljišta privedena kulturi (obradi). Istražnim pedološkim radovima i kopanjem profila, ustanovljeno je postojanje aluvijalnih nanosa različite dubine, na ritskoj crnici. U depresijama i uvalama je njihova debljina veća, a na višim delovima i brežuljcima manja.

Sveži nanos i zatrpuna ritska crnica se u mnogome razlikuju. Te razlike su uočljive, kako u morfološkom pogledu, tako i po hemijskom i vodno-fizičkom pogledu.

Aluvijalni nanosi su po teksturnom sastavu peskovite ilovače i ilovače, lako su propusne za vodu i svetlobraon boje, dok su ritske crnice tamnomrke do crne boje, težeg mehaničkog sastava, tipa glinovitih ilovača i glina, slabo propusne za vodu.

Da su ova zemljišta višeslojna jasno se vidi iz slike profila aluvijuma, profil 4 u selu Skela.

Profil 4 - Aluvijalnog zemljište, ilovasto na ritskoj crnici, u selu Skela

	<p>Hor. (A), 0-33cm. Aluvijalni nanos, svetlo smeđe boje, rastresit je, sadrži kamenčiće šljunka. Tekstura mu je ilovasta, a struktura graškasta do grudvasta. Jasno prelazi u</p> <p>Hor. b Aa, 33-70cm. Pogrebena ritska crnica, tamnosive do crne boje. Teksturni sastav je glinovit, zbijen, struktura prizmatična</p> <p>Hor CGso, 70-120cm. Supstrat tamnobraon boje. Glinovitog je teksturnog sastava, krupno prizmatične strukture, ispucao, a u donjem delu profila zapaženi znaci oglejavanja. Postepeno prelazi u</p> <p>Hor. CGso, &gt;120cm. Supstrat tamnobraon boje, jače oglejan, dosta zbijen.</p>
---	---

## Vodno-fizičke osobine

U mehaničkom sastavu datog zemljišta (Tabela 1.), preovlađuje frakcija gline, zatim praha i na kraju frakcija peska.

Frakcija gline pokazuje tendenciju rasta sa dubinom i to u Ap horizontu iznosi 34,10 tež.%, a u CGso 40,40 tež.%.  
Frakcija praha, takođe, opada sa dubinom, u Ap horizontu je 36,20 tež.%, a u CGs 31,30 tež.%.  
Frakcija sitnog peska nema neku pravilnost pojavljivanja i kreće se od 26,40-27,60 tež.%.  
Zapreminska masa ima niže vrednosti, što je i svojstveno aluvijalnom zemljištu i u b,Aa iznosi  $Z_m=1,41 \text{ g/cm}^3$ , a u CGso  $1,44 \text{ g/cm}^3$ .  
Specifična masa u b,Aa horizontu iznosi  $S_m=2,75 \text{ g/cm}^3$ , a u CGso  $S_m=2,72 \text{ g/cm}^3$ .  
Maksimalni vodni kapacitet se smanjuje sa dubinom, u b,Aa horizontu iznosi  $49,76 \text{ g/cm}^3$  a u CGso 48,98 tež. % .  
Ovo zemljište dobro propušta vodu, što se vidi iz vrednosti koeficijenta filtracije, koji je  $K_f=1,9 \cdot 10^{-4} \text{ cm/sec}$  u b,Aa horizontu, a u CGso  $K_f=2,2 \cdot 10^{-4} \text{ cm/sec}$ .

## Hemijske osobine

Hemijske osobine proučavanog zemljišta prikazane su u Tabeli 2. Aluvijalno zemljište je slabo karbonatno, sa povećanjem sadržaja karbonata u najdubljem horizontu. Količina humusa je mala (1.4%), ali se povećava u pogrebenom A horizontu ritske crnice (2.7%). Obezbeđenost azotom je dobra, kalijumom srednja, ali je nizak sadržaj fosfora.

### 2.1.3. Ritska crnica, karbonatna, glinovita

Ritska crnica se na području Obrenovca, pojavljuje u dva podtipa, karbonatnom i nekarbonatnom i oba su težeg, glinovitog teksturnog sastava.

Karbonatna glinovita ritska crnica se javlja u depresijama i ravnici, na području sela: Dren, Grabovac, Ratari, Brgulica, Skela i Urovci i Krtinska.

Nekarbonatna glinovita ritska crnica je takođe, u ravnicama i depresijama, obično na manjim lokalitetima sela : Stubline, Urovci, Grabovac i Dren.

Zajedničke karakteristike oba podtipa ritskih crnica je dubok humusni horizont, od 35-80 cm, tamnosive do crne boje sa prepoznatljivim znacima prekomernog vlaženja - hidromorfizmom, a u zavisnosti od dubine prisustva podzemnih voda, mogu biti pliće ili dublje oglejane. Tako, prvu grupu čine ritske crnice najslabijeg stepena hidromorfizma, gde su procesi oglejavanja zahvatili samo geološku podlogu i imaju profil tipa Ap-Aa-CGso-CGr. Drugu grupu čine ritske crnice, u kojima su procesi prevlaživanja i hidromorfizma izraženiji, usled prisustva plićih podzemnih voda. Hidrogenizovanje zahvata delom i Aa horizont, a dokle će ti procesi dosezati, zavisi direktno od padavina i samog nivoa podzemnih voda. Ova grupa ritskih crnica ima tip morfološke građe Ap-Aa,Gso-CGr.

Profil 3 - Karakteristični profil ritske crnice, nekarbonatne, glinovite na lokalitetu sela Grabovac

	<p>Hor. Ap, 0 -24cm. Tamnosive do crne boje, grudvaste strukture, rastresit, glinovitog teksturnog sastava, postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. Aa, 24-80 cm. Tamnosive do crne boje, prizmatične do stubaste strukture, zbijen, glinovitog teksturnog sastava, postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. CGso. 80-110 cm. Supstrat, svetlosmeđe boje, srednje zbijen, glinovitog teksturnog sastava, prožet konrecijama karbonata, reakcija na kreč pozitivna i kratkog trajanja. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. CGr. 110-130cm. Supstrat, žute boje, slabo zbijen sa dosta konkrekcija kalcijum karbonata. Reakcija na kreč pozitivna i dugog je trajanja.</p>

**Vodno-fizičke osobine**

Iz tabele 1., vidi se da su ritske crnice teškog teksturnog sastava, jer sadrže dosta gline i praha.

Fracija praha je najzastupljenija, a njene se količine sa dubinom neznatno smanjuju. Tako, u Ap horizontu praha ima 40,50 tež. %, a u CGso horizontu 45,30 tež. %.

Fracija gline je na drugom mestu po zastupljenosti i pokazuje suprotnu tendenciju od praha. Njene su vrednosti najveće u površinskom Ap horizontu i iznose 42,00 tež.%, a sa dubinom se smanjuju, pa u CGso iznose 37,20 tež. %.

Fracija sitnog peska ne pokazuje pravilnost u raspodeli po profilu, a njene se vrednosti kreću od 16,70-18,90 tež. %.

Fracija krupnog peska se nalazi u malim količinama od 0,2-0,8 tež. % i nema bitnog uticaja na osobine zemljišta.

Po teksturnom sastavu ova ritska crnica spada u glinuše.

Zapreminska masa u Amo horizontu iznosi  $Z_m=1,52 \text{ g/cm}^3$ , a sa dubinom zbijenost se povećava i u CGso horizontu iznosi  $Z_m=1,63 \text{ g/cm}^3$ .

Specifična masa u Amo horizontu iznosi  $S_m=2,76 \text{ g/cm}^3$ , a u dubini u CGso horizontu  $S_m=2,66 \text{ g/cm}^3$

Maksimalni vodni kapacitet je u skladu sa povećanim učešćem frakcije gline i u Amo horizontu iznosi 45,97 vol.%, a CGso 43,48 vol.%.

Propusnost zemljišta za vodu se pokazala dobrom, uprkos postojanju dosta gline, na dobru propusnost je uticala sama struktura prevashodno humus i karbonati, koji stvaraju tu strukturu.

### **Hemijske osobine**

Ritska crnica ima više humusa u odnosu na druga fluvijatilna zemljišta i dubok humusno-akumulativni horizont. Totalni kapacitet adsorpcije je visok (iznad 30 meq/100g) kao i stepen zasićenosti bazama (Tabela 2.). Slabo kisele je do neutralne reakcije. Sadržaj fofora i kalijuma po celoj dubini profila je visok, što ukazuje na veoma intenzivno, prekomerno đubrenje ovim hranivima.

#### **2.1.4. Pseudoglej obronačni**

Pseudoglej se na području Obrenovca, javlja u dva varijeteta, ravničarski i obronačni.

Ravničarski pseudoglej se javlja u ravnici pored reke Save, u selima Ušće, Skela i Grabovac, dok se obronačni javlja na blagim zaravnima i padinama sela: Dren, Orašac, Ljubinić, Vukićevica i Stubline.

Zajedničke tipske karakteristike i obronačnog i ravničarskog pseudogleja je postojanje podpovršinske vode koja vrši pseudooglejavanje. Za razliku od obronačnog, koji je manje oglejan, usled bočnog podpovršinskog oticanja vode niz padinu, kod ravničarskog pseudogleja se voda duže zadržava flutuirajući po profilu.

Raspored horizonata kod pseudogleja je sledeći: Ap-Amo-Eg-Btg, gde je Ap humusno-akumulativni ornični horizont, Amo humusno-akumulativni molični horizont, Eg eluvijalni horizont ispiranja gline u procesu oglejavanja i Btg iluvijalni horizont nagomilavanja gline, na kome se vrši zadržavanje ili kretanje podpovršinske vode. Nekada se dešava da se debljina orničnog i humusno-akumulativnog horizonta poklapaju, tako da se ispod orničnog odmah nalazi eluvijalni horizont, a takav je slučaj i sa reprezentativnim profilom 2 u selu Ljubinić.

Profil 2. - Reprezentativni profil eutričnog obronačnog pseudogleja, Ljubinić (lokalitet Lipovica)

	<p>Hor. Ap, 0-28cm. Sivkasto je smeđe boje u mokrom, pepeljaste u suvom stanju. Po granulometričkom sastavu pripada glinovitim ilovačama. Struktura je sitno grudvičasta. Ornični horizont je rastresit. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor Eg, 28-58cm. Eluvijalni horizont, otvorenosmeđe boje. Granulometrički sastav ilovast do glinovito- ilovast. Struktura je grudvasta, slabo izražena. Zbijenost je slaba, u ruci se zemljište lako raspršuje. Na profilu se zapažaju znaci mramoriranja i sekundarna oksidacija, rdaste fleke Fe i Mn, kao i njihovi ortštajni. Jasno prelazi u</p>
	<p>Hor. Btg<sub>1</sub>, 58-90cm. Iluvijalni horizont I, zatvoreno smeđe boje. Po teksturi je glinovita ilovača do glina. Po profilu vidljivi glejni procesi, izraženo mramoriranje sa plavičasto-zelenim flekama gleja. Struktura je prizmatična. Jasno prelazi u</p>
	<p>Hor. Btg<sub>2</sub> 90-120cm. Iluvijalni hor. II, tamno smeđe boje, glinovitog je sastava, jako zbijen, tvrd, sa dosta pukotina u profilu, stubaste strukture. Prožet flekama gleja, naročito u gornjem delu.</p>

### Vodno-fizičke osobine

Tokom obrade zemljište se rastresa, što dovodi do stvaranja boljih uslova za ukorenjavanje biljaka, bolju aeraciju, kao i povećanje propusnosti zemljišta za vodu. Time se stvaraju uslovi za ispiranje gline iz orničnog u eluvijalni, a iz njega u iluvijalni horizont, gde se vrši akumulacija gline i stvara vodonepropusni horizont.

Tako, ornični Ap horizont ima najmanje gline, 28.6 tež. %, u Eg 34.6 tež.%, a Btg<sub>1</sub> horizontu je glinovit i vodonepropustan, u Btg<sub>2</sub>, ima dosta gline 38.7 tež. %, te je i on vodonepropustan (Tabela 1.).

Zapreminska masa je najniža u obradivom Ap horizontu. Pretpostavlja se da je vrednost zapreminske mase oko 1.35 g/cm<sup>3</sup>. Iz ovog horizonta nije bilo moguće uzeti uzorke u neporemećenom stanju jer je ovaj horizont jako rastresit i zemljište ispada iz cilindra. U Eg horizontu  $Z_m=1.51\text{ g/cm}^3$ , a u Btg<sub>1</sub> je  $Z_m=1.61\text{ g/cm}^3$ .

Specifična masa ima najniže vrednosti u površinskom horizontu, a sa dubinom njene vrednosti rastu, tako da u Eg horizontu njena vrednost  $S_m=2,70\text{ g/cm}^3$ , a u Btg<sub>1</sub>  $S_m=2,80\text{ g/cm}^3$ .

Propusnost zemljišta za vodu je najveća u rastresitom Ap horizontu i sa dubinom vrednost joj opada srazmerno povećanju zbijenosti i količini gline. Tako je u Eg horizontu  $K_f=2,7 \cdot 10^{-3}$  cm/sec., što predstavlja dobru propusnost za vodu. U Btg<sub>1</sub> horizontu je propusnost slabija i iznosi  $K_f=4,42 \cdot 10^{-4}$  cm/sec, u Btg<sub>2</sub> nisu uzeti cilindri usled velike zbijenosti i može se konstatovati da je ovaj horizont vodonepropustan.

Maksimalni vodni kapacitet pokazuju tendenciju povećanja sa dubinom. Tako, u Eg horizontu iznosi MVK=39,70 vol.%, a u Btg<sub>1</sub> je MVK=45,36 vol.%.

Kod pseudogleja se pokazalo da je u Ap i Eg horizontu propusnost dobra i K<sub>f</sub> ima vrednosti  $2,70 \cdot 10^{-3}$  cm/sec, u Btg<sub>1</sub> propusnost je slabija sa  $K_f = 4.40 \cdot 10^{-4}$  cm/sec, a najslabiju propusnost ima Btg<sub>2</sub> na kome se zadržava voda.

## Hemijske osobine

Pseudoglej obronačni je jako kiselo zemljište, srednje obezbeđeno humusom, azotom i kalijumom, a slabo pristupačnim fosforom. U Tabeli 2. prikazane su hemijske osobine ispitanih uzoraka zemljišta. On ima visoku hidrolitičku kiselost, uslovljenu postojanjem slobodnog Al. Vrednost sume baza pokazuje da je prisutno ispiranje baznih katjona iz površinskog u iluvijalni horizont, ali u celom profilu zemljište ostaje eutrično. Totalni kapacitet adsorpcije je oko 20 meq/100g u gornjim i oko 30 meq/100 g u donjim horizontima, u skladu sa rasporedom gline i drugih koloida u profilu.

### 2.1.5. Pseudoglej ravničarski na pogrebnoj ritskoj crnici

Ovaj tip zemljišta se javlja u široj rečnoj dolini reke Save uz aluvijume i ritske crnice, a nastao je kao posledica postojanja pogrebene ritske crnice u dubjim delovima profila, koja je glinovitog sastava i vodonepropusna, što dovodi do nakupljanja i dizanja voda prema površini. Ovi procesi dovode do pseudooglejavanja.

Najveća lokacija podtipa pseudogleja ravničarskog, nalazi se između sela Ušće i Skele na zapadu, a zatim se tom širinom prostire prema istoku do Grabovca, tačnije zaseoka Kriva bara i Lužanski kraj. Takođe, ima ga i na istočnim granicama sela Ušće gde se spaja sa Grabovačkim pseudoglejom.

Ravničarski pseudoglej se odlikuje pepeljastom bojom na površini, a u dubjim delovima se zapaža prevlaživanje tj. pseudoglejavanje. Profil zemljišta je Ap-Eg-b,Aa-C, gde je Ap-ornični horizont, Eg-eluvijalni glejni horizont, b,Aa- pogrebni horizont ritske crnice i C horizont supstrat, glina sa konkrecijama kreča.

Bliže morfološke karakteristike datog podtipa pseudogleja date su u opisu pedološkog profila 6 u istočnom delu sela Ušće.

Profil 6. - Morfološki izgled pseudogleja ravničarskog na pogrebnoj ritskoj crnici, Ušće

	<p>Hor. Ap 0-25cm. Rastresiti oranični horizont pepeljaste do tamnosive boje. Tekstura je ilovasta, a struktura grudvasta, u slabo zbijenom je stanju. Jasno prelazi u</p>
	<p>Hor. Eg 25-56cm. Eluvijalni horizont, svetlobraon boje, glinovite teksture. Struktura je grudvasta. Po profilu se zapaženi znaci mramoriranja, kao i ortštajni i fleke Fe i Mn. Jasno prelazi u</p>
	<p>Hor. b, Aa 56-105cm. Pogrebni humusni horizont ritske crnice. Tamnosive do crne boje i jako zbijen. Teksturni sastav je glinovit, a struktura prizmatična, pa je i vodonepropustan. Jasno prelazi u</p>
	<p>Hor. CGso, 105-130cm. Žučkasta glina, jako zbijena i ispucala. Na profilu zapaženi vidljivi znaci sekundarnog oglejavanja od podzemnih voda. Takođe, zapaženo prisustvo konkcija Ca CO<sub>3</sub>. Reakcija na kreč burna i dugog trajanja.</p>

### Vodno-fizičke osobine

U ovom zemljištu dominira frakcija gline i to tako da je najmanje ima u Ap horizontu 25,30 tež.%, a sa dubinom se povećava i u b, Aa ima najveću vrednost 47,00 tež.%, što u stvari dovodi do stvaranja vodonepropusnog horizonta, na kome leži podpovršinska voda.

Frakcije praha ima najviše u obradivom Ap horizontu, dok ga u sredini profila ima od 32,50-34,00 tež.%.

Zapreminska masa je u obradivom Ap horizontu manja, tj.  $Z_m=1,57\text{ g/cm}^3$ , jer je rastresito, a u b, Aa manja usled zbijenosti,  $Z_m=1,62\text{ g/cm}^3$ .

Specifična masa u Ap horizontu iznosi  $S_m=2,72\text{ g/cm}^3$ , a u b, Aa je  $S_m=2,57\text{ g/cm}^3$ .

Maksimalni vodni kapacitet je manji u Ap horizontu i iznosi 43,28 vol %, a veći u b, Aa gde ima povećanu vrednost 48,73 vol.%.

Propusnost zemljišta za vodu je veća u Ap horizontu  $K_f=4,7 \cdot 10^{-4}\text{ cm/sec}$ , a u b, Aa je daleko slabija i na njoj se zadržava voda  $K_f=3,1 \cdot 10^{-5}\text{ cm/sec}$ .

### Hemijske osobine

Hemijske osobine (Tabela 2.), upućuju na zaključak da je pseudoglej ravničarski plodno zemljište. Snabdevenost humusom je dobra, naročito u površinskom horizontu.

Intenzivno đubrenje je uticalo da dobru obezbeđenost azotom, kalijumom i fosforom. Reakcija zemljišta je srednje kisela, sa vrednostima od 4.6-5.7. Zasićenost baznim katjonima je iznad 70% i povećava se sa dubinom, kao i totalni kapacitet adsorpcije, koji u površinskom horizontu iznosi oko 20 meq/100g, a u dubljim oko 30 meq/100g.

### 2.1.6. Eutrični kambisol (gajnjača) u lesiviranju

Na ispitivanom području opštine Obrenovac, pojavljuju se dva podtipa gajnjača: tipična i gajnjača u lesiviranju.

Gajnjača tipična je nešto lakšeg mehaničkog sastava u odnosu na podtip u lesiviranju jer je nastala na lesu, obično na brežuljcima, dok je drugi podtip nastao na glinovitim jezerskim sedimentima, obično uvalama i brežuljcima. U gornjem, humusno-akumulativnom horizontu profila, tipična gajnjača je ilovastog sastava, dok je u kambičnom glinovito-ilovastog sastava. Ovaj podtip gajnjača se na ispitivanom području javlja u selima: Grabovac (Brđanski kraj) i Trstenica (donji kraj).

Gajnjača u lesiviranju je nešto težeg teksturnog sastava, u humusnom horizontu je najčešće glinovita ilovača, dok je u kambičnom glinovitog sastava, a supstrat je tercijska glina. Ovaj podtip se na ispitivanom području javlja u selima: Grabovac (Vidanski kraj), Stubline, Orašac, Vukićevica i Ljubinić.

Za potrebe prikazane Studije, otvoren je profil na gajnjači u lesiviranju, u selu Ljubinić.

Profil 1. - Morfološke karakteristike eutričnog kambisola (gajnjače) u lesiviranju, Ljubinić

	<p>Hor Ap. 0-26cm. Ornični humusni horizont je tamnosmeđe boje i u rastresitom je stanju. Tekstura je glinovito ilovasta, a struktura mrvičasta do sitno grudvasta. Jasno prelazi u</p>
	<p>Hor. Amo 26-54cm. Humusni horizont je tamnosmeđe boje i u slabo zbijenom stanju. Po teksturi je glinovita ilovača, a struktura je od sitno do krupno grudvaste. Jasno prelazi u</p>
	<p>Hor. (B)v<sub>1</sub> 54-80cm. Kambični podhorizont, crveno- smeđe- rude boje, zbijen. Po teksturnom sastavu je glinovita ilovača do glina, a struktura je sitno prizmatična. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. (B)v<sub>2</sub> ispod 80cm. Drugi kambični podhorizont, tamnosmeđe boje, jako zbijen. Glinovitog je teksturnog sastava i prizmatične strukture. Po profilu se zapažaju sitni ortštajni Fe i Mn.</p>

## Vodno-fizičke osobine

Granulometrijski sastav (Tabela 1.), ovih gajnjača pokazuje da u njima preovlađuju čestice praha (0,02-0,002mm), gline (< 0,002mm), a zatim sitnog peska (0,2-0,02 mm) dok je sadržaj krupnog peska (> 0,2mm) najmanji. Prah ima najveću zastupljenost u Ap horizontu 43,90 tež %, a sa dubinom se smanjuje, te u Bv<sub>2</sub> horizontu iznosi 34,20 tež.%. Glina pokazuje tendenciju premeštanja i povećanja sadržaja sa dubinom. U Ap horizontu iznosi 30,00 tež. %, a najveće su količine u Bv<sub>2</sub> horizontu sa 40,00 tež. %. Sitnog peska ima u granicama 25,00-29,20 tež. %, a krupnog peska od 0,40-1,10 tež.%

Zapreminska masa u Amo hoizontu iznosi  $Z_m=1,52 \text{ g/cm}^3$ , a u Bv<sub>1</sub>. je veća  $Z_m=1,59 \text{ g/cm}^3$ , dok se u Bv<sub>2</sub> horizontu znatno povećava na  $Z_m=1,68 \text{ g/cm}^3$ , što se objašnjava većom zbijenošću zemljišta, kao i direktne posledice povećanja sadržaja gline. Specifična masa je ista u Amo i Bv<sub>1</sub> horizontu i iznosi  $S_m=2,68 \text{ g/cm}^3$ , dok je u Bv<sub>2</sub> horizontu nešto veća i iznosi  $S_m=2,78 \text{ g/cm}^3$ . Vrednosti maksimalnog vodnog kapaciteta blago rastu sa dubinom, od 41.01 vol % u Amo do 43,79 vol% u Bv<sub>2</sub> horizontu. Propusnost ovih zemljišta je najveća u Ap horizontu i sa dubinom i povećanjem količine gline i zbijenosti se smanjuje. Tako u Amo horizontu iznosi  $K_f=5,9 \cdot 10^{-4} \text{ cm/sec.}$ , a u Btg<sub>1</sub> horizontu je  $K_f=5,6 \cdot 10^{-6} \text{ cm/sec.}$ , dok u Btg<sub>2</sub> iznosi  $K_f=1,6 \cdot 10^{-6} \text{ cm/sec.}$

## Hemijske osobine

Eutrični kambisol u lesiviranju (Tabela 2.), je srednje kiselo zemljište (pH u nKCl od 4.9-5.1). Ima visok stepen zasićenosti bazama (od 70-80%) i srednji kapacitet adsorpcije (20-30 meq/100g), čije vrednosti se povećavaju sa dubinom, što je pokazatelj procesa migriranja baza i čestica gline. Obezbeđenost humusom i azotom je dobra. Pristupačanim kalijumom je srednje snabdeven, a fosforom slabo, jer se vezuje za Fe, koje se oslobađa u procesu argilogeneze.

## Sadržaj potencijalno štetnih elemenata po dubini profila

Pored osnovnih osnovnih osobina zemljišta određen je i sadržaj potencijalnih polutanata (As, Hg, Cd, Pb i Ni) po dubini profila, da bi se ocenilo da li je izražena akumulacija ovih elemenata u površinskom horizontu, što bi ukazivalo na intenzivnije antropogeno zagađivanje. Analize pokazuju da je raspored As, Hg, Cd i Ni po dubini ujednačen, ili se povećava sa dubinom, što znači da je osnovni izvor teških metala u zemljištu geohemijski. Sadržaj Pb se, međutim, u svim profilima smanjuje sa dubinom, što je indicacija postojanja antropogenog zagađivanja ovim elementom na ispitivanom području.

Koncentracija As, Hg, Cd, Pb ne prelazi maksimalno dozvoljene koncentracije. Izuzetak je nikel, čiji se sadržaj povećava sa dubinom u svim profilima, osim u profilu 4 na aluvijumu na pogrebnoj ritskoj crnici, gde postoji zagađenje pod uticajem emisije iz termoelektrana.

**Tabela 1. -Vodno-fizičke osobine zemljišta**

Tip zemljišta	Horizont	Dubina (cm)	Krupan pesak % (>0,2mm)	Sitan pesak % (0,2-0,02mm)	Prah % (0,02-0,002mm)	Glina % (<0,002mm)	Ukupan pesak % (>0,02mm)	Prah + glina % (<0,02mm)	Specifična masa (g/cm <sup>3</sup> )	Zapreminska masa (g/cm <sup>3</sup> )	MVK %	Koeficijent filtracije (cm/s)
1 - eutrični kambisol u lesiviranju	Ap	0-26	1.1	25.0	43.9	30.0	26.1	73.9				
	Amo	26-54	0.7	29.2	39.9	30.2	29.9	70.1	2.68	1.59	41.01	5.9E-4
	(B)v1	54-80	0.6	26.9	37.3	35.2	27.5	72.5	2.68	1.52	42.75	5.6E-6
	(B)v2	80-125	0.4	25.4	34.2	40.0	25.8	74.2	2.78	1.69	43.79	1.6E-6
2 - pseudoglej obronačni	Ap	0-28	4.5	25.4	41.5	28.6	29.9	70.1				
	Eg	28-58	4.0	25.9	35.5	34.6	29.9	70.1	2.70	1.51	39.70	2.7E-3
	Btg1	58-90	1.2	24.7	32.9	41.2	25.9	74.1	2.80	1.61	45.36	4.4E-4
	Btg2	90-110	1.0	24.8	35.5	38.7	25.8	74.2				
3 - ritska crnica	Ap	0-24	0.3	17.2	40.5	42.0	17.5	82.5				
	Aa	24-80	0.2	18.9	41.9	39.0	19.1	80.9	2.76	1.52	45.97	2.4E-4
	CGso	80-110	0.8	16.7	45.3	37.2	17.5	82.5	2.66	1.63	43.48	1.9E-4
4 - aluvijum na pogrebenoj ritskoj crnici	(A)	0-33	2.1	27.6	36.2	34.1	29.7	70.3				
	bAa	33-70	1.9	26.4	33.9	37.8	28.3	71.7	2.75	1.41	49.76	1.9E-4
	CGso	70-120	1.8	26.5	31.3	40.4	28.3	71.7	2.72	1.44	48.98	2.2E-4
5 - livadsko zemljište	Ap	0-23	1.9	21.6	36.3	40.2	23.5	76.5				
	Amo	23-55	1.0	21.1	32.6	45.3	22.1	77.9	2.71	1.61	41.02	1.7E-4
	C	55-90	0.2	21.3	32.0	46.5	21.5	78.5	2.74	1.59	42.18	1.3E-4
	CGso	90-110	1.1	20.7	31.1	47.1	21.8	78.2				
	Gso	110-140	0.9	19.4	33.3	46.4	20.3	79.7				
6 - pseudoglej ravničarski	Ap	0-25	6.4	28.7	39.6	25.3	35.1	64.9				
	Eg	25-56	1.9	19.2	34.0	44.9	21.1	78.9	2.72	1.57	43.28	4.7E-4
	b <sub>1</sub> Aa	56-105	1.2	19.3	32.5	47.0	20.5	79.5	2.57	1.62	48.73	3.1E-5
	CGso	105-130	0.3	15.5	42.6	41.6	15.8	84.2				

**Tabela 2. - Hemijske osobine zemljišta**

Tip zemljišta	Dubina (cm)	CaCO <sub>3</sub> (%)	H <sub>2</sub> O	KCl	humus (%)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	y (ccm)	H	S	T	V (%)	As	Hg	Cd	Pb	Ni
			pH	(mg/100g)			(meq/100g)			(mg/kg)								
1 - eutrični kambisol u lesiviranju	0-26	0.00	5.7	4.9	3.7	0.23	7.70	18.00	10.00	6.50	18.32	24.82	73.82	7.2	0.052	0.8	28.4	40.0
	26-54	0.00	6.1	5.1	1.1	0.08	4.54	13.20	7.00	4.55	17.02	21.57	78.90	6.1	0.048	0.7	28.2	41.2
	54-80	0.00	6.4	5.1	2.3	0.15	5.66	13.20	6.25	4.06	19.20	23.26	82.53	6.7	0.056	0.8	23.9	46.1
	80-125	0.00	6.2	4.9	1.3	0.09	5.51	14.20	7.50	4.88	23.12	28.00	82.59	7.6	0.052	0.8	21.3	47.1
2 - pseudoglej obronačni	0-28	0.00	5.5	4.5	2.4	0.15	7.23	9.70	12.25	7.96	15.27	23.23	65.73	8.6	0.093	0.7	32.4	30.6
	28-58	0.00	5.4	4.1	0.8	0.06	6.71	11.40	13.25	8.61	15.27	23.88	63.94	7.4	0.077	0.6	23.1	32.0
	58-90	0.00	5.6	4.2	0.9	0.07	5.87	14.00	12.00	7.80	20.94	28.74	72.86	8.0	0.087	0.7	20.8	39.0
	90-110	0.00	6.0	4.4	0.6	0.05	4.21	12.10	7.50	4.88	27.05	31.92	84.73	9.2	0.080	0.6	18.7	35.2
3 - ritska crnica	0-24	0.00	6.5	5.8	4.3	0.25	74.63	>45.00	4.50	2.93	31.85	34.77	91.59	4.0	0.065	0.6	26.0	33.8
	24-80	0.00	6.8	5.9	2.5	0.15	62.30	>45.00	3.75	2.44	29.67	32.10	92.41	4.0	0.026	0.5	23.7	33.9
	80-110	0.00	7.1	6.0	0.9	0.07	49.78	24.00	3.00	1.95	25.30	27.25	92.85	7.8	0.038	0.6	19.9	35.1
4 - aluvijum na pogrebenoj ritskoj crnici	0-33	0.86	7.7	6.7	1.4	0.12	3.79	14.30						15.8	0.045	1.0	59.9	90.5
	33-70	0.86	7.7	6.9	2.7	0.20	2.48	12.10						11.2	0.072	0.8	54.8	78.2
	70-120	9.51	7.8	7.1	3.1	0.22	15.82	19.20						14.3	0.037	0.9	37.2	84.1
5 - livadsko zemljište	0-23	0.86	7.2	6.5	3.2	0.20	3.05	14.50						9.6	0.037	0.8	27.1	46.0
	23-55	0.00	6.4	5.3	1.8	0.12	0.23	12.20	6.50	4.23	24.00	28.22	85.03	8.9	0.041	0.7	23.3	49.0
	55-90	0.00	6.4	5.1	1.2	0.09	2.11	12.10	6.50	4.23	27.05	31.27	86.49	9.1	0.077	0.7	19.9	55.0
	90-110	0.86	7.2	6.3	1.0	0.08	2.26	10.80						9.8	0.079	0.7	19.5	62.9
	110-140	0.86	7.6	6.7	1.3	0.08	1.75	9.80						8.9	0.058	0.7	17.9	57.8
6 - pseudoglej ravničarski	0-25	0.00	6.1	5.2	3.3	0.18	30.83	20.60	8.25	5.36	13.96	19.32	72.25	8.5	0.045	0.5	25.9	31.6
	25-56	0.00	5.8	4.7	1.1	0.09	6.33	15.10	9.00	5.85	22.69	28.54	79.50	9.0	0.082	0.6	19.5	44.9
	56-105	0.00	6.1	4.6	1.2	0.08	1.30	15.00	10.25	6.66	22.69	29.35	77.30	9.8	0.049	0.6	20.4	52.3
	105-130	0.00	7.2	5.7	0.5	0.05	1.36	10.40	2.75	1.79	31.41	33.20	94.62	14.0	0.080	0.8	19.3	76.1

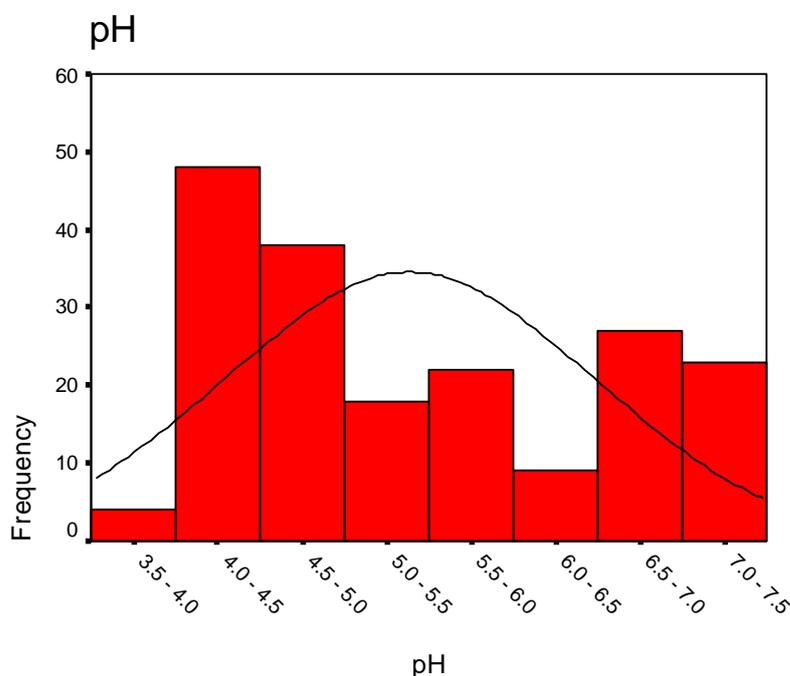
## 2.2. Plodnost i zagađenost zemljišta

### 2.2.1. Reakcija zemljišta

Reakcija zemljišta je jedna od najvažnijih osobina, koja utiče na brojne hemijske karakteristike, mikrobiološke procese, kao i pojedine fizičke osobine zemljišta.

Supstituciona kiselost (pH u nKCl) u ispitivanim uzorcima zemljišta je u opsegu od 3.80-7.30. Pri tome je 4.3 % uzoraka zemljišta ekstremno kisele reakcije (pH <4.0), a 24% jako kisele (pH 4.0-4.5). Najveći broj uzoraka ima povoljnu pH reakciju za uspevanje većine poljoprivrednih kultura - 29% uzoraka ima srednje kiselu reakciju (pH 4.5-5.5), 15% slabo kiselu (pH 5.5-6.5), a 27% neutralnu i alkalnu (grafik 1., karta vrednosti supstitucione kiselosti na ispitivanom području).

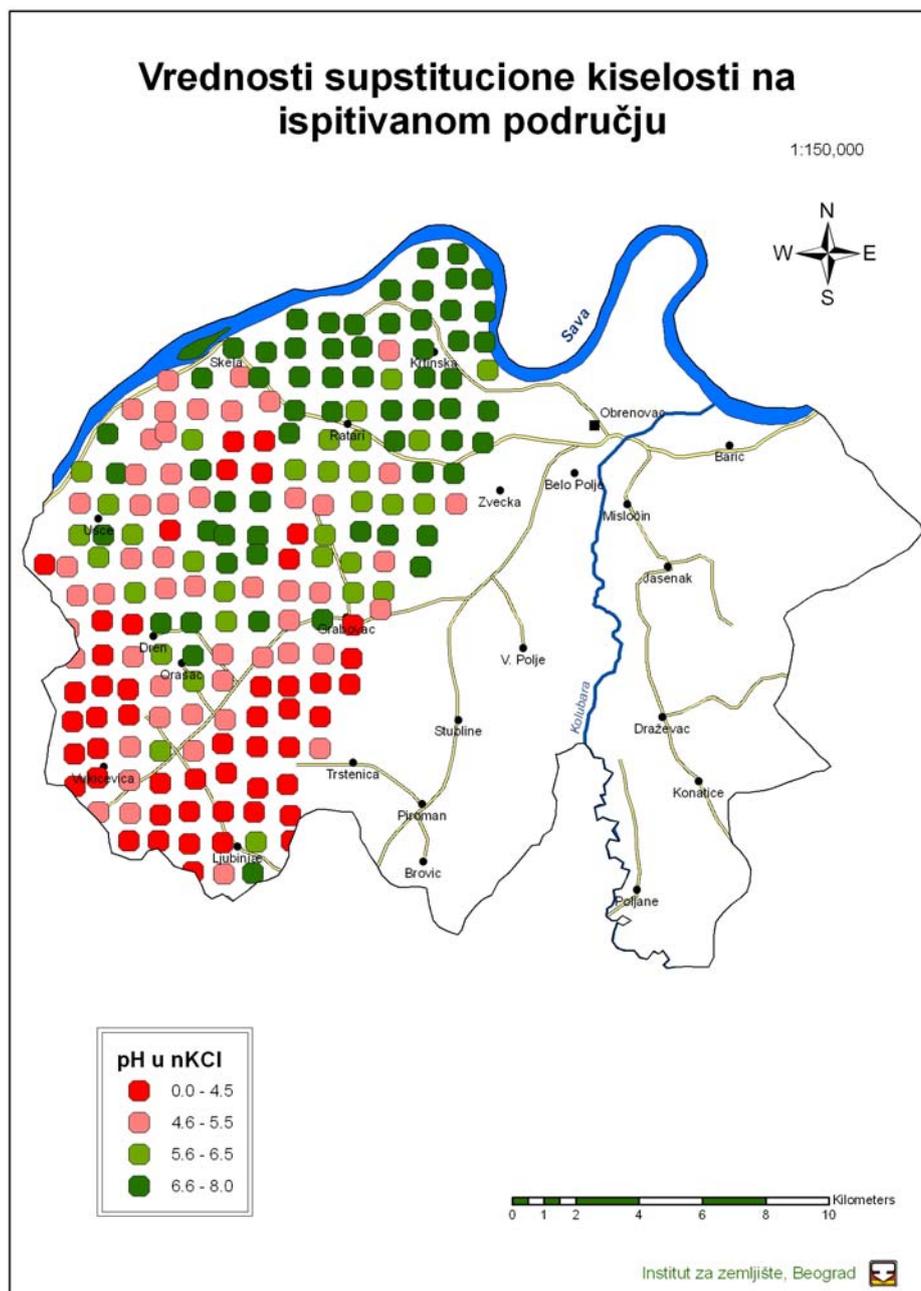
Pored uzoraka zemljišta, uzeti su i uzorci pepela sa deponija TENT. Reakcija pepela je od 5.80 do 7.80, u najvećem broju uzoraka neutralna do alkalna, što je u skladu sa ranijim istraživanjima.



Graf. 1. - Frekvencija uzoraka po kategorijama pH u KCl

Reakcija zemljišta zavisi od tipa zemljišta i činioca koji utiču na njegovo formiranje (matični supstrat, klima, reljef, vegetacija), ali i od antropogenih faktora, čiji je uticaj na teritoriji Obrenovca izražen. Kao što je prikazano na karti zemljišta, jako kisele reakcije locirane su više u južnom delu ispitivanog područja (deo KO Grabovac, Dren, Orašac, Vukićevica, Ljubinić). Tu su rasprostranjena pseudoglejna zemljišta i gajnjača u lesiviranju. Jako kisela zemljišta imaju niz ograničenja za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju. To su oligotrofna zemljišta u kojima je povećana rastvorljivost Al i većine mikroelemenata i teških metala, nekad i do toksičnih koncentracija, a smanjen sadržaj neophodnih makroelemenata - P, N, Ca, Mg, K. Struktura ovih zemljišta je slabo izražena, što utiče nepovoljno na vodno-fizičke osobine. Naročito su nepovoljne vodno-vazdušne osobine pseudoglejeva, u kojima u zimsko-prolećnom periodu može doći do zadržavanja vode u gornjem delu profila. Uobičajene mere za popravku ovih zemljišta su pojačano, kontrolisano đubrenje mineralnim i organskim đubrivima, kalcijacija, a kod pseudoglejeva i dodatne mere za regulisanje vodnog

režima: produbljivanje B horizonta, krtična drenaža, rastresanje, odvodnjavanje kanalima ili cevnom drenažom.



S druge strane, zemljišta neutralne i alkalne reakcije su pretežno u severoistočnom delu, ispitivane površine, i to su aluvijalni nanosi, mineralno barska zemljišta, ritska crnica. U veoma karbonatnim zemljištima može doći do disbalansa u ishrani biljaka zbog deficita fosfora, magnezijuma i nekih biogenih mikroelemenata.

Na reakciju zemljišta su uticali prirodni činioci, ali se zapaža i uticaj emisije gasova i čestica iz termoelektrana i sa deponija pepela. Pepeo na deponijama TENT je uglavnom alkalne reakcije, i neki uzorci u okolini imaju bazniju reakciju. Ovo je nepovoljno za zemljišta koja su inače neutralna ili alkalna, a može biti povoljno za kiselu zemljišta (kao što je slučaj sa okolnim zemljištem TENT B).

### 2.2.2. Ukupan sadržaj arsena (As)

Koncentracija As u zemljištu u velikoj meri zavisi od prirode matičnog supstrata. Sedimentne stene, (koje su dominantan supstrat zemljišta opštine Obrenovac) obično imaju veće koncentracije As nego magmatske.

Primena pojedinih preparata u poljoprivredi (pesticidi, fosforna đubriva) može povećati sadržaj As u zemljištu, kao i emisija zagađujućih materija iz topionica i termoelektrana. Pri sagorevanju uglja, neorganski elementi se delom oslobađaju u vidu gasova, gari i dima (naročito Cr, Ni, Mn, Hg, As, Cd), deo se rastvara pri hidrotransportu i gubi drenažnim vodama (posebno Fe, Mn, As), a deo ostaje u pepelu na deponijama.

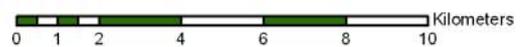
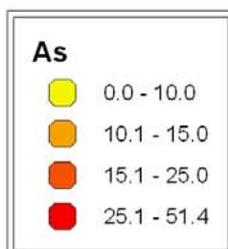
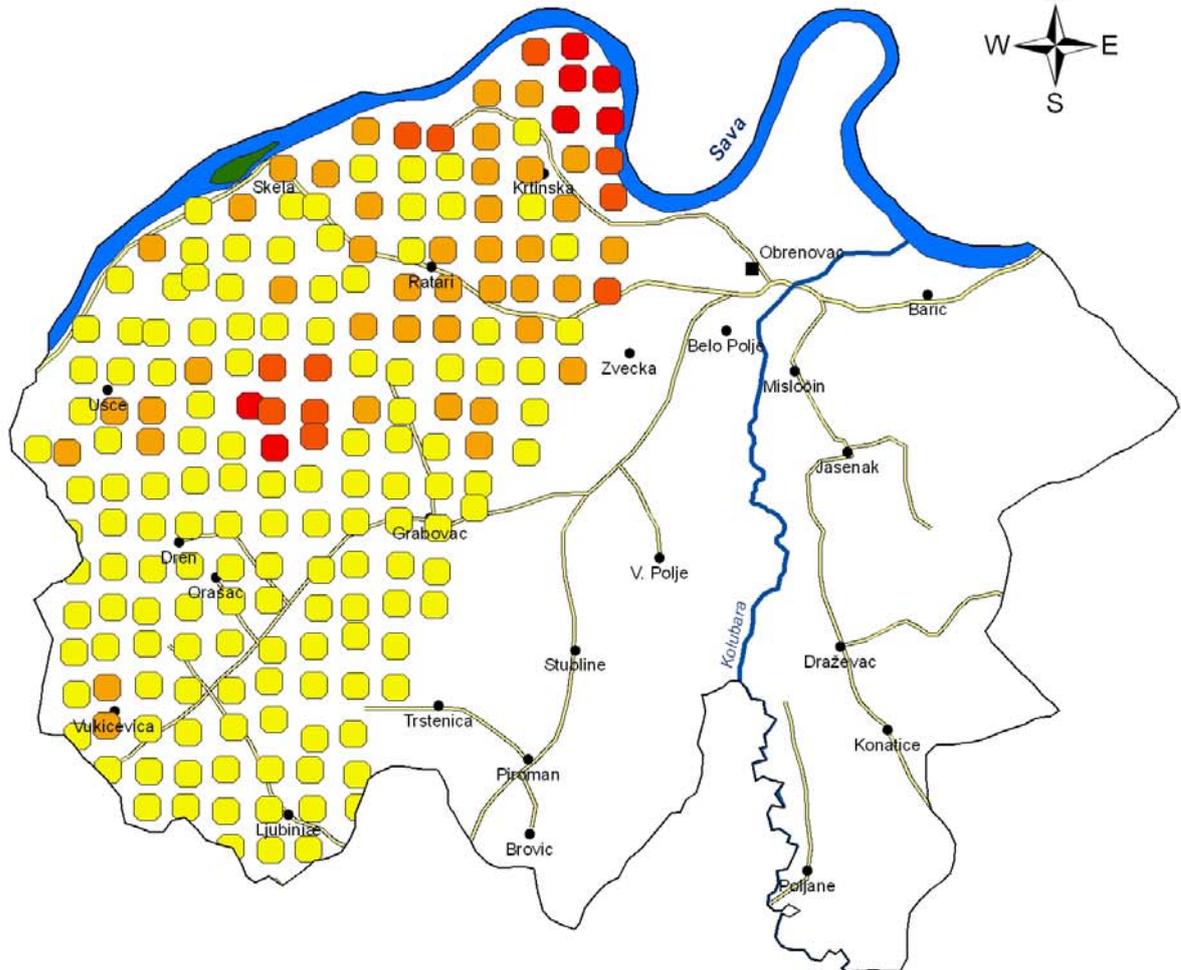
Rezultati ovih istraživanja pokazuju da u pepelu na deponijama, sadržaj As prosečno iznosi oko 25 mg/kg, što je maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) ovog elementa u zemljištu (SG RS 11/90). Analize uzoraka zemljišta, međutim pokazuju da je prosečan sadržaj As 8.56 mg/kg, u najvećem broju uzoraka (99%) ispod 18 mg/kg.

Samo u dva uzorka zemljišta neposredno pored TENT B vrednosti se približavaju ili su veće od MDK (karta sadržaja ukupnog As u zemljištima).

U kojoj meri su ove koncentracije štetne za biljke i ostale delove životne sredine može da se oceni tek nakon detaljnijih analiza pristupačnih formi i sadržaja u biljkama. Tim pre što je rastvorljivost As promenljiva u zavisnosti od uslova sredine - jako se vezuje za organsku materiju i u jako kiselim zemljištima fiksira za amorfne okside Fe i Al, rastvorljiviji je u baznijim sredinama.

# Sadržaj ukupnog As u zemljištima

1:150,000

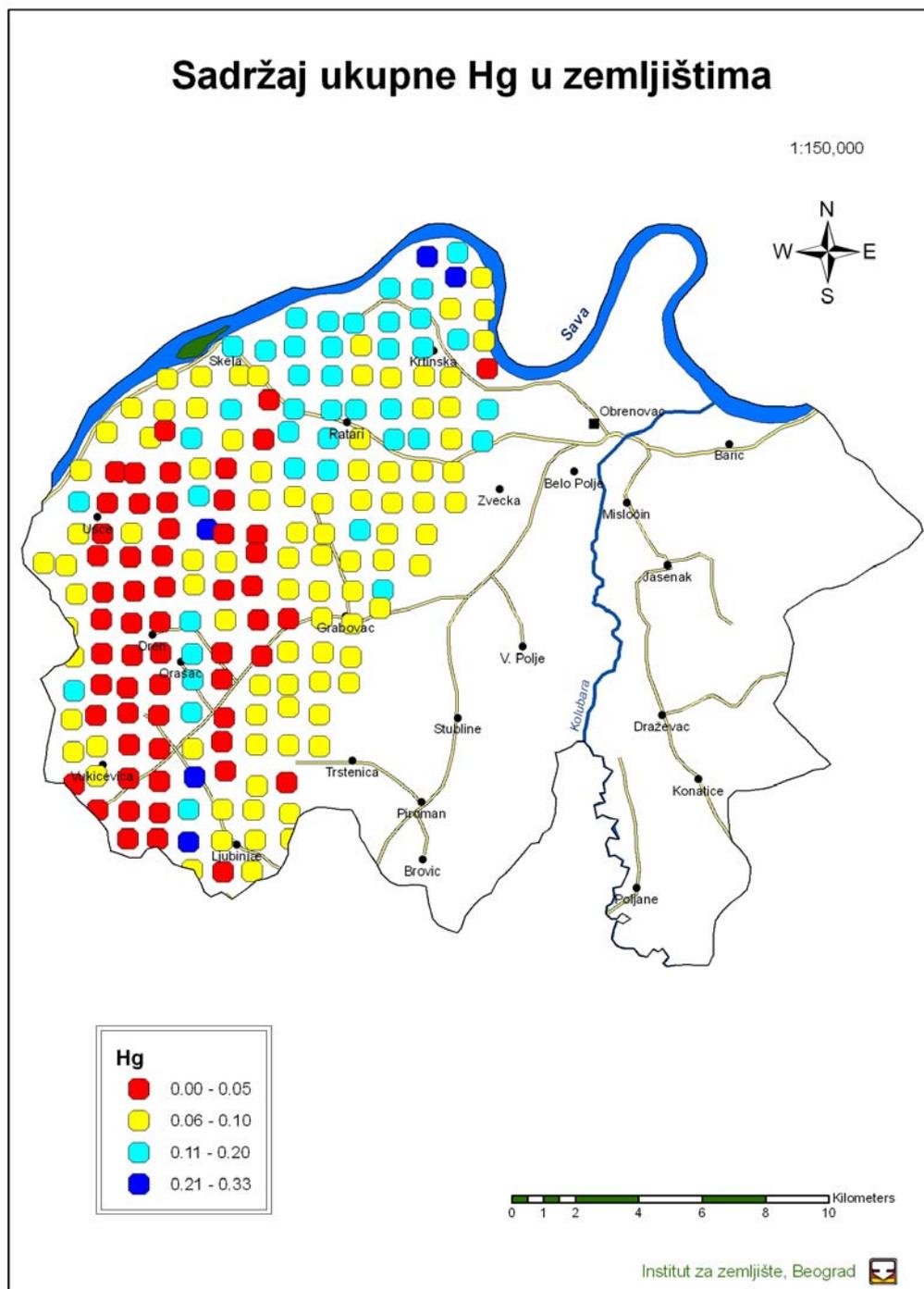


Institut za zemljište, Beograd

### 2.2.3. Ukupni sadržaj žive (Hg)

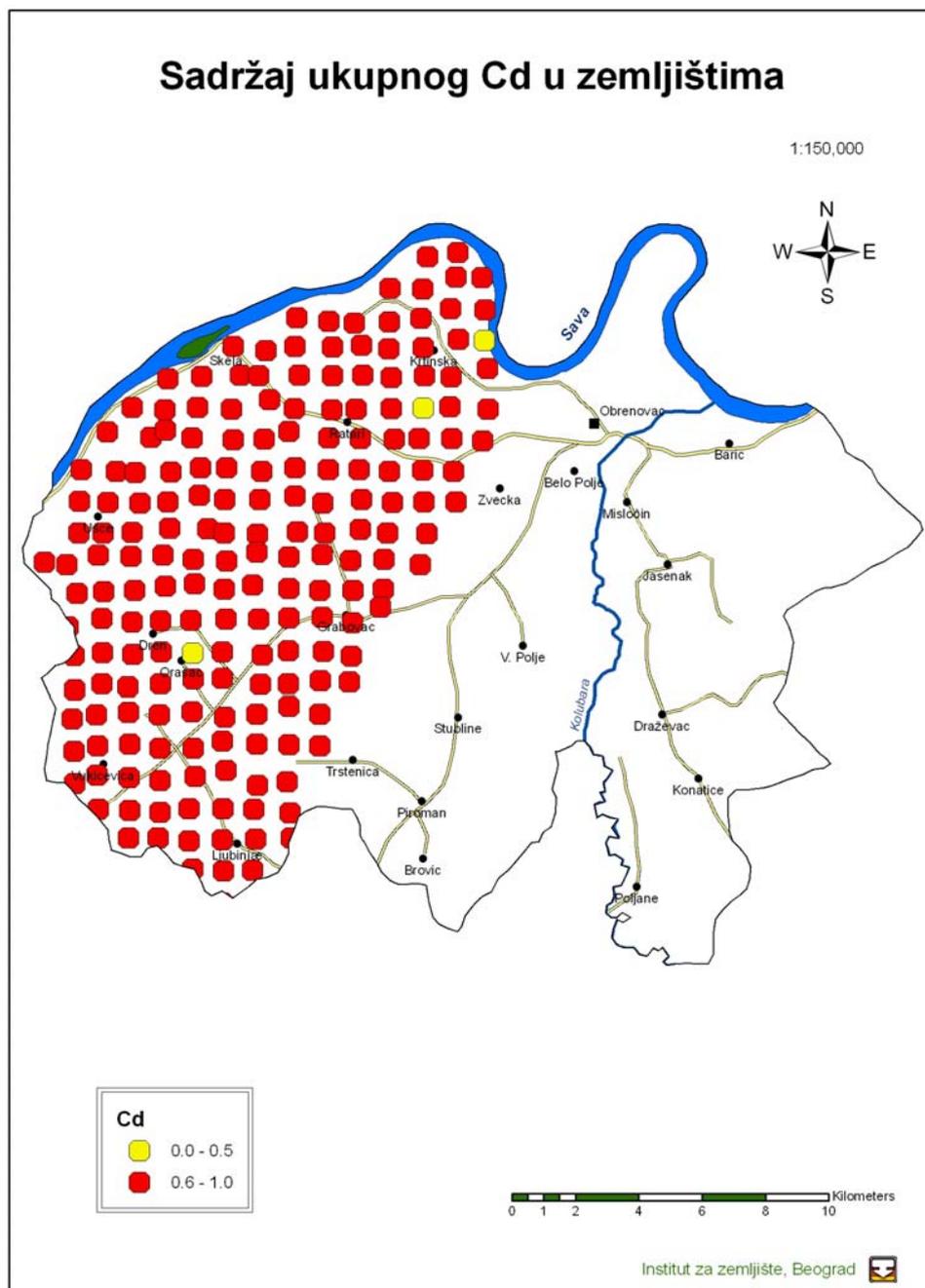
Ukupan sadržaj žive u zemljištu iznosi od 0.02 do 0.33 (prosečno 0.078) mg/kg. To su višestruko manje vrednosti od MDK (2 mg/kg), koja može izazvati štetne efekte na biljke i druge delove životne sredine, u granicama karakterističnim za prirodna, nezagađena zemljišta. Sadržaj Hg u pepelu je sličan, od 0.028 - 0.298 mg/kg (prosečno 0.077).

Živa spada u red elemenata čija je pokretljivost u zemljištu veoma mala, zbog jakih veza jedinjenja Hg i komponenti zemljišta (vezuje se u slabo rastvorljive fosfate, karbonate i sulfate). Jedinjenja žive su različite toksičnosti - najtoksičnija su alkil jedinjenja (metil i etil merkuri).



## 2.2.4. Ukupan sadržaj kadmijuma (Cd)

Značajan antropogeni izvor zagađivanja Cd su fosforna đubriva (superfosfat može imati 50-170 mg Cd/kg), a nalazi se i u motornim uljima i gumama, pa se veće koncentracije mogu javiti pored puteva.



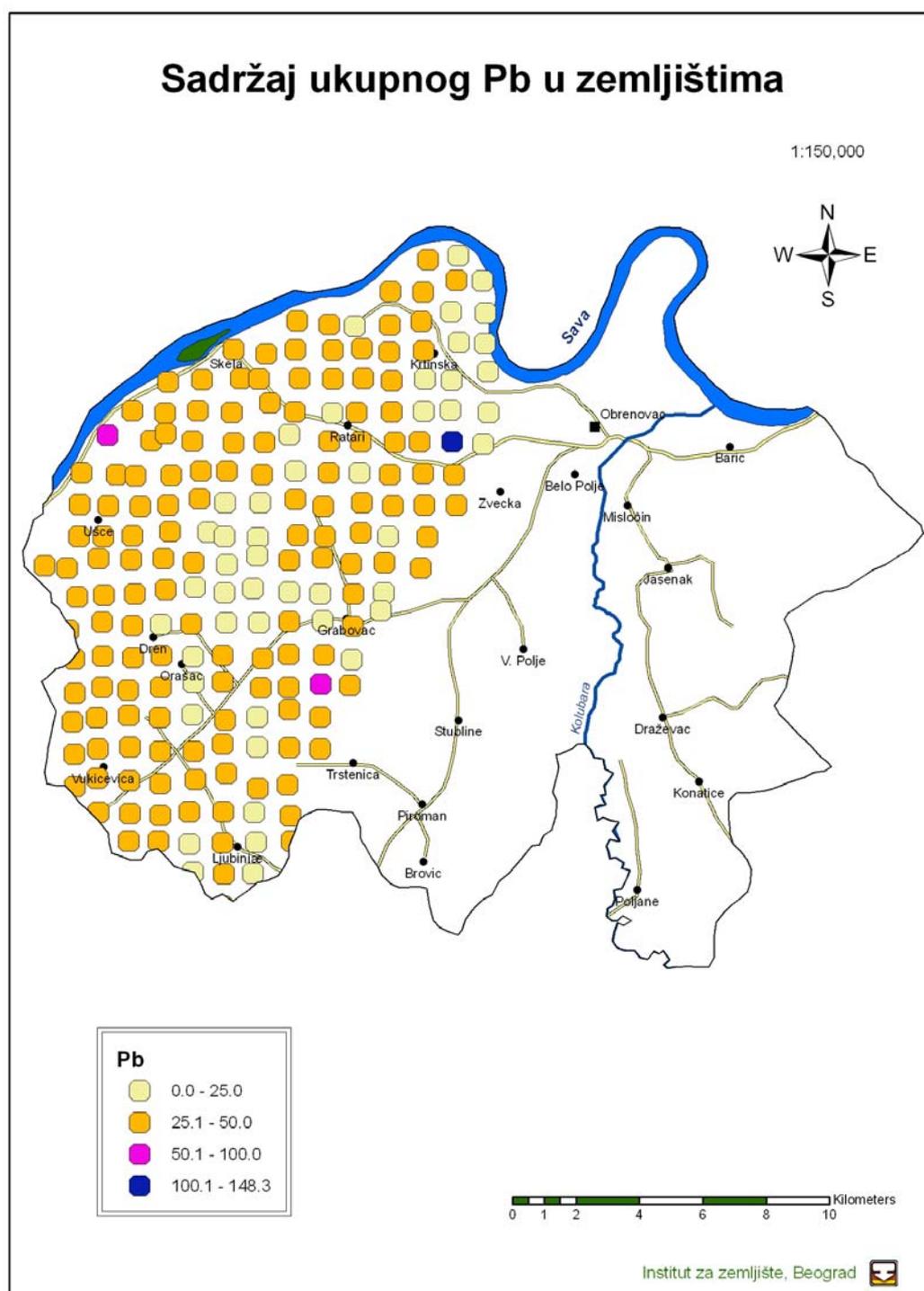
Na ispitivanoj teritoriji opštine Obrenovac sadržaj kadmijuma u zemljištu iznosi od 0.40-1.00 (prosečno 0.8) mg/kg. Ni u jednom uzorku ne premašuje graničnu vrednost od 3 mg/kg, što pokazuje da zemljišta nisu zagađena ovim elementom.

Koncentracija Cd u pepelu je takođe niska, u granicama 0.5 -0.9 (prosečno 0.7 mg/kg). To je značajno jer Cd spada u grupu elemenata koje može lako da usvoji većina

biljaka, jer je njegova adsorpcija u zemljištu relativno mala. Naročito može biti štetan na kiselim zemljištima, slabo snabdevenim organskom materijom.

### 2.2.5. Ukupan sadržaj olova (Pb)

Sadržaj olova u zemljištu je od 16.10 - 148.30 (prosečno 29.0) mg/kg. U 20 % uzoraka vrednosti su ispod 25 mg/kg, a u 98% ispod 50 mg/kg. Samo u jednom uzorku sadržaj premašuje graničnu vrednost od 100 mg/kg.



Veći sadržaj Pb se može povezati sa blizinom saobraćajnica (sadrže ga izduvni gasovi), ali i upotrebom nekih pesticida. Olovo se u zemljištu jako vezuje za organsku materiju, fosfate, karbonate i sulfate, i adsorbuje za zemljišne koloide (2-3 puta jače od Ca), pa je slabije pokretljiv, posebno u baznijim sredinama.

### **2.2.6. Ukupan nikel (Ni)**

Koncentracije nikla u zemljištu variraju od 15.4 - 93.0 (prosečno 44.6) mg/kg.

Najveći broj uzoraka (66%) ima sadržaj ispod 50 mg/kg (maksimalno dozvoljena granica prema našem pravilniku), oko 21 % uzoraka ima vrednosti od 50-70 mg/kg (MDK prema propisima Nemačke).

Na sadržaj Ni ima uticaj emisija zagađujućih materija iz termoelektrane i sa deponija pepela. U pepelu je koncentracija ovog elementa od 29.8 do 86.7 (prosečno 61) mg/kg.

Pored toga, koncentracije Ni zavise i od geohemijskog sastava. Naime, ranija istraživanja pokazuju da aluvijani nanosi naših reka (Kolubara, Velika Morava) imaju prirodno povećan sadržaj Ni.

Smatra se da su ovi aluvijalni nanosi stvarani i pod uticajem ultrabazičnih stena, koje imaju veoma visoke vrednosti Ni (i preko 1000 mg/kg) i drugih elemenata (Cr, Mg).

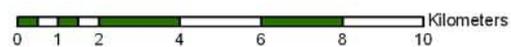
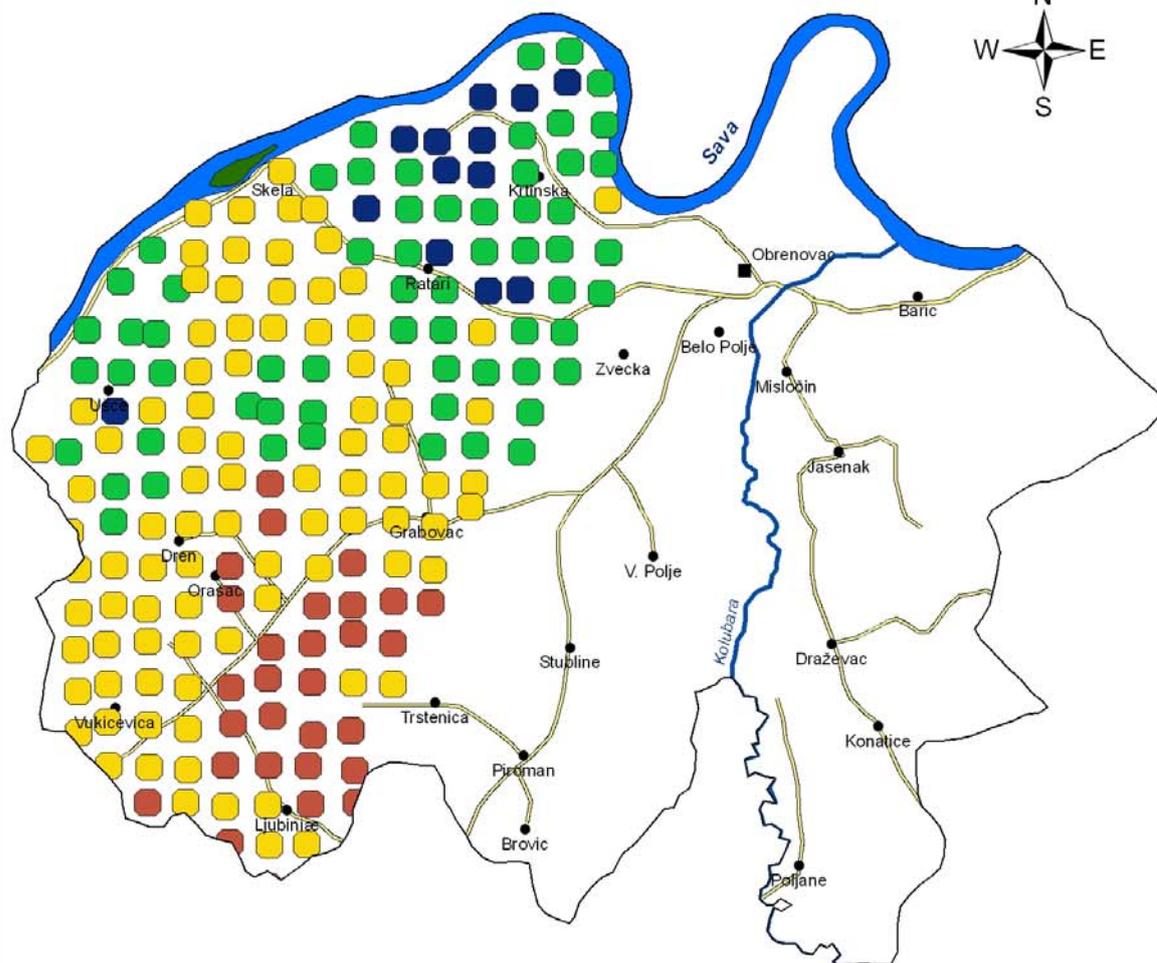
Rastvorljivost Ni iz prirodnih izvora je relativno mala, pa i njegov štetan uticaj na životnu sredinu.

Osim toga, povećane koncentracije Ni su uglavnom ustanovljene na zemljištima slabo kisele, neutralne i bazne reakcije, težeg mehaničkog sastava na kojima je rastvorljivost jedinjenja Ni manja.

Relevantniji pokazatelji o pogodnosti ovih zemljišta za proizvodnju zdravstveno bezbedne hrane dobili bi se nakon ispitivanja akumulacije štetnih elemenata u biljnom materijalu, naročito u delovima koji se koriste za ishranu.

# Sadržaj ukupnog Ni u zemljištima

1:150,000



Institut za zemljište, Beograd

### 2.2.7. Tekstura zemljišta

Tekstura zemljišta predstavlja procentualni odnos frakcija peska, gline i praha. Pokazatelj je plodnosti zemljišta, jer utiče kako na vodno-vazdušne, tako i na adsorptivne osobine zemljišta.

Analiza granulometrijskog sastava površinskog sloja zemljišta na teritoriji Obrenovca pokazuje da preovlađuju zemljišta težeg mehaničkog sastava, a najzastupljenije su glinovite ilovače (Prilog 1.).

Znatno manje su rasprostranjena glinovita zemljišta (neke ritske crnice, glinovit aluvijalni nanos), ilovače (aluvijalni nanos) i ilovast pesak (mineralno-barsko i aluvijalno zemljište).

Sadržaj ukupnog peska varira od 16.7 -75.1 % (najčešće 20-30%), pri čemu je udeo krupnog peska nizak (uglavnom do 5%).

Čestice praha čine 10.2-55.4 % (najčešće 35-45%), a frakcija gline od 11.0-56.2% (najčešće 25-40%).

Zemljišta koja pripadaju teksturnoj klasi glinovita ilovača odlikuju se dobrom sposobnošću zadržavanja vode, ali nešto slabijim upijanjem i proceđivanjem kroz profil, pa mogu biti slabije aerisana. Imaju dobru adsorptivnu sposobnost, zbog čega se većina hranljivih elemenata zadržava u formama pristupačnim biljkama, a njihovo ispiranje je otežano.

U odnosu na ova zemljišta kod teških glina može doći do zadržavanja vode u delu profila, što ima štetan uticaj na biljke i mikroorganizme i stvara probleme pri izvođenju agrotehničkih mera, dok je kod lakših zemljišta sposobnost zadržavanja vode mala, pa su to često suva staništa za biljke.

To je posebno slučaj sa pepelom sa deponija TENT, koji je po teksturi pesak i ilovast pesak. Frakcija ukupnog peska čini 79.9 do 93.6 %, u okviru čega je sitan pesak zastupljen od 36.4 do 58.2%. Sadržaj praha kreće se od 4.3 do 14.5%, a udeo najsitnijih čestica gline je nizak, od 1.4 - 9.1%. Visok sadržaj krupnijih čestica u pepelu, uz odsustvo pravih glinovitih minerala i humusa, koji su vezivni materijal i nosilac adsorptivnih sposobnosti, prouzrokuje slabu vezanost pepela, malu sposobnost retencije vode i hranljivih materija.

### 2.3. Stanje mikroflore u zemljištu

Zemljište kao prirodno stanište, predstavlja heterogen dinamičan ekosistem u kome se odvijaju različiti procesi fizičke, hemijske i biološke prirode. Dinamika ovih procesa uslovljena je u značajnoj meri prisustvom i aktivnošću različitih mikroorganizama u složenoj asocijaciji u kojoj su zastupljeni različiti međusobni odnosi. Mikroorganizmi pripadaju grupi živih organizama koji su široko rasprostranjeni u prirodi. Oni su stalno prisutni u zemljištima, vodenim basenima, vazduhu, u telu čoveka, životinja i biljaka i u mnogim hranljivim proizvodima. Njihova široka rasprostranjenost svedoči o njihovoj ogromnoj ulozi u prirodi. Uz njihovo učešće dolazi do razlaganja različitih organskih materija u zemljištima i vodenim basenima uslovljavajući neprekidno kruženje materije i energije. Od njihove aktivnosti zavisi plodnost zemljišta, stvaranje uglja, nafte i drugih prirodnih bogatstava. Mnogi mikroorganizmi našli su široku primenu u industrijskoj, posebno poljoprivrednoj proizvodnji za dobijanje različitih proizvoda neophodnih za ljudsku i stočnu ishranu. Na aktivnost mikroorganizama i formiranje njihovih biocenoza u zemljištu utiče čitav niz abiotičkih (temperatura zemljišta, njegova vlažnost, vazdušni režim, oksido redukcionni potencijal, pH, osmotski i hidrostatički pritisak i mehanička svojstva) i biotičkih faktora (primena agrotehničkih i agorhemijskih mera). Iako je svet mikroorganizama raznolik uglavnom ga čine bakterije, gljive i aktinomicete i za njihovu brojnost karakteristična je velika dinamičnost u relativno kratkom vremenskom periodu, tako da se broj mikroorganizama može značajno menjati kao posledica dinamike temperature, pH, vlažnosti i biljnog pokrivača. Sva najbitnija svojstva zemljišta, pre svega struktura i plodnost uslovljena su aktivnim radom mikroorganizama pri čemu najvažniju ulogu u ovim procesima imaju heterotrofne bakterije i gljive. U zemljištu kvantitativno su najzastupljenije bakterije, aktinomicete a zatim predstavnici gljiva, algi i protozoa. Određene grupe mikroorganizama mogu poslužiti kao indikatori ekoloških uslova i plodnosti zemljišta. Razlike u njihovoj brojnosti zavise od prisustva i prirode organske materije u zemljištu, načina obrade, đubrenja, vrste biljke, i niza abiotičkih faktora. Organska materija predstavlja esencijalni faktor za zemljišne mikroorganizme, njihov diverzitet, ishranu bilja, vodni kapacitet, stabilnost agregata i kontrolu erozije. Transformacija organske materije mikroorganizmima odvija se u nizu sukcesivnih biohemijskih procesa u dva osnovna pravca: mineralizacija i humifikacija. U procesima mineralizacije složena organska jedinjenja se razlažu do mineralnih jedinjenja i soli kao krajnjih proizvoda. U tim procesima oslobađaju se biogeni elementi (N, P, K, Ca, Mg, S), energija i mnogi mikroelementi neophodni u ishrani bilja. Proizvod procesa humifikacije je humus koji predstavlja posebnu sintetičku tvorevinu i najvažniji deo fizičkih, hemijskih i bioloških osobina zemljišta. Humusne materije u zemljištu su podložne daljoj mineralizaciji (dehumifikaciji) pri čemu se iz humusa oslobađa CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, nitarti, fosfati, sulfati i druga mineralna jedinjenja neophodna u ishrani biljaka.

Mikrobiološka analiza zemljišta obuhvata osim funkcionalnih grupa i broj fizioloških grupa mikroorganizama (aerobnih i anaerobnih fikasatora azota, amonifikatora nitrifikatora, denitrifikatora, celulolizatora i drugih mikroorganizama). Promena brojnosti pojedinih funkcionalnih i fizioloških grupa mikroorganizama neisključuje mogućnost njihovog nejednakog sastava u različitim tipovima zemljišta. Iako zemljište ima veliki broj značajnih funkcija pre svega u biljnoj produkciji za ljudsku i životinjsku ishranu, najveći deo njegovih funkcija zavisi od kvaliteta i kvantiteta organske materije koja predstavlja esencijalni faktor za zemljišne mikroorganizme, njihov diverzitet, ishranu bilja, stabilnost agregata i kontrolu erozije.

Ispitivanja kvantitativne zastupljenosti mikroflore u zemljištima okoline Obrenovca je obavljeno indirektnim dilucionim metodskim postupkom, što znači zasejavanjem inokuluma određenog decimalnog razređenja ( $10^{-1}$  do  $10^{-6}$ ) na odgovarajuće hranjive podloge. U ispitivanim uzorcima zemljišta određena je brojnost sledećih grupa mikroorganizama: ukupna

mikroflora na agarizovanom zemljišnom ekstraktu; aktinomicete na agaru sa saharozom po Krasiljnikovu; gljive na Čapekovom agaru; amonifikatori na tečnoj podlozi sa asparaginom kao izvorom azota; Azotobakter-na tečnoj podlozi sa manitom kao izvorom ugljenika i slobodni azotofiksatori na bezazotnoj podlozi po Fjodorovu. Posle inkubacije u termostatu na temperaturi od 28<sup>0</sup> u trajanju od sedam dana izvršeno je brojanje kolonija na čvrstom agaru, odnosno određen broj pozitivnih epruveta sa tečnom podlogom i preračunat broj mikroorganizama na 1 g apsolutno suvog zemljišta.

Dobijeni rezultati o stanju mikroflora u ispitivanim uzorcima zemljišta varirali su u zavisnosti od tipa zemljišta, sadržaja organske materije, načina njihovog korišćenja i niza abiotičkih i biotičkih faktora (Tabela 3.).

**Ukupna mikroflora** je najbrojnija funkcionalna grupa mikroorganizama u kojoj su bakterije, posebno heterotrofne najbrojnija i najraznovrsnija grupa zemljišnih mikroorganizama. Ukupan broj mikroorganizama je varirao od 0.33 na pepelištu (uzorak br. 7784) do  $75.67 \times 10^6$  (uzorak oranice br. 7748) po gramu apsolutno suvog zemljišta. Mala brojnost ukupnog broja mikroorganizama u pepelištima verovatno je posledica niskog sadržaja organske materije za razliku od oranica koje karakteriše veći sadržaj biljnih ostataka odnosno organske materije. Vrednosti pH i nađena koncentracija Hg nije imala značajniji uticaj na njihovu brojnost.

**Gljive** su heterotrofni mikroorganizmi koji imaju značajnu ulogu u zemljištu jer aktivno učestvuju u mineralizaciji organskih ostataka i sintezi humusa. Posebno je značajna njihova uloga u razlaganju složenih organskih materija kao što su lignin i pektin koje drugi mikroorganizmi teže razlažu. Žive u sredinama sa veoma širokim rasponom pH od 1.7-9.0 ali dominiraju u kiselim zemljištima kao acidofilni mikroorganizmi. Brojnost gljiva u analiziranim uzorcima zemljišta je varirala od 0.33 (kod većeg broja uzoraka) do  $27.67 \times 10^4$  (uzorak br. 7737) sa izuzetkom uzorka br. 7739 kod koga je konstatovan broj gljiva od  $73.67 \times 10^4$  po gramu apsolutno suvog zemljišta. Njihova zastupljenost u ispitivanim zemljištima nije u korelaciji sa njihovim pH vrednostima.

**Aktinomicete** predstavljaju prelaznu grupu mikroorganizama između bakterija i gljiva. To je značajna funkcionalna grupa mikroorganizama jer vrše proces humifikacije i mineralizacije organske materije u zemljištu. One razlažu i najotpornije komponente humusa stvarajući pristupačne biljne asimilative. Njihova brojnost u ispitivanim uzorcima se kretala od 0.33 (kod 4 uzorka oranice i jednog pepelišta) do  $43.33 \times 10^4$  (uzorak oranice br. 7714) po gramu apsolutno suvog zemljišta. U pogledu pH zemljišta to su alkalofilni mikroorganizmi i u većini ispitivanih uzoraka konstatovana je pozitivna korelacija između brojnosti aktinomiceta i pH zemljišta.

**Amonifikatori** su mikroorganizmi koji vrše razgradnju proteina do polipeptida, prostih proteina i na kraju slobodnih aminokiselina. Nastale aminokiseline se uključuju u metabolizam mnogih heterotrofnih organizama koji ih koriste kao izvor C i N gde pomoću intraćelijskih proteaza u aerobnim uslovima vrše razgradnju aminokiselina na amonijak, organske kiseline i CO<sub>2</sub>, dok u anarobnim uslovima pored ovih proizvoda nastaju još amini, merkaptani i H<sub>2</sub>S. Brojnost amonifikatora u ispitivanim uzorcima je varirala: od najmanjih vrednosti  $0.4 \times 10^5$  (za veći broj uzoraka) preko srednjih vrednosti koje su se kretale od  $110-450 \times 10^5$  za većinu uzoraka do najvećih od  $1100$  i  $1400 \times 10^5$  kod dva uzorka (br. 7764 i 7740). Brojnost amonifikatora i aktivnost proteaze se koriste kao indikatori sadržaja organskih jedinjenja azota. Pošto su ova jedinjenja uglavnom mikrobiološkog porekla to njihova brojnost i aktivnost ukazuje i na opštu biogenost zemljišta. Nađena koncentracija Hg u zemljištu nije značajnije uticala na brojnost amonifikatora.

**Azotobacter spp.** su najaktivniji slobodni azotofiksatori zastupljeni u plodnim zemljištima bogatim Ca i P. Uglavnom su saprofiti a u pogledu potrebe za kiseonikom su aerobi, temperature mezofili i pH alkalofilni mikroorganizmi (6.8-8.5). Oni vrše proces humifikacije i mineralizacije organske materije. Neke vrste mogu da fiksiraju N<sub>2</sub> iz atmosfere a poznati su kao producenti antibiotika i nekih vitamina. Najveću njihovu zastupljenost su

pokazala zemljišta slabo kisele do neutralne reakcije sa povećanim sadržajem organske materije i lakopristupačnim fosfatnim jedinjenjima. U ispitivanim uzorcima zemljišta njihova brojnost se kretala od 0 do 450 po gramu apsolutno suvog zemljišta (sa izuzetkom uzorka oranice br. 7713 od 1100 po gramu apsolutno suvog zemljišta), što je u korelaciji sa pH vrednostima ispitivanih zemljišta.

Pored azotobaktera slobodnu aerobnu azotofiksaciju mogu da vrše **oligonitrofilni** tj., bakterije iz rodova *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Bacillus*, *Azospirillum*, *Beijerinckia*, *Derxia*. Njihova brojnost u ispitivanim uzorcima zemljišta bila je različita i kretala se od  $0.67 \cdot 10^5$  i nije u korelaciji sa sadržajem organske materije, pH i načinom korišćenja.

Problem uzajamnog dejstva teških metala kao zagađivača i mikroorganizama je tesno povezana sa izmenama različitih biohemijskih, fizioloških i genetičkih osobina mikroorganizama. Teški metali mogu izazvati izmenu ukupne brojnosti i sastava vrsta zemljišnih mikroorganizama u različitim tipovima zemljišta. Iako analizirana zemljišta iz okoline Obrenovca karakterišu različite koncentracije Hg dobijeni rezultati ukazuju da se brojnost ispitivanih grupa mikroorganizama u zemljištima sa najvećim koncentracijama Hg značajnije ne razlikuje od brojnosti u manje zagađenim i nezagađenim zemljištima živom. Konstatovano je odsustvo pozitivne korelacije između brojnosti analiziranih grupa mikroorganizama i stepena zagađenosti zemljišta ovim metalom. Iako Hg pripada "kritičnoj grupi supstanci kao indikatori stresa okolne sredine" može se pretpostaviti da je autohtona mikroflora adaptirana na takvo prisustvo žive u zemljištu.

## 2.4. Hemijska analiza uzoraka bunarske vode

U periodu od 21.10.-3.11.2008. god. sa područja opštine Obrenovac koje obuhvata oko 192 km<sup>2</sup> zemljišta, obavljeno je uzorkovanje vode iz bunara čiji je raspored dat u šemi u prilogu izveštaja. Na prikupljenim uzorcima (konzerviranim dodatkom toluola) izvršena je analiza mineralnih oblika azota (amonijačnog – NH<sub>4</sub>-N; nitratnog – NO<sub>3</sub>-N i nitritnog – NO<sub>2</sub>-N). Rezultati analize prikazani su u Tabeli 4. Uvidom u rezultate, uočeno je da je na izvesnim lokalitetima prisutna povećana koncentracija nitratnog i nitritnog azota od MDK (maksimalno dozvoljene koncentracije). Kriterijum za klasifikaciju ispitivanih voda preuzet je iz regulative Evropske Unije (EU), EPA (SAD) i WHO (Svetska zdravstvena organizacija):

Parametar	EPA (SAD) (mg/l)	WHO (mg/l)	EU (mg/l)
NO <sub>3</sub> -N	45.0	50.0	50.0
NO <sub>2</sub> -N	-	0.2	0.2
NH <sub>4</sub> -N	1.0	1.0	1.0

U Tabeli 4. uočena je povećana koncentracija nitrata na sledećim mestima uzorkovanja vode iz bunara: 12, 15, 20 i 30. Naročito visok sadržaj nitrata i nitrita utvrđen je na lokalitetu 20, a povećan sadržaj amonijačnog azota na lokalitetu 17.

Na lokalitetima 1, 4, 6, 12, 15 i 30 ponovljeno je uzorkovanje i analiza vode, pri čemu su pored koordinate lokacije bliže određena i dubina vode u bunaru, kao i prisutnost potencijalnih mogućih zagađivača vode (Tabela 5.).

Ponovljene analize uzoraka vode (Tabela 5.) sa ovih i još nekih lokaliteta ukazuju da je kod bunara broj 12 došlo do delimičnog smanjenja sadržaja nitrata, a slična je situacija i kod bunara broj 15, ali je u vodi ovog bunara porastao sadržaj nitritnog azota preko MDK. Kod bunara 30 sadržaj nitratnog azota je samo neznatno smanjen, ali je još uvek iznad MDK. Kod bunara broj 17 uočen je visok sadržaj amonijačnog azota iznad MDK.

Promene ovih parametara ispitivanja su logične i očekivane obzirom da su mineralni oblici azota u vodama dinamična veličina koja se menja sa promenom nivoa podzemnih voda, ali isto tako zavisi i od redoks potencijala. Tako, u uslovima smanjene aeracije (nižeg sadržaja kiseonika), ili, pak, prisustva Fe<sup>3+</sup>, nitrati se redukuju do nitrita i u takvom slučaju imamo situaciju kakva je kod bunara 15 i 20. Bunar 15 se nalazi u blizini septičke jame (Tabela 5.). Kod bunara 17 konstatovan je visok sadržaj amonijačnog azota (1.26 mg/l, Tabela 5.). Amonijačni azot je prvi stupanj razgradnje organske materije. Obzirom da se bunar nalazi u blizini staje i septičke jame, povećan sadržaj amonijačnog azota ukazuje na fekalno zagađenje.

Kriterijumi koje propisuje EPA (SAD) predviđaju uzorkovanje bunarske vode koja služi za piće svake nedelje, a vode koja se koristi u tehničke svrhe dva puta godišnje, u proleće-leto, kada je sadržaj nitrata niži i u jesen-zimu, kada se očekuju povećane količine nitrata u vodama, jer okolna vegetacija u tom periodu nema potrebu za unosom nitrata.

Obzirom da je evropskim zakonodavstvom ustanovljena tzv. „Nitratna direktiva“, koja propisuje da se u površinskim i podzemnim vodama ne sme naći više od 50 mg/l NO<sub>3</sub>-N, smatramo da bi trebalo nastaviti sa ovakvom vrstom ispitivanja i proširiti oblast istraživanja (uspostaviti stalnu monitoring mrežu), kako bi se pripremili da je u narednom periodu implementiramo u naše zakonodavstvo Nitratnu direktivu. Mesta koja bi tako postala stalni monitoring punktovi, nalazila bi se u blizini većih stočnih farmi, plastenika i staklenika (koji koriste povećane količine azotnih đubriva), mlekara, klanica i dr., a sve u vezi sa stalnim kolebanjem podzemnih voda čiji je uticaj na variranje sadržaja mineralnih formi azota dominantan.

Napominjemo, takođe, da je Svetska zdravstvena organizacija (WHO) već odavno utvrdila izuzetno štetan uticaj nitrata i nitrita na zdravlje ljudi, pogotovu dece. U zemljama Evropske Unije postoje zone koje su obeležene kao potencijalno ugrožene (NO<sub>3</sub> Vounerable Zone), sa kojih se voda uzorkuje i analizira češće nego što je uobičajeno, kako bi se moglo uticati na smanjenje zagađenja.

Tabela 4. – Rezultati analize mineralnih oblika azota u bunarima sa područja Obrenovca (Datum uzorkovanja 21.10.-3.11.2008.)

r.b. bunara	koordinata	koordinata	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N
1	7431052	4949927	0.14	14.22	0.06
2	7425878	4948480	0.00	0.05	0.09
3	7425932	4948425	0.28	0.02	0.014
4	7432201	4949436	0.00	2.62	0.042
5	7430501	4947344	0.00	12.16	0.021
6	7432289	4947304	0.28	18.57	0.049
7	7431661	4942834	0.14	6.85	0.005
8	7430118	4941304	0.00	0.4	0.016
9	7429057	4938371	0.00	17.77	0.007
10	7427136	4939323	0.14	1.53	0.012
11	7422360	4943828	0.14	13.71	0.005
12	7424551	4948145	0.14	57.67	0.008
13	7424016	4941921	0.14	5.87	0.008
14	7421322	4941224	0.14	3.63	0.01
15	7422359	4940117	0.28	76.69	0.028
16	7422027	4938710	0.00	16.37	0.005
17	7428140	4941873	1.26	0.42	0.019
18	7419913	4939637	0.00	36.39	0.003
19	7420482	4941179	0.00	0.01	0.002
20	7427744	4941792	0.00	79.99	0.225
21	7426570	4940001	0.00	16.5	0.038
22	7424124	4938486	0.14	5.03	0.008
23	7423997	4940245	0.14	6.15	0.006
24	7427861	4936416	0.00	19.74	0.005
25	7424428	4936131	0.00	0.01	0.003
26	7426083	4933335	0.00	33.04	0.003
27	7427665	4935163	0.14	5.32	0.004
28	7424611	4932929	0.01	27.29	0.005
29	7421182	4935418	0.14	11.76	0.005
30	7423213	4938321	0.02	61.32	0.016

Tabela 5. – Rezultati analize mineralnih oblika azota u bunarima sa područja Obrenovca (Datum uzorkovanja 15.12.2008.)

Redni broj	Br. bunara	Koordinate		Nadmorska visina	Lokacija	Način korišćenja	Dubina vode u bunaru	Potencijalni zagađivač	Sadržaj mineralnog azota mg/l		
									NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
1	1	7431055	4949931	74.4	Krtinska	Bunarska voda	13.4	Blizina deponije i obodnog kanala deponije	0.42	13.86	0.138
2	4	7432283	4949397	74.7	Krtinska	Bunarska voda	15.2	Blizina deponije i obodnog kanala deponije	0.28	3.78	0.015
3	6	7432237	4947367	77.31	Krtinska	Bunarska voda	15.12	Blizina skladišta za stajnjak	0.14	27.86	0.005
4	12	7424530	4948144	77.4	Skela	Bunarska voda	16.8	Blizina septičke jame	0.14	28.84	0.008
5	15	7422691	4940458	83.7	Dren	Bunarska voda	12.8	Blizina septičke jame	0	49.45	0.553
6	17	7428140	4941873	79.09	Grabovac	Bunarska voda	14	Blizina staje i septičke jame	1.26	0.42	0.019
7	30	7423213	4938231	117.83	Orašac	Bunarska voda	22.3		0	59.2	0.06

### 3. ZAKLJUČAK

Detaljnim proučavanjem zemljišta na teritoriji dela SO Obrenovac u okviru Studije o stepenu ugroženosti zemljišta i vode opasnim i štetnim materijama u MZ na obodu deponije pepela na području gradske Opštine Obrenovac dobijeni su sledeći rezultati:

- Istraživanjima zemljišta u opštini Obrenovac ustanovljeno je da su zastupljeni različiti tipovi, pretežno razvijena, duboka i potencijalno plodna zemljišta, na kojima se mogu postići visoki prinosi ratarskih i voćarskih kultura.
- Deo površina je pod zemljištima manje plodnosti, koja imaju izvesna ograničenja za poljoprivrednu proizvodnju (povećana kiselost, neregulisan vodni režim) i kao takva zahtevaju određene mere popravke.
- Supstituciona kiselost (pH u nKCl) u ispitivanim uzocima zemljišta je u opsegu od 3.80-7.30. Na reakciju zemljišta su uticali prirodni činioci, ali se zapaža i uticaj emisije gasova i čestica iz termoelektrana i sa deponija pepela. Pepeo na deponijama TENT je uglavnom alkalne reakcije, i neki uzorci u okolini imaju bazniju reakciju. Ovo je nepovoljno za zemljišta koja su inače neutralna ili alkalna, a može biti povoljno za kiselu zemljišta (kao što je slučaj sa okolnim zemljišem TENT B).
- Rezultati ovih istraživanja pokazuju da u pepelu na deponijama, sadržaj As prosečno iznosi oko 25 mg/kg, što je maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) ovog elementa u zemljištu (SG RS 11/90). Analize uzoraka zemljišta, međutim pokazuju da je prosečan sadržaj As 8.56 mg/kg, u najvećem broju uzoraka (99%) ispod 18 mg/kg. Samo u dva uzorka zemljišta neposredno pored TENT B vrednosti se približavaju ili su veće od MDK.
- Ukupan sadržaj žive u zemljištu iznosi od 0.02 do 0.33 (prosečno 0.078) mg/kg. To su višestruko manje vrednosti od MDK (2 mg/kg), koja može izazvati štetne efekte na biljke i druge delove životne sredine, u granicama karakterističnim za prirodna, nezagađena zemljišta. Sadržaj Hg u pepelu je sličan, od 0.028 - 0.298 mg/kg (prosečno 0.077).
- Sadržaj kadmijuma u zemljištu iznosi od 0.40-1.00 (prosečno 0.8) mg/kg. Ni u jednom uzorku ne premašuje graničnu vrednost od 3 mg/kg, što pokazuje da zemljišta nisu zagađena ovim elementom. Koncentracija Cd u pepelu je takođe niska, u granicama 0.5 -0.9 (prosečno 0.7 mg/kg).
- Sadržaj olova u zemljištu je od 16.10 - 148.30 (prosečno 29.0) mg/kg. U 20 % uzoraka vrednosti su ispod 25 mg/kg, a u 98% ispod 50 mg/kg. Samo u jednom uzorku sadržaj premašuje graničnu vrednost od 100 mg/kg.
- Koncentracije nikla u zemljištu variraju od 15.4 - 93.0 (prosečno 44.6) mg/kg. Najveći broj uzoraka (66%) ima sadržaj ispod 50 mg/kg (maksimalno dozvoljena granica prema našem pravilniku), oko 21 % uzoraka ima vrednosti od 50-70 mg/kg (MDK prema propisima Nemačke). Na sadržaj Ni ima uticaj emisija zagađujućih materija iz termoelektrane i sa deponija pepela. U pepelu je koncentracija ovog elementa od 29.8 do 86.7 (prosečno 61) mg/kg.
- U kojoj meri su ustanovljene koncentracije ispitivanih hemijskih elemenata štetne za biljke i ostale delove životne sredine može da se oceni tek nakon detaljnijih analiza pristupačnih formi i sadržaja u biljkama.

- Analiza granulometrijskog sastava površinskog sloja zemljišta na teritoriji Obrenovca pokazuje da preovlađuju zemljišta težeg mehaničkog sastava, a najzastupljenije su glinovite ilovače. Znatno manje su rasprostranjena glinovita zemljišta (neke ritske crnice, glinovit aluvijalni nanos), ilovače (aluvijalni nanos) i ilovast pesak (mineralno-barsko i aluvijalno zemljište).
- Pepeo sa deponija TENT, je po teksturi pesak i ilovast pesak. Frakcija ukupnog peska čini 79.9 do 93.6 %, u okviru čega je sitan pesak zastupljen od 36.4 do 58.2%. Sadržaj praha kreće se od 4.3 do 14.5%, a udeo najsitnijih čestica gline je nizak, od 1.4 - 9.1%. Visok sadržaj krupnijih čestica u pepelu, uz odsustvo pravih glinovitih minerala i humusa, koji su vezivni materijal i nosilac adsorptivnih sposobnosti, prouzrokuje slabu vezanost pepela, malu sposobnost retencije vode i hranljivih materija.
- Dobijeni rezultati o stanju mikroflore u ispitivanim uzorcima zemljišta, varirali su u zavisnosti od tipa zemljišta, sadržaja organske materije, načina njihovog korišćenja i niza abiotičkih i biotičkih faktora.
- Problem uzajamnog dejstva teških metala kao zagađivača i mikroorganizama je tesno povezana sa izmenama različitih biohemijskih, fizioloških i genetičkih osobina mikroorganizama. Teški metali mogu izazvati izmenu ukupne brojnosti i sastava vrsta zemljišnih mikroorganizama u različitim tipovima zemljišta. Dobijeni rezultati ukazuju, da se brojnost ispitivanih grupa mikroorganizama u zemljištima sa najvećim koncentracijama Hg značajnije ne razlikuje od brojnosti u manje zagađenim i nezagađenim zemljištima živom. Konstatovano je odsustvo pozitivne korelacije između brojnosti analiziranih grupa mikroorganizama i stepena zagađenosti zemljišta ovim metalom. Iako Hg pripada "kritičnoj grupi supstanci kao indikatori stresa okolne sredine" može se pretpostaviti da je autohtona mikroflora adaptirana na takvo prisustvo žive u zemljištu.
- Analizom bunarske vode sa područja proučavanja ustanovljene su logične i očekivane promene ispitivanih parametara obzirom da su mineralni oblici azota u vodama dinamična veličina koja se menja sa promenom nivoa podzemnih voda, ali isto tako zavisi i od redoks potencijala. Tako, u uslovima smanjene aeracije (nižeg sadržaja kiseonika), ili, pak, prisustva  $Fe^{3+}$ , nitrati se redukuju do nitrita i u takvom slučaju imamo situaciju kakva je kod bunara 15 i 20 (nalaze se u blizini septičke jame). Kod bunara 17 konstatovan je visok sadržaj amonijačnog azota koji predstavlja prvi stepen razgradnje organske materije. Obzirom da se bunar nalazi u blizini staje i septičke jame, povećan sadržaj amonijačnog azota ukazuje na fekalno zagađenje.
- Mišljenja smo, da bi u okviru posmatranog lokaliteta trebalo nastaviti sa ispitivanjem hemijskih osobina voda i proširiti oblast istraživanja (uspostaviti stalnu monitoring mrežu), kako bi se pripremili da je u narednom periodu implementiramo u naše zakonodavstvo Nitratnu direktivu.
- Izvršena istraživanja i dobijeni rezultati ukazuju da se ispitivanja ove vrste moraju nastaviti kroz monitoring i u narednom periodu (najmanje 3-5 godina). Sadržaj istraživanja treba usmeriti pored ispitivanih elemenata i na još neke potencijalne zagađivače.

# PRILOZI