

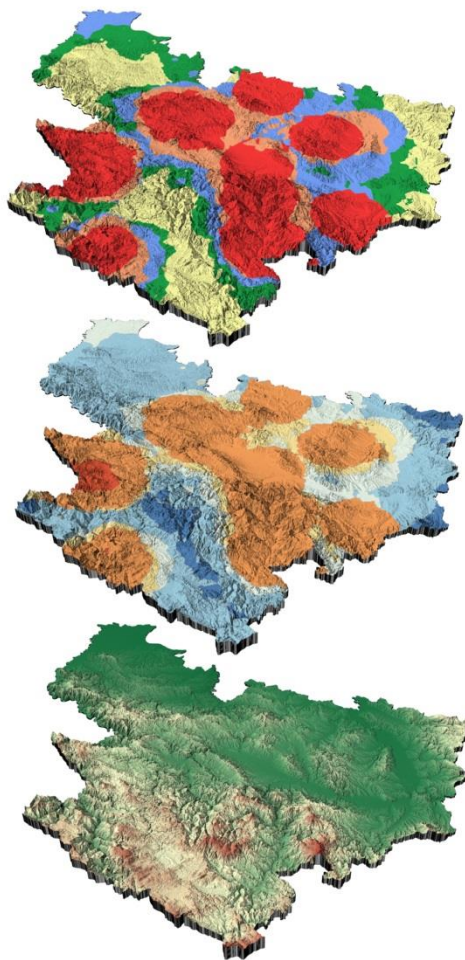
Ministarstvo zaštite životne sredine



Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković”  
Univerzitet u Beogradu



## Utvrdjivanja prirodnog fona pojedinih štetnih i opasnih materija u zemljištu



Beograd, 2018. godina



Republika Srbija - Ministarstvo zaštite životne sredine

ИНСТИТУТ ЗА БИОЛОШКА ИСТРАЖИВАЊА  
"СИНИША СТАНКОВИЋ"

Број 01-2528

Датум 05.12.2018 год

БЕОГРАД Бул. деспота Стефана бр.142



Institut za biološka istraživanja 'Siniša Stanković', Univerzitet u Beogradu (IBISS)-Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju

## Utvrđivanje prirodnog fona pojedinih štetnih i opasnih materija u zemljištu

Rukovodilac projekta

Dragan Čakmak

dr Dragan Čakmak



Direktor IBISS

Pavle Pavlović

dr Pavle Pavlović

Beograd, decembar, 2018. godine

## **SADRŽAJ**

### **1. OSNOVNE INFORMACIJE O PROJEKTU**

### **2. RADNI TIM PROJEKTA**

### **3. UVOD**

### **4. CILJ PROJEKTA**

### **5. ISTRAŽIVANO PODRUČJE**

#### **5.1. Topografske karakteristike**

#### **5.2. Klimatske karakteristike**

#### **5.3. Geološke karakteristike**

#### **5.4. Pedološke karakteristike**

#### **5.5. Način korišćenja zemljišta**

#### **5.6. Karakteristike vegetacije**

### **6. METODE ISTRAŽIVANJA**

#### **6.1. Pripremni radovi**

#### **6.2. Terenska istraživanja**

#### **6.3. Laboratorijska istraživanja**

##### 6.3.1. Parametri plodnosti

##### 6.3.2. Adsorptivni kompleks zemljišta (ZILUH-8, 9)

##### 6.3.3. Granulometrijski sastav

##### 6.3.4. Sadržaj hemijskih elemenata u zemljištu

#### **6.4. Statistička i geostatistička obrada podataka**

##### 6.4.1. Maksimalno dozvoljene vrednosti potencijalno toksičnih elemenata u zemljištu

##### 6.4.2. Metode za određivanje prirodnog fona potencijalno toksičnih elemenata u zemljištu

##### 6.4.3. Određivanje faktora obogaćenja (Enrichment factor - EF) za Ni

### **7. REZULTATI PROJEKTA**

#### **7.1. Opis pedoloških profila, fizičko-hemijske osobine i sadržaj potencijalno toksičnih elemenata u profilima ispitivanih zemljišta**

#### **7.2. Vrednosti prirodnog fona pojedinih štetnih i opasnih materija u zemljištu**

##### 7.2.1. Sadržaj potencijalno toksičnih elemenata u zemljištu

##### 7.2.2. Vrednosti prirodnog fona potencijalno toksičnih elemenata u zemljištu

#### **7.3. Faktor obogaćenja (Enrichment Factor-EF)**

#### **7.4. Preporuke za način korišćenje zemljišta**

### **8. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA**

### **9. LITERATURA**

## 1. OSNOVNE INFORMACIJE O PROJEKTU

Naziv projekta: Utvrđivanje prirodnog fona pojedinih štetnih i opasnih materija u zemljištu

Naručilac projekta: Republika Srbija - Ministarstvo zaštite životne sredine

Omladinskih brigada 1, Novi Beograd

Telefon: 011/3110463

email: [sekretarijat@ekologija.gov.rs](mailto:sekretarijat@ekologija.gov.rs)

url: <http://www.ekologija.gov.rs/>

Izvršilac projekta: Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“, Univerzitet u Beogradu

Bulevar Despota Stefana 142, 11060 Beograd

tel: 011/ 2078300, faks: 011/ 2761433

e-mail: [institut@ibiss.bg.ac.rs](mailto:institut@ibiss.bg.ac.rs)

url: <http://www.ibiss.bg.ac.rs>

Koordinator projekta: dr Dragan Čakmak

Institut za biološka istraživanja 'Siniša Stanković' Univerzitet u Beogradu

tel: +381 11 2078371

e-mail: [dragan.cakmak@ibiss.bg.ac.rs](mailto:dragan.cakmak@ibiss.bg.ac.rs)

## **2. RADNI TIM PROJEKTA**

Istraživači:

dr Dragan Čakmak, viši naučni saradnik

dr Pavle Pavlović, naučni savetnik

dr Veljko Perović, naučni saradnik

dr Miroslava Mitrović, naučni savetnik

dr Olga Kostić, naučni saradnik

dr Branko Karadžić, naučni savetnik

dr Snežana Jarić, viši naučni saradnik

dr Marija Pavlović, istraživač saradnik

dr Dragana Pavlović, istraživač saradnik

Zorana Mataruga, istraživač saradnik

Milica Marković, istraživač saradnik

### 3. UVOD

Hemijski elementi litogenog i antropogenog porekla koji se javljaju u zemljištu, distribuirani su u različitim formama u česticama zemljišta, u organskim frakcijama i u zemljišnom rastvoru, a njihovo ponašanje zavisi od brojnih faktora. Distribucija koncentracija elemenata primarno je uslovljena litologijom matičnog supstrata, a potom i procesima geneze zemljišta koji modifikuju bazični geohemijski sastav i redistribuiraju sadržaj elemenata unutar zemljišnog profila. Promene u odvijanju ovih procesa mogu voditi oslobađanju potencijalno toksičnih elemenata (PTE), posebno teških metala, u životnu sredinu.

Mobilnost elemenata u životnoj sredini je od velikog značaja zbog njihove biodostupnosti i potencijalnog rizika od kontaminacije (Adriano 2001). Faktori koji kontrolišu ponašanje toksičnih elemenata bilo da se talože u vidu nerastvorne faze, bivaju adsorbovani na površine nekih drugih faza (organske materije) ili oslobođeni, transportovani i eventualno usvojeni od strane biljaka, su vezani za lokalne fizičko-hemijske, klimatske, biološke ili geološke procese (Alloway 1995). Da bi se ispitalo ponašanje potencijalno toksičnih elemenata, neophodno je analizirati odnose između stena matičnog supstrata, biosfere i hidrosfere koje zajedno čine pedosferu.

Hemijske reakcije koje se odvijaju u pedosferi u procesu formiranja zemljišta determinišu mobilizaciju i redistribuciju elemenata u zemljišnom profilu, pa postoji značajna korelacija između ukupnog sadržaja elemenata i zemljištima i matičnom supstratu (Roca et al. 2008). Pored tesne veze između matičnog supstrata i zemljišta koja se na njima formiraju, prisustvo hemijskih elemenata u zemljištu je povezano sa prirodnom evolucijom matičnog supstrata ali i mogućom kontaminacijom iz antropogenih izvora (Cakmak et al. 2016). Stoga, veoma je važno poznavati prirodni sadržaj nekog elementa u prirodnim zemljištima, ili prirodni fon odnosno „prirodni pedogeohemijski background“ definisan kao „prirodna koncentracija supstance u zemljišnom horizontu, kao rezultat geološke evolucije, isključujući bilo kakav antropogeni input“ (Baize and Sterckeman 2001). Ova definicija koincidira sa „prirodnim geohemijskim sadržajem“ (ISO 2002), i od primarnog je značaja za razdvajanje geogenog prirodnog sadržaja (prirodni fon-background) i antropogenog inputa potencijalno toksičnog elementa (De Vivo et al. 2009). Još uvek, kao što su naglasili Salminen and Tarvainen (1997) a potom i Galan et al. (2008), promene geohemijskog background se dešavaju na regionalnoj skali u skladu sa bazičnom geologijom, i karakteristična distribucija koncentracije elemenata je primarno pod uticajem litološke i geohemijske prirode matičnog

supstrata. Sa druge strane, kruženje teških metala u biosferi, kao rezultat antropogenih aktivnosti se povećava poslednjih decenija, ali se povećava i svest o njima kao potencijalnom riziku po životnu sredinu (Sastre et al. 2002; Roca et al. 2008; Čakmak et al. 2016; Pavlović et al. 2016; Pavlović et al. 2017).

Predloženi su različiti kriterijumi za interpretaciju podataka u cilju definisanja prirodnog fona elemenata (pedogeochemical background), (Salminen and Tarvainen, 1997; Baize and Sterckeman 2001; Ungaro et al. 2008; Kribek et al. 2010): razlika između izmerenog sadržaja na različitim dubinama zemljišta (vertikalno poređenje) pri čemu visok sadržaj u površinskim horizontima i trend ka prodiranju u dublje horizonte zemljišnog profila potvrđuje hipotezu antropogene akumulacije, poređenje je međutim efektivno ukoliko hemijski sastav zemljišta ne varira značajno sa dubinom i kada nema migracije elemenata unutar zemljišta; poređenje sadržaja elemenata u datom tipu nekontaminiranog zemljišta i u istom tipu zemljišta izloženog antropogenom zagađivanju (horizontalno poređenje) pri čemu bi poređenje trebalo da se obavlja između zemljišta iste teksturne klase. Poređenja zasnovana na primeni geostatističkih i GIS metoda su se pokazala veoma korisnim za identifikaciju i diferencijaciju izvora potencijalno toksičnih elemenata u zemljištu (Facchinelli et al. 2001; Ungaro et al. 2008).

Zakonski normativi o zagađenju zemljišta potencijalno toksičnim elementima u Republici Srbiji (Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama za njihovo ispitivanje, SG RS 23/94; Uredba Vlade Srbije, Uredba o programu sistemskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologiji za izradu remedijacionih programa, SG RS 88/10), do sada su postavljeni na osnovu međunarodnih standarda, koji ne odražavaju specifičnosti različitih tipova zemljišta i geološkog supstrata na prostoru Srbije, i na taj način se javljaju problemi u tumačenju dobijenih podataka. Određivanje prirodnog fona potencijalno toksičnih elemenata u zemljištima na teritoriji Republike Srbije je put ka rešavanju problema kategorizacije karaktera i stepena zagađenja zemljišta pojedinih geografskih celina. Specifičnost geomorfološke podloge u Srbiji uslovljava sistemsko rešavanje problema utvrđivanja prirodnog fona potencijalno toksičnih elemenata u zemljištima Srbije. U tom smislu bi teritorija uže Srbije mogla da se podeli na dva nezavisna dela obzirom na sadržaje pojedinih teških metala (naročito nikla i hroma). Prvi deo je geografski zapadna Srbija (Zapadna Srbija i Šumadija) koja obuhvata područje od reke Save na severu preko reke Velike Morave u produžetku pritoke Rasine do granice sa Kosovom i Metohijom na jugu i na

zapadu sa graničnim područjima sa Crnom Gorom i BiH. Taj deo Srbije je karakterističan po serpentiskim stenama na planinama zapadne Srbije, pre svega Zlatiboru ali i širenje uticaja tih stena na zemljišta aluvijanog nanosa rečnih tokova Zapadne Srbije, uključujući Veliku Moravu. Drugi geografski deo uže Srbije je istočna Srbija koja nije pod serpentinitima, te povišeni sadržaji prvenstveno nikla i hroma u poređenju sa referentnim vrednostima za svetska zemljišta ukazuju na antropogeno zagađenje.

Za adekvatnu procenu štetnog uticaja potencijalno toksičnih elemenata u zemljištima Republike Srbije neophodno je utvrditi prirodni fon tih elemenata na celoj njenoj površini i spram toga uskladiti zakonsku regulativu koja se odnosi na granične vrednosti.



#### 4. CILJ PROJEKTA

Cilj ovog projekta je utvrđivanje prirodnog fona (background) pojedinih štetnih i opasnih materija na prostoru zapadne Srbije. Takođe, cilj projekta je utvrđivanje prostorne distribucije potencijalno toksičnih elemenata u zemljištu na istraživanom području i jasno izdvajanje površina na kojima se može očekivati rizik po životnu sredinu. Sa tim u vezi, jedan od ciljeva projekta je bio i davanje preporuka za korišćenja zemljišta, odnosno preporuka za rejonizaciju poljoprivredne proizvodnje na istraživanom području u odnosu na utvrđene vrednosti potencijalno toksičnih elemenata u zemljištu.

Istraživanjima u okviru studije “Utvrdjivanje prirodnog fona pojedinih štetnih i opasnih materija u zemljištu” (ugovor br. 404-02-46/5/2018-02 od 14.06.2018), obuhvaćena je šira teritorija od teritorije predviđene ugovorom. Naime, istraživano područje je definisano na bazi uticaja specifičnih matičnih supstrata karakterističnih za planiske masive Zlatibora, Maljena, Stolova, Jadovnika i Kopaonika i njihovog doprinosa u formiranju aluvijalnih zemljišta u rečnim dolinama, Zapadne Morave, Velike Morave i Ibra, i obuhvata statistički region Šumadija i zapadna Srbija, površine 26495,00 km<sup>2</sup>.

U skladu sa ugovorom, koji je potpisan između Ministarstva za životnu sredinu Republike Srbije i Instituta za biološka istraživanja “Siniša Stanković” Univerziteta u Beogradu, Institut je obavio terenska istraživanja, laboratorijske i druge analize, napravio sintezu dobijenih rezultata i pripremio Izveštaj sa odgovarajućom kartografskom i foto dokumentacijom.

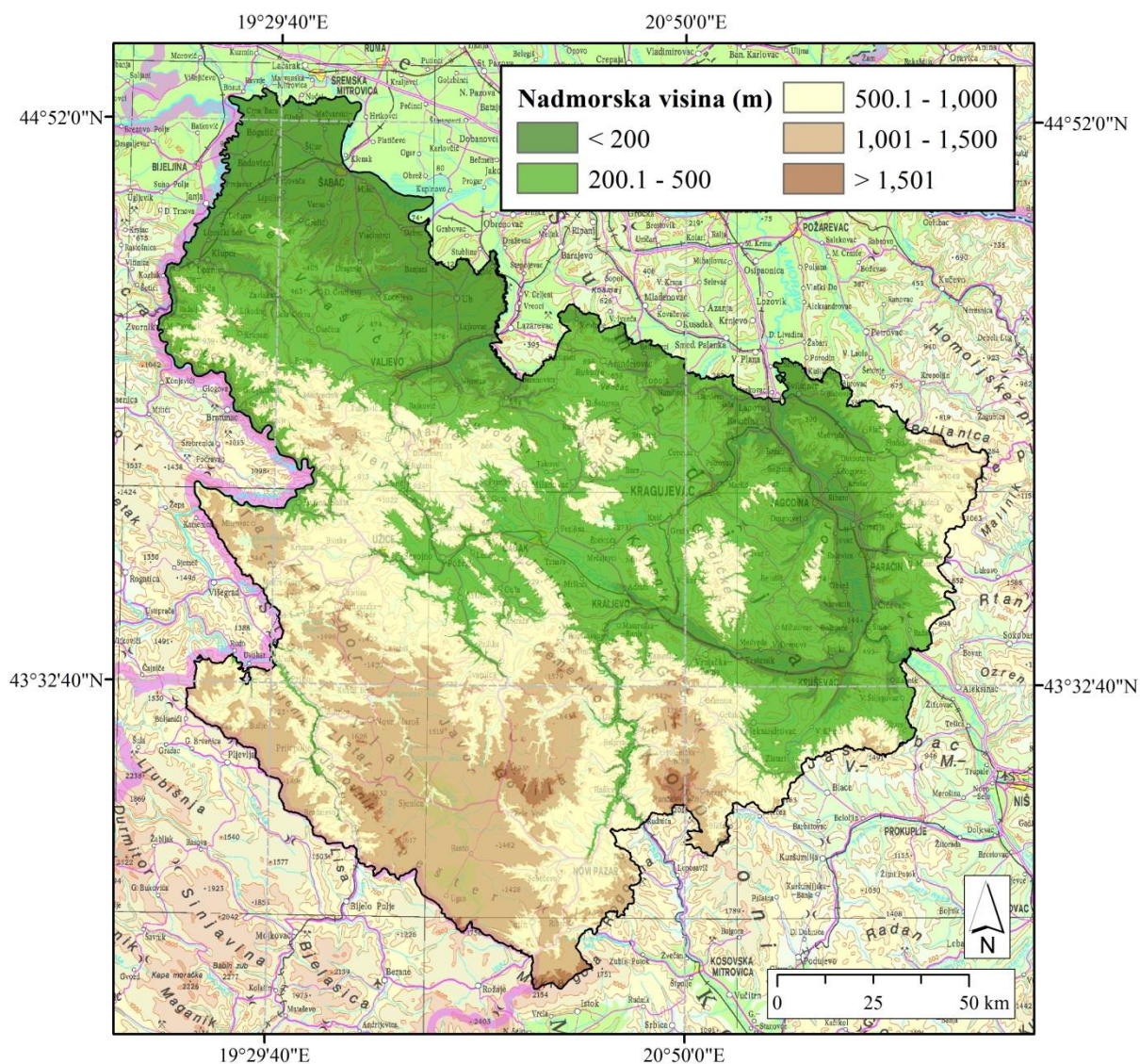
## 5. ISTRAŽIVANO PODRUČJE

### 5.1. Topografske karakteristike

Reljef istraživanog područja nalazi se u zoni između Dinarskog i Rodopskog planinskog sistema, ali najvećim delom pripada dinarskoj oblasti. Analiza hipsometrijske karte istraživanog područja (Slika 1; Tabela 1), ukazuje da više od 50% teritorije čine planinska područja. Ravničarski predeli, do 200 m nadmorske visine, su uglavnom skoncentrisani na severnom delu istraživanog područja, prvenstveno u Posavini kao i uz doline reka Drine, Zapadne Morave i Velike Morave. Na severnom i centralnom delu, prostire se brdsko područje do 500 m. Ovaj deo područja počinje pobrđem planina Cer i Vlašić i nastavlja se ka jugu do planina Povlen i Maljen. Zone sa nadmorskom visinom do 1000 m su karakteristične za centralni deo istraživanog područja, koji na zapadu obuhvata planine Povlen i Maljen, a na istoku Gledičke planine. Visokoplaninska područja su predstavljena planinskim masivima Zlatibora, Javora, Golije i Kopaonika, uglavnom skoncentrisanim na jugozapadnom delu zapadne Srbije. Reljef istraživanog područja formiran je složenim tektonskim i fluvijalno-fluviudenudacionim procesima (Dimitrijević 1992). U oblasti Dinarida (jugozapadna Srbija), preovlađuje kraški tip reljefa.

Tabela 1. Teritorijalna zastupljenost površina u odnosu na nadmorsku visinu

<b>Nadmorska visina (m)</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
< 200	4509,77	17,02
200,1-500	9123,00	34,43
500,1-1000	8040,02	30,35
1000,1-1500	4577,72	17,28
>1500,1	244,50	0,92
<b>Ukupno</b>	<b>26495,00</b>	<b>100,00</b>

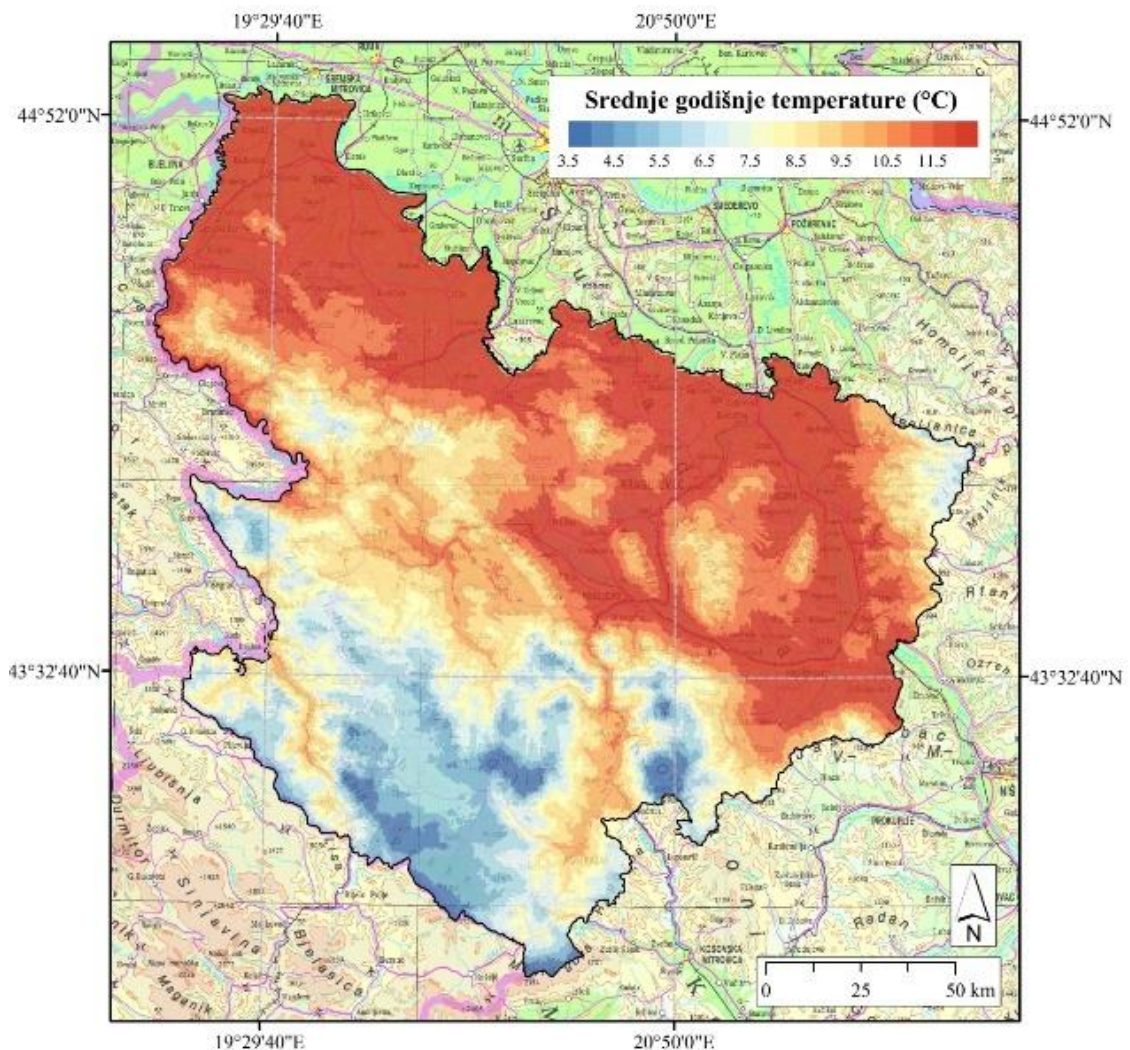


Slika 1. Hipsometrijska karta istraživanog područja

## 5.2. Klimatske karakteristike

Klima zapadne Srbije može se opisati kao umereno kontinentalna sa više ili manje izraženim lokalnim karakteristikama. Prosečna godišnja temperatura za period 1961-2017., iznosi  $9,72^{\circ}\text{C}$ , pri čemu je minimalna  $3,73^{\circ}\text{C}$  a maksimalna  $11,96^{\circ}\text{C}$ . Za područje zapadne Srbije su karakteristične velike amplitude temperature od čak  $70^{\circ}$ , pri čemu su u Sjenici izmerene temperature i do  $-38,4^{\circ}\text{C}$ , dok je u Kraljevu izmerena maksimalna temperatura od  $44,3^{\circ}\text{C}$ , što potvrđuje lokalne specifičnosti klime na ovom području, uslovljene kombinacijom reljefa, raspodelom vazdušnog pritiska na većem prostoru, ekspozicijom terena, prisustvom rečnih

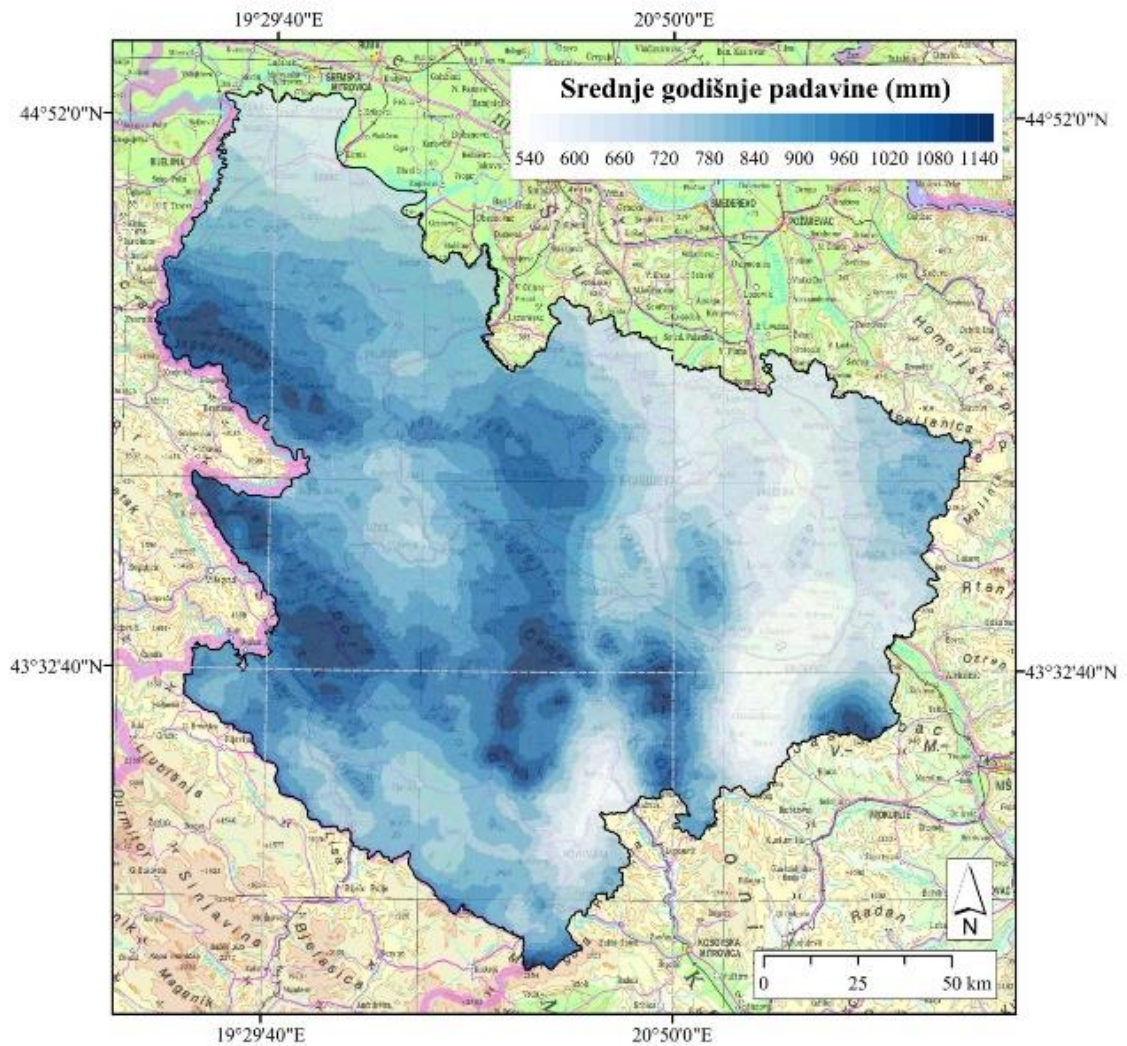
sistema, karakteristikama vegetacije, nivoom urbanizacije i dr. Prostorni raspored temperatura ukazuje da su najviše prosečne temperature izmerene u južnom i istočnom području, koja se podudaraju sa delom sa najnižim nadmorskim visinama, a ta zona se prostire u unutrašnjost prema zapadnom delu istraživanog područja dolinom velikih reka, Velike Morave, Zapadne Morave, Kolubare i Ibra (Slika 2). Niže prosečne temperature su karakteristične za više planinske predele odnosno planinske masive Povlen, Maljen, Zlatibor, Jadovnik, Goč i Kopaonik. U tom pogledu, posebno se ističe Pešterski plato gde je ustanovljen i apsolutni temperaturni minimum od  $-39,0^{\circ}\text{C}$  (lokalitet Karakujića Bunari).



Slika 2. Prosečne godišnje temperature na istraživanom području

Godišnja količina padavina se kreće u opsegu od 558-1134 mm. Prosečna godišnja količina padavina na ispitivanom području iznosi 828 mm, i u proseku se povećava sa

nadmorskom visinom. Najveće količine padavina su izmerene na planinskim masivima Sokolskih planina, Zlatibora, Maljena, Čemerna i Goča. Za razliku od najvećeg dela Srbije koji ima kontinentalan režim padavina sa većim količinama u toploj polovini godine, u jugozapadnim i južnim delovima regiona Šumadija i Zapadna Srbija, najveća količina padavina beleži se u jesenjem periodu (Slika 3).

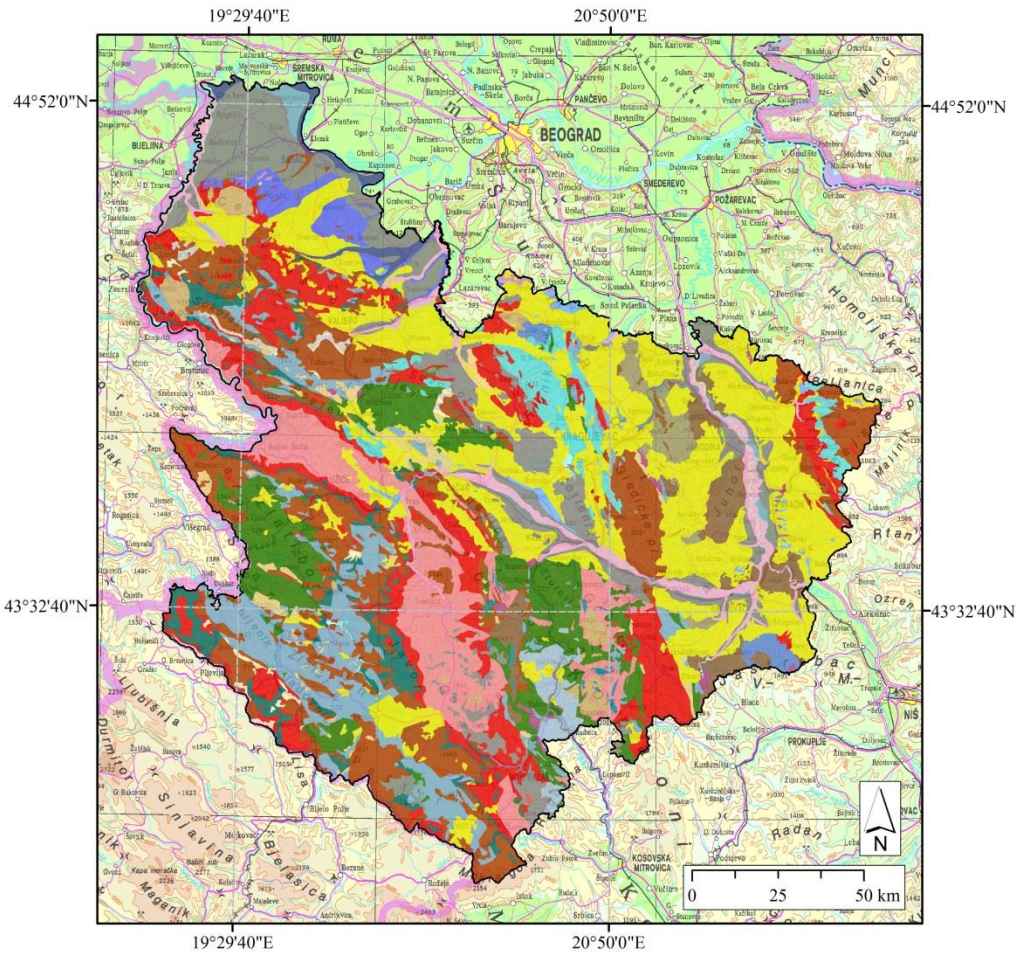


Slika 3. Prosečne godišnje količine padavina na istraživanom području

### 5.3. Geološke karakteristike

Geološki supstrat zapadne Srbije je veoma složen i u velikoj meri uslovljava povišen sadržaj pojedinih potencijalno toksičnih elemenata. Na severu, izdvajaju se klastične peliotske ugljonošne formacije, na istoku su u značajnoj meri zastupljene karbonatne formacije kao i na jugu u oblasti Pešterske visoravni. Ova zona, koja je formirana u donjem trijasu i juri, pripada istočnobosansko-durmitorskom bloku Dinarida (Dimitrijević 1992). U njoj dominiraju bioklastični krečnjaci, trijasko-jurski krečnjaci sa rožnacima i dolomiti. Nešto manje su zastupljeni fliš i peščari. U široj oblasti Kopaonika zastupljeni su tercijerni vulkaniti i granitoidi.

U centralnom delu, od Bajine Baste do Ivanjice, dominiraju hloritskosercitski škriljci. Najizrazitije geološke formacije, koje najviše utiču na pojavu pojedinih potencijalno toksičnih elemenata, su serpetiniti i serpetinski perioditi koji su najzastupljeniji u severnim delovima istraživanog područja, u planinskim oblastima Zlatibora, Maljena, na obroncima Rudnika, zatim u centralnom delu područja od Jadovnika do Stolova i južnim obroncima Kopaonika. Serpentinske formacije grade jurski ofiolitski kompleks i ultramafiti. Prostorni raspored ovih planina u velikoj meri utiče na formiranje aluvijalno fluvijalnih nanosa u priobalju reka Ibra, Kolubare, Zapadne Morave i Velike Morave (Slika 4).



Geološka karta	
	Alevroliti
	Andeziti
	Bazalti
	Daciti, andeziti i latiti, sa piroklastitima
	Dijabazi i spiliti
	Dolomiti i dolomitični krečnjaci
	Facija povodnja: alevriti i gline
	Facije korita: šljunkovi i peskovi
	Gabrovi
	Gnajsevi
	Granit
	Granitoidi
	Klastične, pelitske i karbonatne formacije
	Klastične, pelitske i ugljonošne formacije
	Krečnjaci
	Krečnjaci i laporci
	Kvarciti
	Kvarcelatiti i daciti
	Kvarceni peščari
	Laporci
	Lesoidni alevriti i peskovi
	Mermeri i kalkšisti
	Metamorfisani sedimenti i vulkaniti
	Mikašisti sa staurolitom, gnajsomikašisti, gnajsevi, kvarciti i škrljci
	Peščari
	Rečno-jezerska terasa
	Sericitsko-hloritski škrljci
	Serpentiniti i serpentinisani peridotiti
	Šljunkovi

Slika 4. Geološka karta istraživanog područja (u razmeri 1:100 000)

#### 5.4. Pedološke karakteristike

U skladu sa geomorfologijom terena najzastupljenija zemljišta na istraživanom području su zemljišta tipa Leptosol. Ova zemljišta se nalaze obično na većim nadmorskim visinama od 800-1600 m, a njihov prostorni raspored je uslovljen karakteristikama matičnog supstrata. Najveće površine zauzimaju Leptosol na peščaru, flišu i rožnacima, u jugozapadnom delu ispitivanog područja uključujući Peštarsku visoravan (10,9%), i Leptosol na serpentinu i bazičnim stenama u zoni planina Zlatibor, Maljen, Goč i Kopaonik (9%), zatim Leptosol na škriljcima i gnajsu koja obuhvata centralni deo istraživanog područja, u zoni planine Golije i okolinu Ivanjice (7,68%), potom Leptosol na krečnjaku (7,51%) i Leptosol na karbonatnim supstratima (0,92%), koji su pozicionirani u višim oblastima južnog i istočnog dela istraživanog područja (Tabela 2; Slika 5).

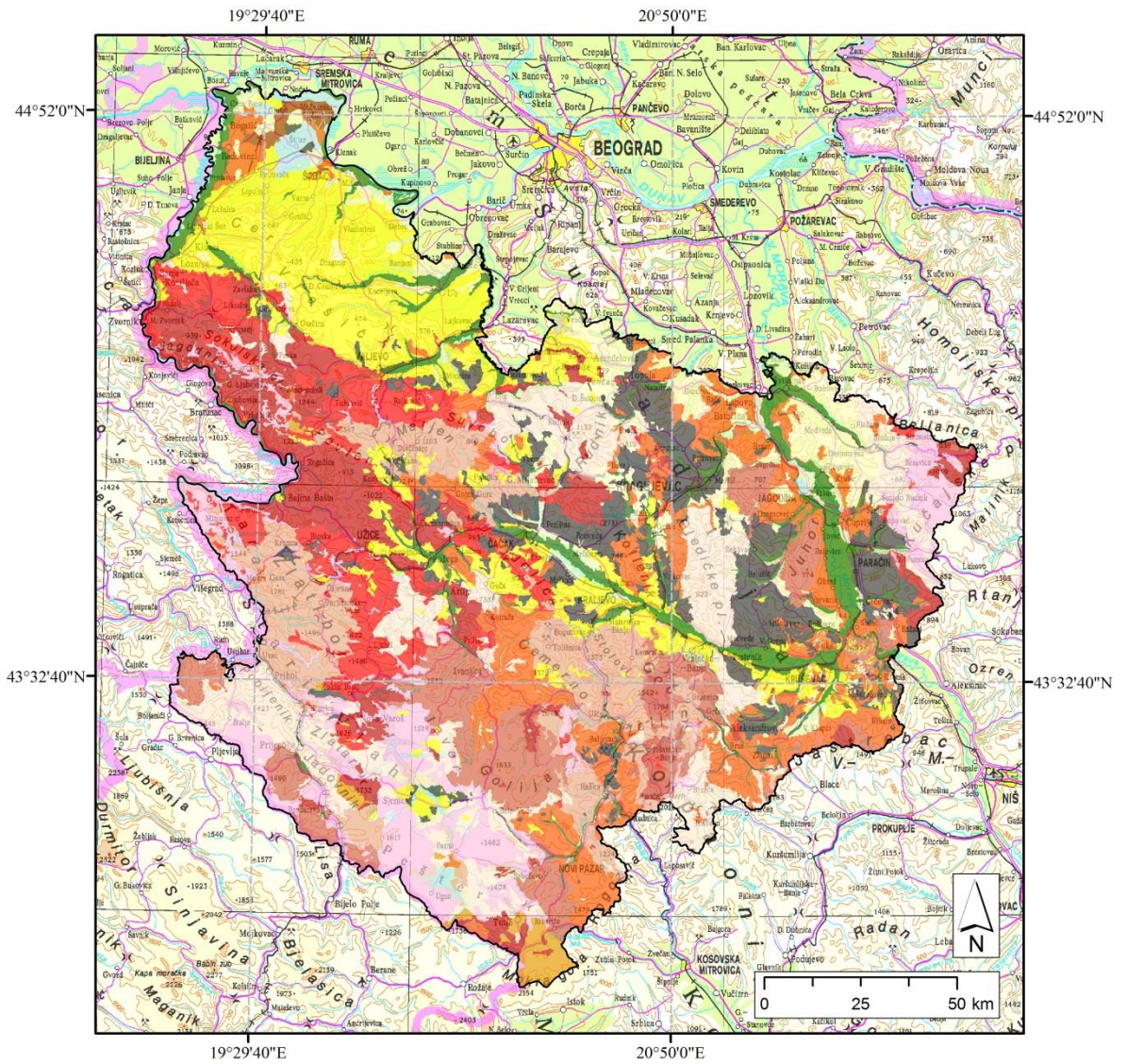
Tabela 2. Zastupljenost pojedinih tipova zemljišta na istraživanom području

Tip zemljišta	km <sup>2</sup>	%
Černozem	101,45	0,38
Humofluvisol	263,20	0,99
Humoglej i euglej	249,01	0,94
Fluvisol	1619,80	6,11
Koluvijum	176,12	0,66
Vertisol	2297,49	8,67
Distrični kambisol i mestimično leptosol	2198,07	8,30
Eutrični kambisol	3007,97	11,35
Stagnosol	3613,32	13,64
Luvisol i zemljišta u lesiviranju	1406,37	5,31
Leptosol na škriljcima i gnajsu	2034,10	7,68
Leptosol na andezitu, dacitu, tufu	200,78	0,76
Leptosol na krečnjaku	1990,63	7,51
Leptosol na serpentinu i bazičnim stenama	2385,21	9,00
Leptosol na peščaru, flišu i rožnacima	2672,47	10,09
Leptosol na karbonatnim supstratima	242,78	0,92
Kalkokambisol i kalkomelanosol	1850,82	6,99
Leptosol na granitu, granodioritu, kvarclatitu	185,40	0,70
<b>Ukupno</b>	<b>26495,00</b>	<b>100,00</b>

Zemljište tipa Eutrični kambisol se nalazi u nižim područjima spomenutih planinskih oblasti, na visinama od 50-900 m (najčešće 500 m) i zauzima najveće površine u Pomoravlju i delu Mačve, sa zastupljenošću od 11,35% od ukupne teritorije istraživanog područja



(Tabela 2). Eutrični kambisol je drugi tip zemljišta po površini koju zauzima na istraživanom području, odmah iza Stagnosola. Zemljište tipa Distrični kambisol je najviše zastupljeno na području Bajine Bašte, sa severnim pravcem rasprostiranja uz reku Drinu. Najveće površine na ispitivanom području zauzima zemljište tipa Stagnosol koje je locirano u severnim delovima istraživanog područja, ali takođe i na višim terasama rečnih dolina Velike Morave i Zapadne Morave. Zemljišta tipa Fluvisol i Humofluvisol su locirana u nižim delovima rečnih terasa (7%), dok su zemljišta tipa Vertisol zastupljena najviše na istoku istraživanog područja, na obroncima planina (8,67%), Tabela 2, Slika 5.



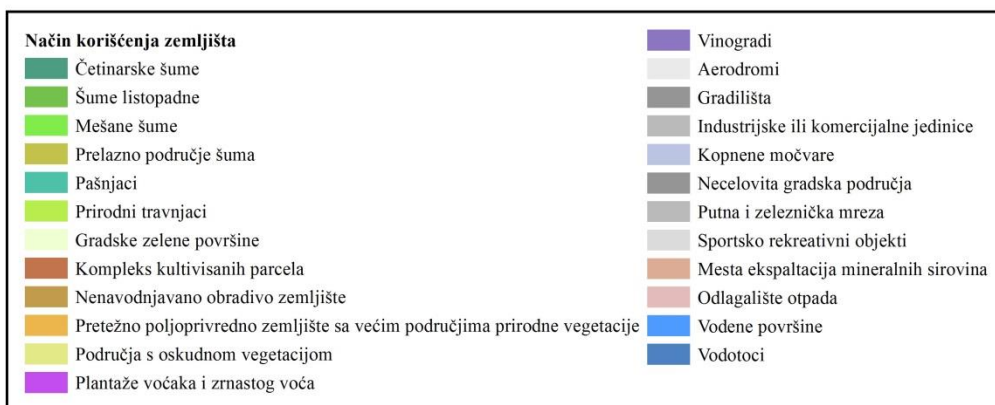
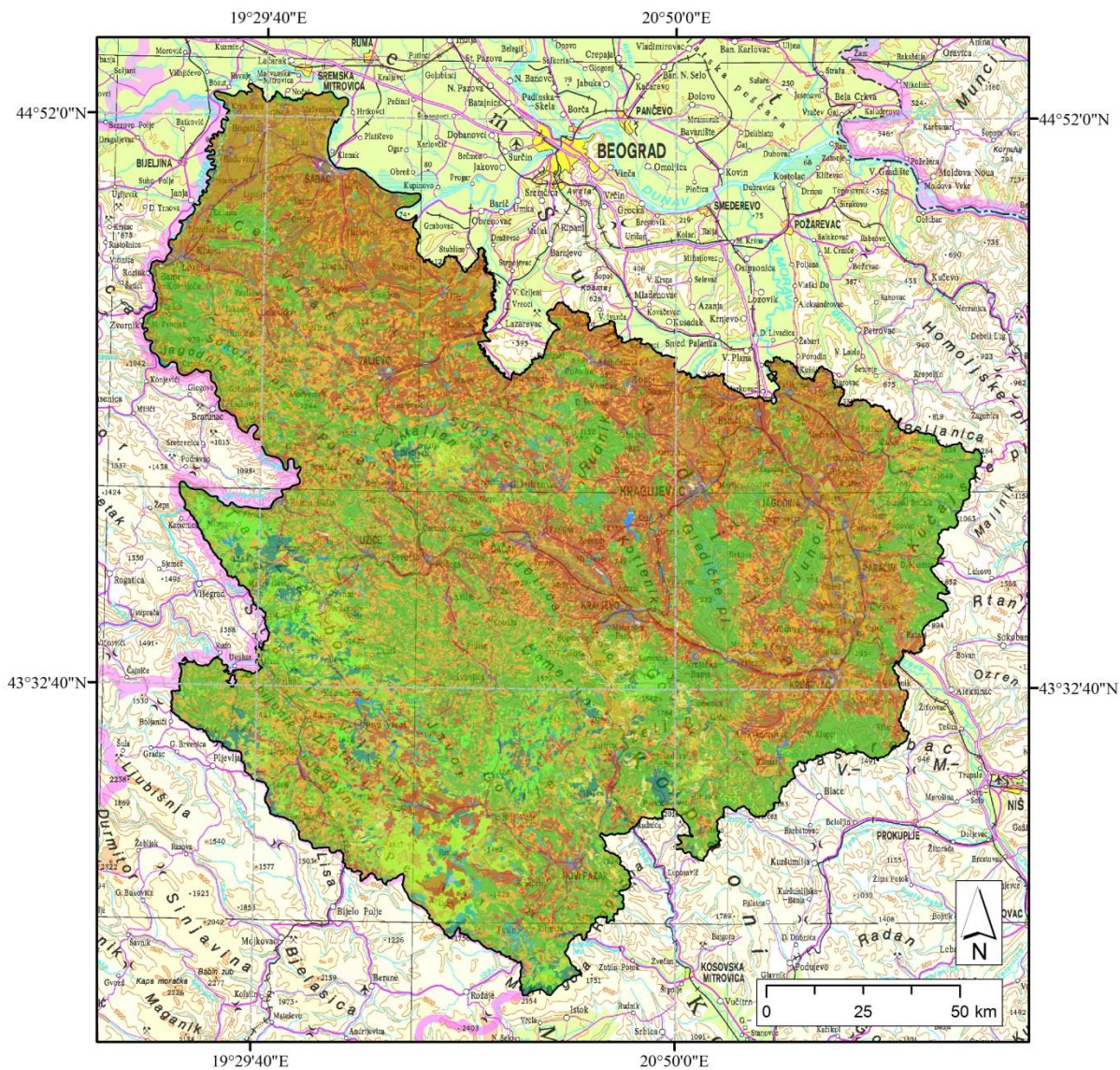
Tip zemljišta	
	Černozem
	Distrični kambisol i mestimično ranker
	Eutrični kambisol
	Fluvisol
	Humofluvisol
	Humoglej i euglej
	Kalkokambisol i kalkomelanosol
	Kalkomelanosol, sirozem, litosol na krečnjaku
	Koluvijum
	Luvisol i zemljišta u lesiviranju
	Pseudoglej
	Ranker, sirozem, litosol na andezitu, dacitu, tufu
	Ranker, sirozem, litosol na granitu, granodioritu, kvarcrlatitu
	Ranker, sirozem, litosol na pesčaru, flišu i rožnacima
	Ranker, sirozem, litosol na serpentinu i bazičnim stenama
	Ranker, sirozem, litosol na škriljcima i gnajsu
	Rendzina, sirozem i litosol na karbonatnim supstratima
	Vertisol

Slika 5. Pedološka karta istraživanog područja (u razmeri 1:50 000)

## 5.5. Način korišćenja zemljišta

Obradivo zemljište je zastupljeno na manje od polovine ukupne teritorije zapadne Srbije. Oranice i bašte čine 49,1% obradivog zemljišta, i najviše su zastupljene u severnom području od reke Save na severu istraživanog područja do Valjeva na jugu. Drugu veliku celinu čine šire okoline gradova i površine uz dolinu Velike Morave kao što su Kragujevac, Kruševac kao i ravnice u zapadnom delu područja koje se protežu uz rečne tokove Zapadne Morave do Čačaka, dolinom Ibra na jugu, i dalje do Novog Pazara i Raške. Površine pod oranicama su takođe zastupljene u Podrinju odnosno u široj okolini Loznice.

Najveće poljoprivredne površine su pod voćarskim kulturama kako na ispitivanom području tako i u odnosu na sve ostale regione u Srbiji gde reljef i klimatski faktori izuzetno povoljno utiču na kvalitet i prinos tih gajenih kultura. Od voćaka, najviše su zastupljene šljive, malina (na teritoriji Ivanjice) i vinogradi (na teritoriji Aleksandrovca). Na višim nadmorskim visinama, zastupljeni su pašnjaci i prirodni travnjaci, koji zahvataju velike površine na Zlatiboru i Pešterskoj visoravni, i zastupljene su na 4,96% teritorije zapadne Srbije. Listopadne šume su u najvećoj meri zastupljene u planinskim predelima u jugozapadnom deo područja, i zauzimaju 31,8% ukupne teritorije. Na najvišim vrhovima Zlatara, Golije, Zlatibora, Maljena i Kopaonika se nalaze četinarske šume koje zahvataju 2,62% ukupne površine (Slika 6).



Slika 6. Način korišćenja zemljišta na istraživanom području

## 5.6. Karakteristike vegetacije

Zonalna vegetacija u zapadnoj Srbiji uslovljena je, pre svega, regionalnim klimatskim uslovima. U najnižim delovima (nizije oko Drine i Zapadne Morave), klima je relativno topla ('Csa' ili 'Cfa' tip klime) pa u ovom tegionu osim različitih agroekosistema dominiraju higrofilne šume vrba i topola (Slika 6).

Brdsko područje (visinska zona između 300 i 500 m), je nešto humidnije i hladnije, tako da u ovoj visinskoj zoni dominira vegetacija hrastovih šuma (sveze *Quercion confertae* Horvat 1954 i *Quercion petraeae-cerris* Èarni et al. 2009).

Planinski region (visinska zona između 500 i 1000 m) karakteriše humidna klima, sa prosečnom temperaturom većom od 10 °C (umerena klima 'Cfb' tipa). Bukove šume na vlažnom zemljištu dominiraju u ovoj klimatskoj zoni.

Četinarske i mešovite listopadno-četinarske šume nalaze se u visokoplaninskoj zoni (između 1000 i 1500 m), sa mikrotermalnom borealnom klimom (Köppen-ovi 'Dfb', 'Dfc' i 'Dsb' tipovi klime).

Zeljasta vegetacija (klase *Juncetea trifidi* Hadač 1944, *Elyno-Seslerietea* BR.-BL. 1948 = *Festuco-Seslerietea* Barbero et Bonim 1969 i *Betulo-Adenostyletea* Br.-Bl. et R. Tx. 1943) dominira u (sub)alpskoj zoni, koju odlikuje klima tundre (Köppen-ov 'ET' tip klime).

Biljne zajednice sličnog florističkog sastava mogu se javiti u različitim klimatskim zonama. Ova azonalna vegetacija uslovljena je, pre svega, specifičnim hidrološkim uslovima staništa, kao i specifičnim uslovima zemljišta (vegetacija poplavnih šuma, hazmofitska vegetacija).

Osnovni tipovi šumske vegetacije u zapadnoj Srbiji obuhvataju poplavne šume (klase *Salicetea purpureae* Moor 1958 i *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et Tx. 1943), hrastove šume na relativno toplim, sušnim staništima (*Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni & Passarge 1959), tamne listopadne šume na humidnim staništima (*Carpino betuli-Fagetea sylvaticae* Passarge in Passarge & Hofmann 1968), acidofilne šume, bukve, hrastova i breze, bazofilne šume borova (klasa *Erico-Pinetea* Horvat 1959) i acidofilne četinarske šume (klasa *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939).

**Žbunasta vegetacija** u zapadnoj Srbiji obuhvata različite sukcesione stadijume šumske vegetacije, kao i relativno stabilne žbunaste zajednice u visokoplaninskim oblastima.

**Zeljasta vegetacija** obuhvata hazmofitske zajednice koje pripadaju klasama *Asplenietea trichomanis* Br.-Bl. 1934 corr. Oberd. 1977 i *Thlaspietea rotundifolii* Br.-Bl. et al. 1947, kao i

subalpske zeljaste zajednice koje pripadaju klasama *Juncetea trifidi* Hadač 1944 (kriofilne borealno-alpske travnate zajednice na silikatnoj podlozi) i *Elyno-Seslerietea* BR.-BL. 1948 = *Festuco-Seslerietea* Barbero et Bonim 1969 (kriofilne travnate zajednice na krečnjaku).

### **Higrofilne šume**

Hidrološki uslovi (intenzitet i period trajanja poplava, nivo podzemne vode) i karakteristike aluvijalnih nanosa su osnovni faktori koji determinišu diferencijaciju higrofilnih šuma (Horvat et al. 1974; Karadžić et al. 2015). Pionirske šume vrba (sveze *Salicion purpureae* Moor 1958, *Salicion eleagni* Aichinger 1933), kao i šume jova (sveza *Alnion incanae* Pawl. 1978) nalaze se oblastima planinskih reka sa bujičnim hidrološkim režimom. U nižim oblastima (dolina Zapadne Morave dolina Drine), javljaju se šume bele vrbe i topola (zajednice sveza *Salicion albae* Soó 1930 i *Populion albae* Br.-Bl. 1931). Ove zajednice, nalaze se na aluvijalnim nanosima i različitim varijantama fluvisola.

### **Listopadne šume van poplavnih zona**

Saglasno najnovijoj sintaksonomskoj klasifikaciji (Mucina et al. 2016), sve evropske listopadne šume, van poplavnih zona, mogu se grupisati u dve vegetacijske klase (klasa kserotermofilnih hrastovih šuma *Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni & Passarge 1959 i klasa tamnih listopadnih šuma graba i bukve *Carpino betuli-Fagetea sylvaticae* Passarge in Passarge & Hofmann 1968). Usled jakog antropogenog pritiska (seča šuma, fragmentacija staništa, pretvaranje ogromnih površina u obradivo zemljište), termofilne hrastove šume u zapadnoj Srbiji su redukovane i veoma degradovane. U brdskom regionu nalaze se fragmenti termofilnih hrastovih šuma, koje pripadaju svezama *Quercion petraeae-cerris* (Jovanović et Lakušić 1980) Čarni et al. 2009, *Quercion frainetto* Horvat 1954 i *Quercion pubescenti-sessiliflorae* Br.-Bl 1932. Najočuvaniji kompleksi ovih šuma, u kojima dominiraju *Quercus pubescens* Willd., *Quercus frainetto* Ten., *Quercus cerris* L., i *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl., nalaze se na padinama Valjevskih planina.

Šume sveze *Quercion frainetto* Horvat 1954 obuhvataju klima-zonalne zajednice u centralnom delu Balkanskog poluostrva, na zemljištima tipa Vertisol i Eutrični kambisol (Pavlović et al. 2017). Sveza *Quercion petraeae-cerris* (Jovanović et Lakušić 1980), (Čarni et al. 2009), javlja se na višim nadmorskim visinama. Za razliku od sladunovo-cerovih šuma sveze *Quercion frainetto*, šume kitnjaka (sveza *Quercion petraeae-cerris*) su znatno očuvanije i javljaju se na svim planinskim masivima zapadne Srbije.

Pored termofilnih hrastovih šuma, termofilne šume u kojima dominiraju *Ostrya carpinifolia* i *Carpinus orientalis* veoma su zastupljene u zapadnoj Srbiji. *Ostrya carpinifolia* Scop. je karakteristična za svezu *Fraxino orni-Ostryion*, dok je vrsta *Carpinus orientalis* Miller karakteristična za ekstrazonalnu kontinentalnu svezu *Syringo-Carpinion*.

Zajednice svezu *Fraxino orni-Ostryion* Tomažič 1940 naseljavaju submediteranske oblasti Dinarida, a ekstrazonalno se nalaze u brojnim kanjonima i klisurama zapadne Srbije. Ove zajednice su od izuzetnog značaja, jer se u njima nalazi veliki broj endemičnih vrsta (Karadžić 2017).

Tamne mezofilne šume u zapadnoj Srbiji obuhvataju šume graba (*Carpinus betulus* L.), (sub)montane bukove šume, altimontane bukovo-jelove šume (*Fagus sylvatica-Abies alba*), i subalpske bukove šume sa planinskim javorom (*Acer heldreichii*). Mada vrsta *Carpinus betulus* L. ima usku ekološku amplitudu, posebno u odnosu na vlažnost staništa, ona je široko rasprostranjena u zapadnim oblastima Balkanskog polustrva, gde gradi klimazonalni pojas mezofilnih šuma (sveza *Erythronio-Carpinion betuli* Marinček in Wallnöfer et al. 1993). Relativno veliki kompleksi grabovih šuma nalaze se u brdskim oblastima zapadne Srbije.

*Fagus sylvatica* L. (bukva) je adaptirana na uslove umerene i humidne klime. U zapadnoj Srbiji, bukove šume se javljaju u širokoj visinskoj zoni od brdskih, do visoko-planinskih oblasti. Na niskim peripanonskim planinskim masivima (Cer, Boranja, Kosma, Avala), bukva formira submontane šume koje se mogu uključiti u svezu *Tilio tomentose Fagion sylvaticae* (Marinček, Čarni et Šilc 2013), (Karadžić 2017a). U visinskoj zoni od 500 do 1000 m, dominiraju montane zajednice bukovih šuma na humoznom, neutralno zemljištu (sveza *Galio (Asperulo) odorati Fagion* Tx.1955). U altimontanim oblastima (Golija, Kopaonik, Goč, Tara), bukva gradi mešovite šume sa jelom (šume svezu *Abieto albae Fagion sylvaticae* Moor, 1952), kao i šume sa planinskim javorom (*Acer heldreichii*). Na Poglenu se javlja posebna varijanta bukovih šuma sa tercijsno-reliktnom vrstom *Ilex aquifolium*. U kanjonski staništima zapadne Srbije zastupljene su polidominantne šume bukve sa vrstom *Ostrya carpinifolia* i čitavim nizom drugih drvenastih vrsta. Ove polidominantne mezofilne šumske zajednice uključene su u svezu *Ostryo carpinifoliae Fagion sylvaticae* Borhidi 1963.

Usled perhumidne klime u visokoplaninskim oblastima zapadne Srbije široko su rasprostranjene acidofilne bukove zajednice (sveza *Luzulo luzuloides-Fagion* Lohmeyer et Tx. in Tx. 1954). Pored njih, u brdskom području zapadne Srbije, lokalno se nalaze acidofilne zajednice kestena (svezu *Castaneo-Quercion* Soó 1962) i acidofilne mešovite šume hrastova

i breze (šume sveze *Betulo pendulae-Quercion petraeae* Gillet 1986 ex Julve 1993), koje su razvijene na luvisolima and distričnom kambisolu.

### Četinarske šume

Četinarske šume u zapadnoj Srbiji veoma su heterogene, i one se mogu grupisati u acidofilne zajednice smrče (klasa *Vaccinio-Picetea* Braun-Blanquet, Sissingh & Vlieger 1939) i bazofilne i serpentinske šume belog i crnog bora (klasa *Erico-Pinetea* Ht. 1959). Acidofilne četinarske šume dominiraju u visokoplaninskim oblastima zapadne Srbije (Kopaonik, Tara, Golija). Ove šume se mogu grupisati u dve velike celine: zajednice smrče (sveze *Vaccinio-Piceion* Br.-Bl. (1938) 1939 i *Piceion omorikae* Tregubov 1941).

Sveza *Vaccinio-Piceion* Br.-Bl. (1938) 1939 obuhvata acidofilne šume smrče (*Picea abies* (L.) Karsten) koje su rasprostranjene u altimontanima i subalpskim regionima sa borealnom, microtermalnom klimom. Ove klimazonalne šume se nalaze na serpentinskom, silikatnom i krečnjačkom zemljištu. Nezavisno od geološke podloge, zemljišta u smrčevim šumama su kisela i siromašna bazama usled intenzivnih iluvijalnih procesa u uslovima perhumidne klime.

Sveza *Piceion omorikae* Tregubov 1941 obuhvata floristički bogate šume u kojima dominira endemo-reliktna vrsta *Picea omorika* (Pančić) Purkyne. Pored Pančićeve omorike, u ovim zajednicama se nalazi i čitav niz retkih i ugroženih taksona. Šume pančićeve omorike, koje se nalaze na Tar i u kanjonu reke Mileševke, su prioritet u aktivnostima zaštite i očuvanja biodiverziteta.

Bazofilne četinarske šume belog i crnog bora (*Pinus sylvestris* L. i *Pinus nigra* Arnold) široko su rasprostranjene u zapadnoj Srbiji (Maljen, Zlatibor, kanjon Drine). Ove šume se nalaze na serpentinskom ali i krečnjačkom zemljištu (bazofilni sirozemi, ranker, eutrični regosoli, eutrični kambisol).

Bazofilne četinarske šume klase *Erico-Pinetea* Ht. 1959 diferencirane su u sveze *Fraxino orni-Pinion nigrae-sylvestris* (Horvat 1953) Zupančić 2007 i *Pinion heldreichii* Ht. 1946. Šume munike se u zapadnoj Srbiji, van oblasti Kosova i Metohije, javljaju sporadično. Najveći deo bazofilnih borovih šuma u istraživanom području pripada svezi *Fraxino orni-Pinion nigrae-sylvestris* (Horvat 1953) Zupančić 2007. Ove šume se mogu grupisati u podsveze na dolomitima i serpentinskom zemljištu.

Serpentinska zemljišta, koja su široko rasprostranjena u zapadnoj Srbiji karakteriše nizak nivo esencijalnih elemenata (azot, fosfor, kalijum i kalcijum) koji su potrebni za



normalne metaboličke procese biljaka, visoka koncentracija gvožđa, magnezijuma, mangana i toksična koncentracija hroma, kobalta i nikla (Proctor 1999; Pepper and Norwood 2001). Usled “serpentinskog stresa” (toksični efekti teških metala, nedostatak esencijalnih elemenata, suša), većina biljaka izbegava serpentinska zemljišta. Serpentin-tolerantne biljke razvile su tokom evolutivnog procesa niz morfo-anatomskih i ekofizioloških adaptacija koje im omogućavaju opstanak u tako ekstremno nepovoljnim uslovima. Snažan selekcionni pritisak i prostorna izolovanost serpentinskih oblasti doprineli su razvoju velikog broja endemičnih serpentinofitskih vrsta na Balkanu. Najznačajnije serpentinofite u analiziranim oblastima su *Halacsya sendtneri* (Boiss.) Doerfl., *Potentilla visianii* Pančić., *Scrophularia tristis* K. Maly, *Sesleria latifolia* (Adam.) Degen var. *serpentinica* Deyl., *Alyssum markgrafii* O. E. Schulz., *Linaria concolor* Gris. f. *rubroides* (Vis. et Panc.) Maly, *Potentilla rupestris* L. var. *mollis* (Panč.) A. et G., *Polygonum albanicum* Jav., *Euphorbia glabriflora* Vis., *Potentilla opaca* Jusl. f. *malyana* (Borb.) Hayek, *Asplenium cuneifolium* Viv., *Notholaena marantae* (L.) Desv., *Haplophyllum boissierianum* Vis. et Panč. i tako dalje. Zaštita ovih endemičnih vrsta je od prioritetne važnosti. Ove vrste se mogu iskoristiti i kao bioindikatori zemljišta u kojima je prirodni fon potencijalno toksičnih elemenata izuzetno visok.

### **Žbunasta vegetacija**

Prirodnu žbunastu vegetaciju u zapadnoj Srbiji čine kriotermne zajednice iznad gornje šumske granice. Ove zajednice pripadaju svezama *Pinion mugo* Pawl. 1928 i *Juniperion sibiricae* Br.-Bl. U njima dominiraju vrste sa jastučastom životnom formom (žbunovi sa kratkim internodijama i intenzivnim lateralnim grananjem) koje su adaptirane na (sub)alpsku klimu (ekstremno niske temperature, snažni vetrovi, dugotrajni period sa snežnim pokrivačem).

Pored prirodne žbunaste vegetacije, u zapadnoj Srbiji su zastupljene i brojne žbunaste zajednice koje predstavljaju sukcesione stadijume u razvoju šumske vegetacije, kao i obodne šumske zajednice (vegetacijska klasa *Trifolio-Geranietea sanguinei* T. Muller 1962).

### **Zeljasta vegetacija**

Zeljasta vegetacija u zapadnoj Srbiji obuhvata hazmofitske zajednice na stenama i siparima, kao i visokoplaninske travnate zajednice, iznad gornje šumske granice.

Hazmofitska vegetacija u zapadnoj Srbiji pripada vegetacijskim klasama *Asplenieta trichomanis* Br.-Bl. 1934 corr. Oberd. 1977 (vegetacija stena) i *Thlaspietea rotundifolii* Br.-

Bl. et al. 1947 (vegetacija sipara, morena and koluvijskih nanosa). Većina hazmofitskih vrsta pripada grupi retkih i ugroženih taksona.

Kriofilna zeljasta vegetacija se javlja iznad gornje šumske granice. U visokoplaninskim oblastima zapadne Srbije, kriofilna zeljasta vegetacija obuhvata zajednice na silikatima (zajednice klase *Juncetea trifidi* Hadač 1944) i na karbonatima (zajednice klase *Elyno-Seslerietea* BR.-BL. 1948 = *Festuco-Seslerietea* Barbero et Bonim 1969). Pored prirodnih zeljastih zajednica, u istraživanom području su široko rasprostranjene sekundarne zeljaste zajednice (livade košanice i pašnjaci). U zoni hrastovih šuma, koje su veoma degradovane, antropogeno su razvijene travnate termofilne zajednice koje pripadaju klasi *Festuco-Brometea* Br.Bl. et Tx. 1943. Zajednice u kojima dominiraju *Chrysopogon gryllus*, *Danthonia calycina*, *Koeleria montana* *Agrostis vulgaris* i čitav niz drugih vrsta široko su rasprostranjene na Valjevskim planinama, na Zlatiboru, Kopaoniku i tako dalje.

## **6. METODE ISTRAŽIVANJA**

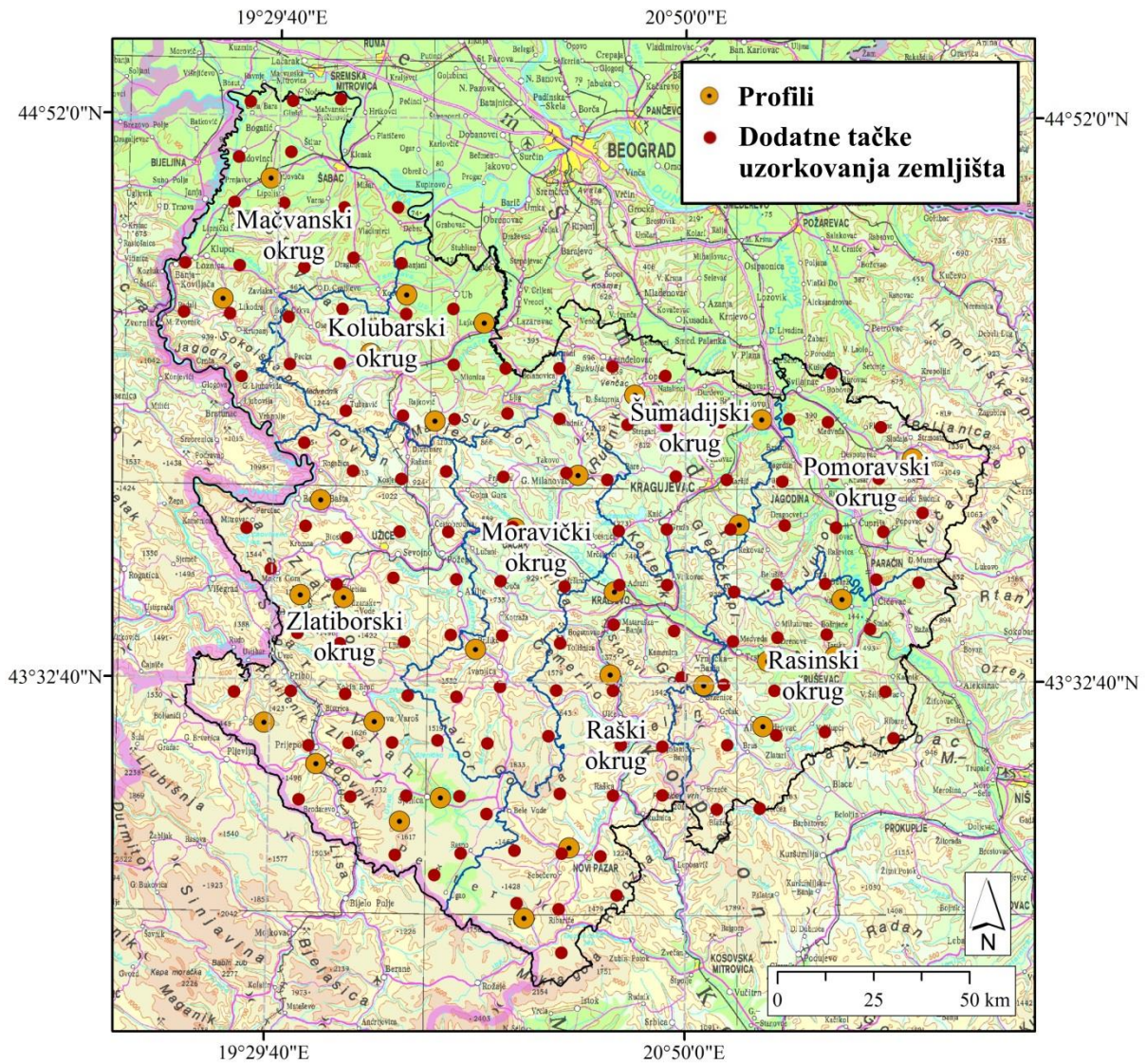
### **6.1. Pripremni radovi**

Pripremni radovi za izradu ovog projekta su obuhvatili nabavku topografskih karata R 1:25000, geoloških karata R 1:100 000, pedoloških karata R 1:50 000, zatim izradu plana uzorkovanja i determinaciju lokaliteta za uzorkovanje materijala za analizu. Ova faza realizacije projekta je takođe obuhvatila i prikupljanje dostupnih podataka o klimi, geološkom i pedološkom supstratu uključujući podatke o sadržaju PTE u zemljištu, i načinu korišćenja zemljišta na istraživanom području. Takođe, sastavni deo istraživanja činila je i priprema pedoloških terenskih obrasaca koji sadrže koordinate lokaliteta uzorkovanja, zatim informacije o osnovnim morfološkim karakteristikama lokaliteta na kojima su obrađeni pedološki profili kao i pedološke karakteristike samih profila.

### **6.2. Terenska istraživanja**

Terenska istraživanja su sprovedena u periodu juli-avgust 2018. godine. U navedenom periodu, otvoreno je ukupno 30 zemljišnih profila. Profili su pravilno raspoređeni na ispitivanom području, selektovani na bazi ranijih istraživanja o sadržaju PTE. Pored 30 zemljišnih profila, uzorkovanje materijala je obavljeno i na dodatnih 137 tačaka, pravilno raspoređenih na području obuhvaćenog ispitivanjima, u kvadratima površine 14 x 14 km (pozicije tačaka uzorkovanja su prikazane na Slici 7). Ovim istraživanjima je obuhvaćena teritorija Šumadije i Zapadne Srbije, površine 26495,00 km<sup>2</sup>. Materijal za merenje i analizu sadržaja ispitivanih elemenata u profilima je uziman u potpovršinskom horizontu. Uzorkovanje materijala na svim tačkama je obavljeno sa dubina 30-60 cm. Ovakav pristup omogućava izračunavanje prirodnog fona elemenata koji izuzima dominantni uticaj antropogenog faktora koji je po pravilu izraženiji u gornjim slojevima odnosno horizontima zemljišta sa jedne, i dominantni uticaj geološkog supstrata koji nije pod uticajem ostalih faktora pedogeneze sa druge strane. Na taj način, postignuta je ujednačenost svih faktora pedogeneze i njihov uticaj na sadržaj potencijalno toksičnih elemenata u zemljištu. Na svakom lokalitetu, uzet je po jedan kompozitni uzorak zemljišta formiran od pet pojedinačnih uzoraka, četiri raspoređenih u uglovima površine uzorkovanja i jedan centralni, na međusobnoj udaljenosti od 2 m. Takav način uzorkovanja preuzet je iz metodologije „LUCAS“, projekta monitoringa zemljišta Evropske Unije (LUCAS, Land Use and Coverage

Area frame Survey 2015). Osim dobijenih podataka, za definisanje i korekciju dobijenih prostornih vrednosti korišćene su dostupne prethodne studije i naučni radovi koji se odnose na istraživano područje.



Sika 7. Pozicije profila i tačaka na istraživanom području

### 6.3.Laboratorijska istraživanja

U sakupljenim uzorcima zemljišta, urađene su laboratorijske analize koje se tiču parametara plodnosti, granulometrijskog sastava, adsorptivnog kompleksa zemljišta i sadržaja hemijskih

elemenata.

#### 6.3.1. Parametri plodnosti

- pH u H<sub>2</sub>O 1 MKCl - elektrometrijski (SRPS ISO 10390 2007)(za profile)
- CaCO<sub>3</sub> - volumetrijski metom Scheibler-a (SRPS ISO 10693 2005)(za profile)
- Sadržaj humusa - metodom Tjurina (za profile)

#### 6.3.2. Adsorptivni kompleks zemljišta (ZILUH-8, 9)

- Hidrolitička kiselost (y) - metodom Kappen (za profile)
- Suma baznih katjona (S) - metodom Kappen (za profile)
- Ukupan kapacitet adsorpcije katjona (T) – obračunato (za profile)
- Step en zasićenosti baznim katjonima (V) – obračunato (za profile)

#### 6.3.3. Granulometrijski sastav

Granulometrijski sastav zemljišta određen je kombinovanom metodom prosejavanja i pipet metodom, nakon pripreme sa Na pirofosfatom (za profile).

#### 6.3.4. Sadržaj hemijskih elemenata u zemljištu

U uzorcima zemljišta je izmeren ukupan sadržaj aluminijuma (Al), arsena (As), kadmijuma (Cd), hroma (Cr), bakra (Cu), žive (Hg), nikla (Ni), olova (Pb) i cinka (Zn), digestijom u carskoj vodi (SRPS ISO 11466 2004).

### **6.4. Statistička i geostatistička obrada podataka**

Za obradu podataka primenjene su statističke metode, deskriptivna statistika, frekvencija, korelacija, korišćenjem statističkog programa SPSS 10.0. U geostatističkoj obradi prostorno orijentisanih podataka, korišćen je obični kriging (eng. ordinary kriging) i kokriging (eng. cokriging). Obični kriging je veoma pogodna interpolacijska metoda zbog svoje jednostavnosti i pouzdanosti. Metoda se bazira na određivanju optimalnih težinskih koeficijenata koji se pridružuju poznatim (uzorkovanim) vrednostima na osnovu poznavanja variograma. Kokriging je multivarijantna opcija običnog kriginga i izračunava procene ili prognoze za lošu uzorkovanu varijablu (predviđenu) pomoću dobro uzorkovane varijable

(kovariable). Root Mean Square Error (RMSE) je korišćen kao indikator tačnosti dobijenih rezultata.

Detaljna mapa načina korišćenja zemljišta i različitih tipova vegetacije na istraživanom području dobijena je na osnovu CLC (Corine Land Cover 2012) baze podataka.

#### 6.4.1. Maksimalno dozvoljene vrednosti potencijalno toksičnih elemenata u zemljištu

U Pravilniku o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama za njihovo ispitivanje, Ministarstva poljoprivrede šumarstva vodoprivrede (SG RS 23/94) su definisane maksimalno dozvoljene količine potencijalno toksičnih elemenata u zemljištu (MDK), u poljoprivrednoj proizvodnji (Tabela 3). Zatim je došlo do dopune zakonske regulative o količini potencijalno toksičnih elemenata u zemljištima koja nisu obuhvaćena poljoprivrednom proizvodnjom (Uredba Vlade Srbije, Uredba o programu sistemskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologiji za izradu remedijacionih programa, SG RS 88/10). Tom uredbom su znatno povećani dozvoljeni sadržaji štetnih mikroelemenata, odnosno uvrđene su dve veličine: SW-granična vrednost, pri kojoj je potpuno dostignuta funkcionalna vrednost zemljišta, odnosno ta vrednost označava nivo na kome je dostignut održivi kvalitet zemljišta i može se tretirati kao prirodni fon zemljišta; i IW-remedijaciona vrednost, koja ukazuje da su osnovne funkcije zemljišta ugrožene ili ozbiljno narušene i zahtevaju remedijacione, sanacione i druge mere. Ove vrednosti nisu konstantne, nasuprot maksimalno dozvoljenim količinama (MDK) vezanim za poljoprivredna zemljišta, već zavise od sadržaja gline i organske materije u zemljištu. Naime, povećani sadržaj gline i organske materije smanjuje mobilnost štetnih mikroelmenata a time i njihovu pristupačnost i potencijalnu toksičnost.

Tabela 3. Maksimalno dozvoljene količine štetnih i opasnih materija u zemljištu (MDK, mg/kg)

Element	As	Cd	Cr	Cr	Hg	Ni	Pb	Zn
MDK	25	3	100	100	2	50	100	300

U ovoj studiji su za potencijalno toksične elemente u zemljištima zapadne Srbije izvršene korekcije graničnih i remedijacionih vrednosti u skladu sa Uredbom Vlade Srbije

(Uredba o programu sistemskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologiji za izradu remedijacionih programa SG RS 88/10) i dobijeni rezultati su diskutovani prema ovim vrednostima, kao i prema maksimalno dozvoljenim količinama (MDK) koje su propisane u Pravilniku o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja (SG RS 23/94).

#### 6.4.2. Metode za određivanje prirodnog fona potencijalno toksičnih elemenata u zemljištu

Metode za određivanje prirodnog fona (background) se dele na računске i grafičke metode. Osnovna računska metoda (MAD+2MAD). Ova metoda uzima u obzir medijanu i medijanu apsolutnih devijacija. Medijana apsolutnih devijacija koristi monovarijantni skup podataka da bi definisali medijanu apsolutnih devijacija od medijane. Ukoliko koeficijent varijacije prelazi 100% za dobijanje krajnjih vrednosti trebalo bi koristiti logaritamsku skalu.

Grafičke metode su boxplot i dijagram distribucije kumulativne krive (Tukey 1977; Reimann et al. 2005; Bech et al. 2008; Mrvić et al. 2011). Na boxplot su prikazane statističke vrednosti: minimum donji prag, prvi kvartal (25%), medijana (50%), treći kvartal (75%) gornji prag pojedinačne tačke i maksimum. Pojedinačne tačke ukazuju na granice između osnovne grupe podataka i anomalije, i kao takve mogu predstavljati granice prirodnog sadržaja.

Dijagram distribucije kumulativne krive prikazuje funkciju kumulativne distribucije podataka za podatke definisane X osom koristeći pri tome procentualne vrednosti jednake ili manje.

#### 6.4.3. Određivanje faktora obogaćenja (Enrichment factor-EF) za Ni

Na osnovu prethodnih istraživanja na području zapadne Srbije indicirano je da je uticaj nikla najizrazitiji i u velikoj meri ograničavajući faktor u smislu zagađenja zemljišta. U cilju procene antropogenog uticaja na geohemijske karakteristike zemljišta izračunat je faktor obogaćenja (Enrichment factor-EF) za ovaj element u ispitivanim zemljištima. U ovom izveštaju, zbog utvrđenog vrlo visokog sadržaja Ni u zemljištima na pojedinim lokalitetima, ovaj element je diskutovan kao faktor zagađenja, imajući na umu da su sada po prvi put ustanovljene vrednosti prirodnog fona za područje zapadne Srbije za ovaj element. Na osnovu EF može se delimično utvrditi uticaj sadržaja nikla u smislu ograničavajućeg faktora

za gajenje pojedinih biljnih kultura.

Faktor obogaćivanja (Enrichment factor-EF, Hu et al. 2013; Luo et al. 2007) izračunat je prema sledećoj formuli:

$$Ef = \frac{C_i/C_r}{B_i/B_r}$$

u kojoj su  $C_i$ - izmerena koncentracija Ni u uzorku zemljišta;  $C_r$ -background vrednost za Ni;  $B_i$ - izmerena koncentracija referentnog metala iz uzorka zemljišta (Al);  $B_r$ - background vrednost referentnog metala (Al)

Pet kategorija kontaminacije je prepoznato na bazi faktora obogaćenja (EF):  $EF \leq 2$  nisko obogaćenje,  $EF = 2-5$  – umereno obogaćenje,  $EF = 5-20$  – značajno obogaćenje,  $EF = 20-40$  – visoko obogaćenje, i  $EF > 40$  – vrlo visoko obogaćenje.




## 7. REZULTATI PROJEKTA

### 7.1. Opis pedoloških profila, fizičko-hemijske osobine i sadržaj potencijalno toksičnih elemenata u profilima ispitivanih zemljišta

U projektu je pored nacionalne nomenklature korišćena i WRB nomenklatura za tipove zemljišta (Pavlović et al. 2017).

PROFIL br.1 - Gleysol humic (Humoglej bezkarbonatni) lok. Lipolist (X=19,46608; Y=44,71944; n. v. 116m)

Profil se nalazi na ravnom terenu, bez nagiba. Forma terena je močvarna, a način korišćenja zemljišta je parlog. U okolnoj vegetaciji, od drvenaste vegetacije dominira bagrem a od poljoprivrednih kultura najviše je zastupljena soja. Stenovitost površine nije uočena, kao ni znakovi erozije.

	<p>Hor. Ap (0-27cm) Ap obradivi horizont svetlo braon boje sa nijansom sive (2,5 YR 6/4) i glinovite teksture. Struktura nije izražena. Bez reakcije na karbonat. Jasno prelazi u</p>
	<p>Hor. Aa (27-40) Aa horizont sivkasto braon boje (2,5 YR 5/2). Teksturni sastav je glinovit. Struktura mu je prizmatična. Bez reakcije na karbonat. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor.Gso (40-72) Sivkasto svetlo braon boje (2,5 YR 5/2). Teksturni sastav glinovit a struktura prizmatična. U donjem delu zapažaju se znaci sekundarnog oglejavanja. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. Gr (72-125) Tamno sive boje (2,5 YR 3/0), glinovitog teksturnog sastava, prizmatične strukture. Uočeni znakovi redukcionih procesa, tamne mrlje.</p>

### Fizičko-hemijske osobine

Mehanički sastav bezkarbonatnog humogleja je težak i karakteriše ga visok sadržaj praha i gline, iznad 40%. Samo u Gso horizontu sadžaj gline je malo niži, 38,6% (Tabela 4). Svrstava se u eutrična zemljišta s obzirom na pH vrednost koja se sa dubinom povećava (5,71-6,41), kao i zasićenosti baznim katjonima koji u horizontu Gr dostižu vrednost do 90%. Sadržaj humusa opada sa dubinom. U gornjem Ap horizontu je na nivou srednje obezbeđenosti (3,34%), dok je u horizontu Aa vidljivo smanjenje na nivo niskog sadržaja (Tabela 5). To je uslovljeno intenzivnom poljoprivrednom proizvodnjom na datom lokalitetu. Njegove fizičko-hemijske karakteristike su prvenstveno uslovljene položajem najnižih rečnih terasa u rečnim dolinama gde je prisutno kolebanje podzemnih voda.

### Sadržaj PTE u profilu

U profilu br. 1 nije uočeno ni jedno prekoračenje zakonom predviđenih graničnih i remedijacionih vrednosti ni za jedan ispitivani element. Na relativno mali uticaj antropogenog faktora na nakupljanje ovih elemenata ukazuje relativno mala razlika u promeni njihovog sadržaja, odnosno neznatno smanjenje po dubini profila. Samo u najdubljem Gr horizontu izmerene su istovetne ili nešto veće količine Cr i Ni u odnosu na Ap horizont. Utvrđeni sadržaj je verovatno uslovljen procesima pedogeneze ovih zemljišta. Naime, prirodno povišen sadržaj ovih elemenata u reci Savi uslovljava njihovo nakupljanje u horizontu koji je pod stalnim uticajem podzemnih voda. U ispitivanom profilu takođe se jasno izdvaja Pb. Iako sadržaj ovog elementa ne prelazi norme propisane zakonske regulative, na proces njegovog antropogenog nakupljanja jasno ukazuje 30% veći sadržaj Pb u Ap horizontu u odnosu na Gr horizont (Tabela 6). Analiza sadržaja PTE u zemljištu ovog profila pokazuje da za njegovo korišćenje u biljnoj proizvodnji ne bi trebalo da bude nikakvih ograničenja.

Tabela 4. Granulometrijski sastav Humogleja

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
1	Ap	0-27	1,7	13,5	39,9	44,9	15,2	84,8	G
	Aa	28-40	3,0	14,0	37,2	45,8	17,0	83,0	G
	GSo	40-72	4,7	20,1	36,6	38,6	24,8	75,2	G
	Gr	72-125	1,1	22,9	35,9	40,1	24,0	76,0	G

Tabela 5. Osnovne hemijske osobine Humogleja

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
1	Ap	0-27	5,71	4,37	0,00	9,74	13,22	22,97	57,58	3,34
	Aa	28-40	5,75	4,30	0,00	10,69	12,58	23,26	54,06	1,73
	GSo	40-72	5,86	4,09	0,00	7,86	11,71	19,57	59,85	1,08
	Gr	72-125	6,41	4,85	0,00	2,76	26,83	29,59	90,69	0,67

Tabela 6. Sadržaj PTE u Humogleju

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
1	Ap	0-27	6,42	15,0	34,3	65,0	0,73	0,80	11,99	73,7	140	531	25,8	43,9	232	0,100	0,356	11,9	36,7	54,9	329	36,0	98,2	613	94,0	190	976
	Aa	28-40	5,96	13,7	34,0	64,5	0,52	0,77	11,57	69,5	142	538	21,8	43,5	230	0,018	0,356	11,9	34,9	55,8	335	33,0	97,5	608	86,6	190	977
	GSo	40-72	5,13	12,4	30,9	58,6	0,53	0,71	10,59	64,8	127	483	16,7	38,8	205	< DL	0,331	11,0	28,0	48,6	292	30,6	89,7	559	73,0	167	861
	Gr	72-125	5,14	8,4	31,3	59,4	0,45	0,71	10,62	72,0	130	495	22,4	39,5	208	< DL	0,335	11,2	43,2	50,1	301	24,9	90,8	566	83,3	171	881

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.2 - Cambisol, eutric (Eutrični kambisol) na krečnjaku i glinovitom škriljcu, lok. Likodra (X=19,32868; Y=44,43218; n.v. 367 m)

Profil br. 2 je pozicioniran na sredini nagiba, severozapadne ekspozicije. Način korišćenja zemljišta je livada, a okolnu vegetaciju čini hrastova šuma. Stenovitost površine je slaba, a površinska erozija umereno jaka. Jaruzasta erozija nije uočena.

	<p>Hor. Amo (0-30 cm) U suvom stanju je tamno smeđe boje (10 yr 3/3), teksturnog sastava glinovita ilovača i graškaste strukture. Jasno prelazi u</p>
	<p>Hor B (v) (30-72 cm) Žućkasto rude boje (10 yr 5/6). Teksturni sastav je praškasto glinovita ilovača. Struktura je grudvasta</p>
	<p>Hor. C (&gt;72cm) Svetlo smeđe boje sa krupnim odlomcima poluraspadnutog supstrata</p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Eutrični kambisol profila br. 2 je nešto težeg mehaničkog sastava s obzirom da je sadžaj gline 36% (Tabela 7). Karakteriše ga visoka zasićenost adsorbivnog kompleksa baznim katjonima, preko 90%. Reakcija se kreće od 6,41-6,93 jedinice od Amo do (B) v horizonta. Sadržaj humusa je na nivou srednje obezbeđenosti (Tabela 8).

#### Sadržaj PTE u profilu

Analiza sadržaja PTE u zemljištu profila br.2 ukazuje na njegovu izloženost antropogenom uticaju. To se može zaključiti na osnovu opadanja sadržaja Cd, Hg i Pb sa dubinom profila. Uticaj geološkog supstrata na sadržaj Cr i Ni u zemljištu profila br.2 jasno je vidljiv na osnovu izvesnog povećanja njihovog sadržaja u B(v) horizontu (Tabela 9). Ipak treba naglasiti da je sadržaj ovih elemenata ispod granične vrednosti, tako da oni ne predstavljaju

rizik po poljoprivrednu proizvodnju. Jedini element koji bi mogao biti rizičan je svakako As. Naime, antropogeno poreklo ovog elementa definiše utvrđeno smanjivanje njegovog sadržaja sa dubinom profila. To je najverovatnije rezultat rada bivšeg rudnika antimona, obzirom da je arsen kao takav čest pratilac antimona u rudama. Imajući u vidu da primena sistema za navodnjavanje na poljoprivrednim površinama može dovesti do pojave redukcionih uslova u kojima As postaje mobilniji, uzgajanju biljnih kultura treba pristupiti sa posebnim oprezom. Zbog toga se preporučuje uzgajanje voćnih kultura kod kojih je mobilnost As u biljnim tkivima mala, kao i pojačano đubrenje fosfornim đubrivima.

Tabela 7. Granulometrijski sastav Eutričnog kambisola

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
2	Amo	0-30	1,3	21,6	40,8	36,3	22,9	77,1	G
	(B)	30-72	0,4	17,7	45,4	36,5	18,1	81,9	G
	C	>72	0,5	19,9	46,4	33,2	20,4	79,6	G

Tabela 8. Hemijske osobine Eutričnog kambisola

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
2	Amo	0-30	6,41	5,36	0,00	3,48	16,89	20,38	82,92	2,65
	(B)	30-72	6,93	6,24	0,00	1,16	12,58	13,74	91,55	1,19
	C	>72	6,97	5,96	0,00	1,16	13,22	14,38	91,93	0,38


Tabela 9. Sadržaj PTE u Eutričnom kambisolu

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
2	Amo	0-30	4,77	26,6	30,7	58,2	0,78	0,72	10,87	58,9	123,0	467	23,56	38,5	203	0,029	0,326	10,9	33,3	46,5	279	29,1	89,2	556	75,0	163	841
	(B)	30-72	5,26	21,2	28,8	54,5	0,83	0,67	10,05	64,1	116,4	442	25,11	35,6	188	< DL	0,313	10,4	37,1	43,2	259	26,5	84,4	526	77,2	151	779
	C	>72	4,88	18,9	26,8	50,9	0,70	0,62	9,36	60,6	108,4	412	21,47	32,8	173	< DL	0,298	9,9	32,7	39,2	235	25,3	79,6	496	84,2	138	711

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.3 - Leptosol eutric (Eutrični ranker) na peskovitoj glini, lok. Ub (X=19,91154; X=44,45870; n.v. 160m)

Pozicija profila br. 3 je na nagibu grebena, na jugozapadnoj ekspoziciji. Dominantna poljoprivredna kultura je kukuruz, dok je na okolnom prostoru prisutan bagrem. Stenovitost površine je slaba, bez izražene erozije.

	<p>Hor. Aoh (0-8 cm) Boja izraženo braon (7.5 yr 4/4), tekstura glinovita ilovača. Zemljište je srednje skeletno, zrnaste strukture, postepeno prelazi u</p>
<p>Hor. AohC (8-33) Boja svetlo braon (10 yr 5/4), tekstura glinovita ilovača, srednje skeletno, bez izražene strukture, naleže na poluraspadnutu podlogu.</p>	

#### Fizičko-hemijske osobine

Teksturni sastav je sa preovlađujućom frakcijom peska (>40%) u obe dubine (Tabela 10). Reakcija zemljišta neznatno opada sa dubinom (pH=6,04-5,93), dok je zasićenost adsorbtiivnog kompleksa u prvoj dubini iznad 50%. Sadržaj humusa je na nivou visoke obezbedenosti (Tabela 11).

#### Sadržaj PTE u profilu

U profilu br. 3 nije uočeno prekoračenje zakonskih normativa u sadržaju ispitivanih PTE. Geološko poreklo je utvrđeno kod Cd, Cr, Ni i Zn, s obzirom da je sadržaj ovih elemenata malo povećan u horizontu AohC (Tabela 12). Kod ostalih elemenata neznatno uvećanje u gornjem horizontu najviše je izraženo kod Hg i uslovljeno je antropogenim faktorom. S

obzirom na nizak sadržaj ispitivanih PTE ne postoje ograničenja u gajenju biljnih kultura na ispitivanom zemljištu.



Tabela 10. Granulometrijski sastav Eutričnog rankera

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
3	Aoh	0-8	7,7	36,5	26,6	29,2	44,2	55,8	GI
	AohC	8-33	6,3	36,7	25,3	31,7	43,0	57,0	GI
	C	>33							

Tabela 11. Hemijske osobine Eutričnog rankera

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
3	Aoh	0-8	6,04	4,72	0,00	10,06	13,44	23,50	57,20	3,49
	AohC	8-33	5,93	4,44	0,00	8,29	10,04	18,33	54,78	0,88
	C	>33								


Tabela 12. Sadržaj PTE u Eutričnom rankeru

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
3	Aoh	0-8	3,04	13,4	29,1	55,1	<DI	0,71	10,63	37,4	113,4	431	14,57	36,1	191	0,222	0,312	10,4	17,7	41,7	250	27,3	85,2	531	42,3	150	773
	AohC	8-33	3,83	14,4	26,5	50,3	0,11	0,63	9,38	47,3	105,8	402	13,93	32,3	170	0,055	0,294	9,8	22,4	37,9	227	26,7	78,8	491	45,5	135	694
	C	>33																									

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.4 - Cambisol dystric (Distrični kambisol) na glinovitim škriljcima, lok.Valjevo (X=19,808848; Y= 44,31341; n.v.327 m)

Lokacija profila br. 4 je na grebenu ugnutog nagiba, na severo-istočnoj ekspoziciji. Način korišćenja je livada sa detelinom kao prizemnom vegetacijom. Od drvenaste vegetacije dominira hrast. Dreniranost terena je dobra. Stenovitost površine je slaba, bez vidljivih tragova erozije.

	<p>Hor. Amo(0-30 cm) Boja smeđa (10 yr 4/4), tekstura glinovita ilovača, struktura zrnata dobro izražena. Dubina prodiranja korena do 20 cm. Jasan prelaz u</p>
	<p>Hor. (B)v (30-44 cm) Boja rudo smeđa (10 yr 5/4), tekstura glinovita ilovača, struktura grudvasta sa slabo zastupljenim skeletom . Jasnoprelazi u</p>
	<p>Hor. (B)vC (44-66 cm) Boja rudo smeđa (10 yr 4/6), tekstura glinovita ilovača, struktura grudvasta slabije izražena. Leži na srednje raspadnutom škriljcu</p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Po teksturnom sastavu profil br. 4 spada u teža zemljišta sa jasno izraženim povećanjem sadržaja gline u (B)v horizontu (Tabela 13). Reakcija zemljišta je u granicama od 5,70-5,80 bez zakonitosti opadanja po dubini profila. U dubljim horizontima zasićenost bazama je oko 60%, dok u gornjem horizontu iznosi 38,41% (Tabela 14).

#### Sadržaj PTE u profilu

Analiza sadržaja PTE u profilu br. 4 je pokazala odsustvo antropogenog uticaja, s obzirom da se njihov sadržaj uključujući i sadržaj Pb povećava sa dubinom. Takođe u ovom profilu je uočljivo da je sadržaj Cd pratio tendenciju ostalih ispitivanih PTE, ali sa tom razlikom što je

njegov sadržaj u dubini preko 44 cm nešto iznad granične vrednosti (Tabela 15). Imajući u vidu trend njegovog uvećavanja sa dubinom profila jasno je da se radi o geološkom supstratu, tako da to ne predstavlja faktor rizika na ovom lokalitetu, naročito ako se ima u vidu vrednost maksimalno dozvoljene količine (MDK) za biljnu proizvodnju.

Tabela 13. Granulometrijski sastav Distričnog kambisola

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
4	Amo	0-30	9,8	29,0	33,3	27,9	38,8	61,2	GI
	B(v)	30-44	3,6	19,0	39,2	38,2	22,6	77,4	GI
	B(v)C	44-66	3,7	24,8	33,3	38,2	28,5	71,5	GI

Tabela 14. Hemijske osobine Distričnog kambisola

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm				%	T-S	S		
4	Amo	0-30	5,70	4,32	0,00	12,60	7,86	20,45	38,41	2,05
	B(v)	30-44	5,80	4,22	0,00	9,95	14,55	24,50	59,40	0,65
	B(v)C	44-66	5,51	4,13	0,00	9,94	15,20	25,15	60,45	0,71


Tabela 15. Sadržaj PTE u Distričnom kambisolu

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
4	Amo	0-30	4,05	24,9	27,0	51,2	0,30	0,65	9,76	52,7	106	402	16,6	33,0	174	0,172	0,296	9,9	28,3	37,9	227,4	31,9	80,0	499	69,3	137	703
	B(v)	30-44	4,88	24,8	30,5	57,9	<b>0,70</b>	0,69	10,41	65,4	126	480	22,8	38,3	202	0,096	0,329	11,0	34,6	48,2	289,2	29,8	88,9	554	77,8	166	852
	B(v)C	44-66	4,52	23,3	30,6	58,0	<b>0,87</b>	0,70	10,43	63,0	126	480	22,0	38,3	202	0,11	0,329	11,0	33,7	48,2	289,2	32,5	88,9	554	75,6	166	852

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.5 - Cambisol dystric (Distrični kambisol) na glinovitom škriljcu, lok. Lajkovac (X=20,1745;5 Y= 44,38999; n.v.145 m)

Pozicija profila br. 5 je na nagibu, na južnoj ekspoziciji, u mešanoj hrastovoj i bukovoj šumi. Stenovitost površine je slaba, bez izražene erozije.

	Hor. OI (0-3 cm) organska prostirka, boja 10 yr 3/4
	Hor. Amo (3-33 cm) Boja smeđa (7.5 yr 4/4), tekstura glinovita ilovača, struktura zrnasta dobro izražena. Jasan prelaz u
	Hor. (B)v (33-138 cm) Boja žućkasto smeđa (10 yr 4/3,) tekstura glinovita, struktura grudvasta sa slabo zastupljenim skeletom i jasnim prodorom korena po čitavoj dubini

#### Fizičko-hemijske osobine

Po teksturnom sastavu profil br. 5 spada u teža zemljišta sa jasno izraženim povećanjem sadržaja gline u (B)v horizontu (Tabela 16). Reakcija zemljišta je u granicama od 5,37-5,62 sa tendencijom opadanja sa dubinom profila. U dubljim horizontima zasićenost bazama je oko 47,20%, dok u gornjem horizontu iznosi 46,50%. Udeo organske materije u gornjem horizontu je veoma visok, pod uticajem šumske prostirke (stelje) i iznosi 4,16% (Tabela 17).

#### Sadržaj PTE u profilu

Profil br. 5 se odlikuje odsustvom prekoračenja graničnih vrednosti za sve proučavane PTE. Njihov dubinski raspored je uslovljen poreklom. Karakteristično povećanje sadržaja As, Cr, Cu, Ni, Zn sa dubinom profila potvrđuje geološko poreklo tih elemenata, dok smanjenje sadržaja Cd, Hg, Pb sa dubinom ukazuje na uticaj antropogenog faktora (Tabela 18). Ipak,

uzimajući u obzir da su u oba slučaja promene koncentracije po dubini profila male, može se govoriti o izostanku zagađenja zemljišta ovog profila. Iako je za šumsku prostirku (stelju) karakteristično izvesno povećanje sadržaja PTE, mala izraženost promena takođe ukazuje na izostanak antropogenog uticaja.

Tabela 16. Granulometrijski sastav Distričnog kambisola

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Tekst. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
5	Ol	0-3							
	Amo	3-33	1,7	25,4	41,8	31,1	27,1	72,9	GI
	B(v)	33-138	1,3	24,4	33,4	40,9	25,7	74,3	G

Tabela 17. Hemijske osobine Distričnog kambisola

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH	pH	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm	(H <sub>2</sub> O)	(KCl)	%	T-S	S	T	%	%
5	Ol	0-3	6,05	5,70	0,00	10,61	30,97	41,57	74,48	10,36
	Amo	3-33	5,62	4,82	0,00	14,59	13,04	27,63	47,20	4,16
	B(v)	33-138	5,37	3,96	0,00	15,25	13,25	28,50	46,50	1,33

Tabela 18. Sadržaj PTE u Distričnom kambisolu

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
5	Ol	0-3	2,88	13,4	29,0	55,0	0,72	0,80	12,00	50,8	100	380	15,6	36,0	190	0,123	0,216	7,2	30,8	35	210	34,6	85,0	530	73,2	140	720
	Amo	3-33	2,84	14,1	29,1	55,2	0,70	0,72	10,78	49,3	112	426	14,7	36,2	191	0,063	0,311	10,4	31,8	41,1	246,6	34,3	85,3	532	63,6	150	769
	B(v)	33-138	3,92	14,2	31,9	60,5	0,68	0,73	10,92	63,8	132	501	17,4	40,3	213	0,052	0,339	11,3	35,7	50,9	305,4	28,1	92,2	575	64,5	175	898

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.6 – Leptosol (Kalkomelanosol na jedrom krečnjaku) lok. Maljen ( X= 20,32868; Y=44,15647; n.v. 555m)

Pozicija profila br. 6 je na sredini ugnutog nagiba, na zapadnoj ekspoziciji. Način korišćenja zemljišta je livada. Stenovitost površine je umerena. Površinska erozija je takođe umerena i sa izraženom pojavom brazdaste i jaružaste erozije.



#### Fizičko-hemijske osobine

Po teksturnom sastavu profil br. 6 spada u teža zemljišta (Tabela 19). Reakcija zemljišta je 6,15 jedinica što je karakteristično za taj tip zemljišta, kao i visok sadržaj humusa od 10,36% (Tabela 20).

#### Sadržaj PTE u profilu

Za profil br. 6 je karakteristično prekoračenje granične vrednosti za veći broj elemenata kao što su As, Cd, Hg i Ni (Tabela 21). Ova prekoračenja su uobičajena za područje planine Maljen koji se nalazi na zapadnoj granici Jaderskog bloka koji je karakterističan po rudnim nalazištima Sb, Zn, Pb, kao i formacijama serpentinita pod čijim su uticajem i krečnjaci u toj oblasti. Na taj način sadržaj ovih elemenata veći od granične vrednosti, kao i prekoračenje



MDK za Cd i Ni može usloviti određena ograničenja u poljoprivrednoj proizvodnji. Ipak, težak mehanički sastav, sadržaj organske materije i visok pH u velikoj meri umanjuju njihovu mobilnost i transfer u ekološki lanac ishrane. Ograničenja koja se postavljaju za ovakva zemljišta uslovno važe za gajenje povrtarskih kultura, naročito onih čiji jestivi delovi rastu u zemljištu ili su fitoremedijatori nekih elemenata kao što su kantarion (Cd) ili kupus (Ni).

Tabela 19. Granulometrijski sastav Kalkomelanosola

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
6	Amo	0-20	10,3	20,4	31,0	38,3	30,7	69,3	GI
	R	>20							

Tabela 20. Hemijske osobine Kalkomelanosola

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH	pH	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm	(H <sub>2</sub> O)	(KCl)	%	T-S	S	T	%	%
6	Amo	0-20	6,05	5,70	5.76	/	/	/	/	10,36
	R	>20								

Tabela 21. Sadržaj PTE u Kalkomelanosolu

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
6	Amo	0-20	4,40	37,1	32,9	62,4	2,06	0,82	12,29	97,6	127	481	36,1	41,9	221	0,429	0,339	11,3	121,3	48,3	290	56,6	94,8	591	109,3	175	898
	R	>20																									

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.7 – Leptosol (Regosol na hloritsko sericitskim škriljcima) lok. Bajina Bašta (X=19,64769; Y=43,96878; n.v. 638m)

Profil br. 7 je pozicioniran na sredini nagiba, na planinskoj padini koja je eksponirana jugozapadu. Od prizemne flore je zastupljena hajdučka trava, a od drvenaste vegetacije hrast i bukva. Stenovitost površine nije izražena. Erozijska je slaba, bez vidljivih pojava brazdate i jaružaste erozije.



(A) (0-15cm)

Boja svetlo smeđa (7.5 yr 4/4), tekstura peskovita ilovača, struktura slabo izražena zrnasta, izražena skeletnost (>60%). Kontakt sa stenom nepravilan, sa pojavom poluraspadnutog materijala koje karakteriše C horizont.

#### Fizičko-hemijske osobine

Po teksturnom sastavu profil br. 7 spada u lakša zemljišta s obzirom na visok sadržaj peska 63,2% (Tabela 22). Karakteriše ga relativno niska pH vrednost (5,70) ali i niska zasićenost adsorbtivnog kompleksa bazama (17,88%). Obezbeđenost humusa je na visokom nivou snabdevenosti od 3,76% (Tabela 23).

#### Sadržaj PTE u profilu

U profilu br. 7 nije izmereno prekoračenje graničnih vrednosti za sadržaj PTE regulisanih zakonom (Tabela 24). Takođe utvrđene vrednosti su daleko ispod MDK, tako da ograničenja u poljoprivrednoj proizvodnji u odnosu na sadržaj PTE ne postoje.

Tabela 22. Granulometrijski sastav Regosola

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
7	(A)	0-15	24,1	39,1	24,6	12,2	63,2	36,8	PI
	C	>15	28,1	37,3	24,8	9,8	65,4	34,6	

Tabela 23. Hemijske osobine Regosola

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH	pH	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm	(H <sub>2</sub> O)	(KCl)	%	T-S	S	T	%	%
7	(A)	0-15	5,70	4,36	0,00	16,24	3,54	19,78	17,88	3.76
	C	>15	4,21	4,07						


Tabela 24. Sadržaj PTE u Regosolu

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
7	(A)	0-15	3,39	11,0	21,4	40,6	0,25	0,58	8,63	47,0	74	283	17,2	24,6	130	0,055	0,246	8,2	19,8	22,2	133,2	41,4	66,0	411	72,9	92	474
	C	>15	3,54	12,2	19,9	37,8	0,34	0,53	7,98	47,8	70	264	18,5	22,4	118	0,031	0,236	7,9	21,8	19,8	118,8	43,3	62,3	389	76,2	83	428

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.8 – Leptosol eutric (Eutrični ranker na serpentinitu) lok. Zlatibor (X= 19,64769; Y=43,96878; n.v. 638m)

Profil br. 8 je pozicionirana na grebenu, sa severoistočnom ekspozicijom. Od vegetacije dominantno je zastupljen hrast, sa masovnim prodiranjem korena do dubine od 35 cm. Stenovitost površine nije izražena. Erozija je slaba, bez vidljivih pojava brazdaste i jaružaste erozije.

	Hor. Ol (0-3 cm) organska prostirka, boja 10 yr 3/3
	Hor. Amo (3-27 cm) Boja tamno smeđa (10 yr 3/1), tekstura ilovasta, struktura zrnasta. Jasno prelazi u
	Hor. C (>27 cm) Bez strukture, poluraspadnuta stena sa velim udelom peska i odlomaka.

#### Fizičko-hemijske osobine

Po teksturnom sastavu profil br. 8 spada u lakša zemljišta sa velikim udelom peska 42,4% (Tabela 25). Reakcija zemljišta je slabo kisela sa vrednošću od 6,34 jedinica, što je karakteristično za zemljišta nastala na bazičnim stenama. Sadržaj humusa je na visokom novou obezbeđenosti od 6,62%. Zasićenost bazama je karakteristično visoka za taj tip podloge i iznosi 76,56% (Tabela 26).

#### Sadržaj PTE u profilu

Sadržaj As, Cu, Hg, Pb ni u jednom horizontu ne prelazili nivo granične vrednosti, međutim za njih je karakteristično smanjenje po dubini profila što govori o antropogenom uticaju na njihovo nakupljanje. Primetno je da je u šumskoj prostirci (stelji) došlo do prekoračenja graničnih vrednosti za Zn što je i očekivano s obzirom na odsustvo gline i vezivanje tog elementa za organsku materiju. Sadržaj Cd je u najvećoj meri uslovljen geološkim supstratom s obzirom na njegovo povećanje, pri čemu treba naglasiti da je njegov sadržaj u Amo

horizontu iznad MDK, što nije neobičajeno jer je on česti pratilac rudnih nalazišta. Karakteristika ovih zemljišta su izuzetno visoki sadržaji Cr i Ni pri čemu se njihova promena koncentracija po dubini upadljivo razlikuje. Kod Cr je primetno najveći sadržaj u šumskoj prostirci (stelji) što svedoči o njegovoj delimično većoj mobilnosti, odnosno većoj pokretljivosti kroz samu biljku u oksidacionim uslovima zemljišta. Njegovo geološko poreklo je definisano povećanjem sadržaja Cr u C horizontu u odnosu na Amo horizont. Sa druge strane, sadržaj Ni u šumskoj prostirci (stelji) je niži od sadržaja utvrđenih u oba horizonta, uz prisutan izuzetno nagli skok Ni po dubini zemljišnog profila (Tabela 27). Taj podatak nam govori da Ni biva manje usvajan od strane biljaka kao i da u uslovima povišene pH dolazi do njegove delimične imobilizacije. U zemljištu ovakvih karakteristika, Ni predstavlja ograničavajući faktor u poljoprivrednoj proizvodnji naročito kada su u pitanju povrtarske kulture. U slučaju gajenja voćarskih kultura neophodna je stalna kontrola usled povišenog sadržaja Cd.

Tabela 25. Granulometrijski sastav Eutričnog rankera

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
8	Ol	0-3							
	Amo	3-27	9,2	33,2	32,5	25,1	42,4	57,6	I
	C	>27							

Tabela 26. Hemijske osobine Eutričnog rankera

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
8	Ol	0-3	6,04	5,65	0,00	-	-	-	-	17,59
	Amo	3-27	6,34	5,76	0,00	9,61	31,40	41,01	76,56	6,62
	C	>27	6,95	5,60	0,00	-	-	-	-	-


Tabela 27. Sadržaj PTE u Eutričnom rankeru

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
8	Ol	0-3	0,79	13,3	29,0	55,0	<b>2,18</b>	0,80	12,00	<b>898,4</b>	100	380	15,4	25,6	135	0,175	0,228	7,6	<b>1318</b>	35	210	53,9	85,0	530	<b>91,2</b>	76	393
	Amo	3-27	0,72	10,7	27,7	52,5	<b>3,03</b>	0,73	10,93	<b>692,7</b>	100	381	13,4	34,0	180	0,117	0,295	9,8	<b>2088</b>	35,1	210,6	43,8	81,7	510	77,7	135	696
	C	>27	0,90	7,7	26,1	49,4	<b>4,15</b>	0,64	9,63	<b>804,1</b>	100	380	13,4	31,6	167	0,125	0,288	9,6	<b>2574</b>	35	210	9,1	77,6	484	69,3	129	663

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.9 – Leptosol eutric (Eutrični ranker na serpentinitu) lok. Zlatibor (X=19,73512; Y=43,73870; n.v. 1102m)

Profil br. 9 je pozicioniran na grebenu, na planinskoj padini se istočnom ekspozicijom. Od vegetacije dominantno su zastupljene trave karakteristične za zemljišta nastala na serpentinitima. Masovno prodiranje korena se javlja do dubine do 35 cm, a pojedinačno do 47 cm. Stenovitost površine je umerena. Erozijska je slaba do umereno jaka, sa vidljivom pojavom brazdaste i jaružaste erozije.

	<p>Hor. Amo (0-37 cm) Boja tamno smeđa (10 yr 3/1), tekstura peskovito glinovita ilovača, struktura zrnasta. Skeletnost slaba. Jasno prelazi u</p>
	<p>Hor. AmoR (37-50 cm) Boja svetlija nijansa smeđe boje (10 yr 4/2), tekstura peskovito glinovita ilovača, struktura zrnasta slabije izražena, skeletnost srednja. Formiran na</p>
	<p>Hor. R (&gt;50 cm) Bez strukture poluraspadnuta stena</p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Po teksturnom sastavu profil br. 9 spada u lakša zemljišta sa velikim udelom peska, čiji se udeo povećava sa dubinom (53,7-57,2 %), Tabela 28. Reakcija zemljišta je slabo kisela sa vrednošću od 6,75-6,80, što je karakteristično za zemljišta nastala na bazičnim stenama. Sadržaj humusa u Amo horizontu je na visokom nivou obezbeđenosti od 6,12%, dok u Ac horizontu opada na 2% što je na nivou srednje obezbeđenosti. Zasićenost bazama je karakteristično visoka za taj tip podloge i iznosi preko 80% u oba horizonta (Tabela 29).

#### Sadržaj PTE u profilu

Sadržaj As, Cu, Hg i Pb ni u jednom horizontu nije prelazio nivo granične vrednosti. Međutim za njih je utvrđeno smanjenje sadržaja po dubini profila što govori o antropogenom



uticaju na njihovo nakupljanje, sem žive koja je pod uticajem geološkog supstrata. Sadržaj kadmijuma je u najvećoj meri diktiran geološkim supstratom s obzirom na odsustvo promene njegovog sadržaja po dubini profila. Karakteristika ovih zemljišta je izuzetno visok sadržaj Cr i Ni pri čemu se promena njihove koncentracije po dubini upadljivo razlikuje. Sadržaj Cr u profilu br. 9 ima sličnu dinamiku kao i u profilu br. 8. Sa druge strane utvrđen je izuzetno nagli skok u sadržaju Ni po dubini zemljišnog profila (Tabela 30). Taj podatak nam govori da se Ni manje usvaja od strane biljaka, kao i da u uslovima povišene pH dolazi do njegove delimične imobilizacije. I u zemljištu ovakvih karakteristika, povišeni sadržaji Ni i Cr predstavljaju ograničavajući faktor u poljoprivrednoj proizvodnji naročito kada su u pitanju povrtarske kulture. U slučaju gajenja voćarskih kultura neophodna je stalna kontrola usled povišenog sadržaja Cd.

Tabela 28. Granulometrijski sastav Eutričnog rankera

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
9	Amo	0-37	17,8	35,9	19,5	26,8	53,7	46,3	PeGI
	AmoR	37-50	33,1	24,1	12,9	29,9	57,2	42,8	PeGI
	R	>50							

Tabela 29. Hemijske osobine Eutričnog rankera

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
9	Amo	0-37	6,80	5,79	0,00	6,96	31,40	38,36	81,85	6,12
	AmoR	37-50	6,75	5,53	0,00	4,64	21,68	26,32	82,37	2,00
	R	>50								

Tabela 30. Sadržaj PTE u Eutričnom rankeru

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
9	Amo	0-37	1,47	17,2	28,2	53,4	<b>2,89</b>	0,73	10,95	<b>1528</b>	104	394	25,9	34,8	183	0,06	0,300	10,0	<b>1871</b>	36,8	221	28,2	82,9	517	79,9	140	718
	AmoR	37-50	1,06	14,8	27,8	52,6	<b>2,86</b>	0,66	9,96	<b>1128</b>	110	417	25,5	34,1	180	0,128	0,303	10,1	<b>2317</b>	39,9	239	7,4	81,9	511	51,3	143	734
	R	>50																									

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.10 - Leptosol eutric (Eutrični ranker u posmeđivanju na hloritsko serecitskim škriljcima) lok. Ivanjica (lok. X= 20,14688; Y=43,62046; n.v. 527m)

Profil br. 10 je pozicioniran na sredini ravnog nagiba, jugoistočne ekspozicije. Način korišćenja je livada, a okolnu vegetaciju čine hrast i bukva. Masovno prodiranje korena se javlja do dubine od 30 cm. Stenovitost površine je slaba, kao i površinska erozija. Znaci jaružaste i brazdaste erozije nisu uočeni.

	<p>Hor. Amo (0-22 cm) U suvom stanju je tamno smeđe boje (10 yr 3/3), teksturnog sastava peskovita ilovača, zrnaste strukture. Jasno prelazi u</p>
	<p>Hor AmoC (22-82 cm) Svetlije smeđe boje (10 yr 3/4). Teksturni sastav je peskovita ilovača. Struktura je zrnasta. Difuzno prelazi u</p>
	<p>Hor. C (&gt;82cm) Rudo smeđe boje (5 yr 6/6), teksture peskovita ilovača, sa srednjim udelom skeleta.</p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Eutrični ranker u posmeđivanju je lakog mehaničkog sastava u kome dominira frakcija peska sa preko 50% u svim izdvojenim horizontima (Tabela 31). Karakteriše ga visoka zasićenost baznim katjonima sa preko 90% adsorbivnog kompleksa u gornjim horizontima. Reakcija zemljišta opada sa dubinom profila od 7,58 do 5,99 pH jedinica (Tabela 32).

#### Sadržaj PTE u profilu

Sadržaj svih ispitivanih PTE je ispod granične vrednosti i delimično se povećava sa dubinom profila kod Cd, Cu i Ni. Kod ostalih elemenata je uočeno ili osudstvo promena (Cr) ili

smanjenje sa dubinom (Hg i Pb). Takva pojava je najviše izražena kod As gde je njegov sadržaj u Amo horizontu iznad graničnih vrednost (Tabela 33). To je verovatno posledica upotrebe pesticida u voćarskoj proizvodnji. Posebnih ograničenja u biljnoj proizvodnji nema s obzirom na visoku pH vrednost koja utiče na imobilizaciju As kao i odsustvo podzemnih voda.

Tabela 31. Granulometrijski sastav Eutričnog rankera u posmeđivanju

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
10	Amo	0-22	23,4	32,1	28,5	16,0	55,5	44,5	PeI
	AmoC	22-82	13,8	38,5	31,4	16,3	52,3	47,7	PeI
	C	>82	21,7	31,5	28,4	18,4	53,2	46,8	

Tabela 32. Hemijske osobine Eutričnog rankera u posmeđivanju

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
10	Amo	0-22	7,58	7,13	0,16	/	/	/	/	4,07
	AmoC	22-82	7,09	6,11	0,10	0,77	9,37	10,13	92,45	0,91
	C	>82	5,99	4,43						


Tabela 33. Sadržaj PTE u Eutričnom rankeru u posmeđivanju

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
10	Amo	0-22	3,15	29,8	23,0	43,7	0,25	0,61	9,13	41,6	82	312	14,1	36,0	190	0,178	0,260	8,7	18,9	26	156	25,7	70,1	437	59,3	140	720
	AmoC	22-82	3,91	11,1	21,9	41,5	0,00	0,54	8,15	46,0	83	314	11,9	25,3	134	0,058	0,255	8,5	15,4	26,3	157,8	28,5	67,2	419	55,8	100	516
	C	>82	3,29	12,8	22,8	43,3	0,33	0,56	8,47	41,2	87	330	15,5	26,8	141	0,095	0,263	8,8	23,6	28,4	170,4	22,3	69,6	434	70,9	107	550

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.11 - Colluvial soil (Pogrebeni koluvijum) lok. Nova Varoš (X=20,14688; Y=43,62046; n.v. 527m)

Profil br. 11 je pozicioniran u podnožju nagiba i severne je ekspozicije. Način korišćenja je šuma jele. Uočeno je masovno prodiranje korena do dubine od 70 cm. Stenovitost je umerena, a površinska erozija umereno jaka. Uočeni su znaci jake jaružaste i brazdaste erozije.

	<p>Hor. Aum (0-25 cm) U suvom stanju je tamno smeđe boje (10 yr 3/2), teksturnog sastava ilovača, zrnaste strukture. Jasno prelazi u</p>
	<p>Hor C1 (25-103 cm) Svetlije smeđe boje (10 yr 4/4). Teksturni sastav je peskovita ilovača. Struktura je grudvasta, sa srednjim sadržajem skeleta. Prelazi u</p>
	<p>Hor. Ab (&gt;103cm) Tamno smeđe boje (10 yr 3/4), tekture peskovita glinovita ilovača, sa srednjim udelom skeleta.</p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Pogrebeni koluvijum je različitog mehaničkog sastava u zavisnosti od horizonta, ali u svim izdvojenim horizontima dominira frakcija peska sa oko 50% (Tabela 34). Karakteriše ga niska zasićenost baznim katjonima sa 43% u Aum horizontu koja se sa dubinom povećava na 66%. U skladu sa tim povećava se i pH od 4,94-5,36 u donjem C2 horizontu. Sadržaj organske materije ne pokazuje pravilnost promene po dubini profila. U gornjem horizontu Aum iznosi 4,92 i naglo opada u C1 horizontu na 1,17%, dok je u C2 horizontu utvrđen nagli prelaz na 3,14, što svedoči o premeštanju i nanošenju materijala na lokaciji profila što je karakteristično za koluvijume sa fosilnim zemljištem (Tabela 35).

### Sadržaj PTE u profilu

Povećanje sadržaja As, Pb i Zn u površinskom horizontu ukazuje na njihovo nakupljanje pod uticajem antropogenog faktora, ali to nakupljanje je neznatno i nije uticalo na prekoračenje granične vrednosti. Međutim, na većim dubinama prekoračenje sadržaja Cd i Cu govori o njihovom zajedničkom geološkom poreklu. Utvrđeno je i prekoračenje sadržaja Ni u sve tri dubine ali sa jasno izraženom tendencijom povećanja sadržaja sa dubinom (Tabela 36). Uzimajući u obzir vrednosti MDK, ne postoji rizik za gajenje biljnih kultura.

Tabela 34. Granulometrijski sastav Pogrebenog koluvijuma na rožnjacima

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
11	Aum	0-25	29,5	20,3	29,0	21,2	49,8	50,2	I
	C1	25-103	36,1	19,3	26,3	18,3	55,4	44,6	PeI
	Ab	>103	30,9	23,5	25,4	20,2	54,4	45,6	PeGI

Tabela 35. Hemijske osobine Pogrebenog koluvijuma na rožnjacima

Br. pr.	Hor.	Dubina cm	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
					%	T-S	S	T	%	%
11	Aum	0-25	4,94	4,07	0,00	23,21	17,36	40,57	42,80	4,92
	C1	25-103	5,09	4,06	0,00	11,60	15,39	27,00	57,02	1,17
	Ab	>103	5,36	4,09	0,00	7,96	15,33	23,29	65,84	3,14

Tabela 36. Sadržaj PTE u Pogrebenom koluvijumu na rožnjacima


Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
11	Aum	0-25	3,04	11,7	25,4	48,3	0,55	0,66	9,96	45,8	92	351	29,9	30,7	162	0,132	0,279	9,3	40,3	31,2	187,2	41,4	76,1	475	72,2	121	622
	C1	25-103	3,45	8,1	22,8	43,2	0,66	0,56	8,45	44,5	87	329	38,7	26,7	141	0,07	0,262	8,7	39,5	28,3	169,8	23,1	69,5	433	68,2	107	549
	Ab	>103	3,77	7,8	24,3	46,2	0,65	0,62	9,29	47,1	90	344	44,0	29,0	153	0,06	0,272	9,1	42,0	30,2	181,2	18,8	73,3	457	61,0	115	593

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost



PROFIL br.12 - Gleysol (Euglej bezkarbonatni) lok. Prijepolje (X=19,49881; Y=43,42309; n.v. 1245 m)

Profil br. 12 se nalazi na grebenu. Način korišćenja je livada, a masovno prodiranje korena utvrđeno je do 20 cm dubine. Stenovitost površine nije uočena. Erozijska je umereno jaka bez uočljivih tragova brazdaste erozije.

	<p>Hor. Aum (0-33cm) Aum horizont tamno smeđe boje (10 YR 3/4), peskovito ilovaste teksture. Struktura je zrnasta. Bez reakcije na karbonat. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. Gso (33-67) Boje sivkasto smeđe (10 yr 5/4), ilovaste teksture i prizmatične strukture. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. CGr (&gt;67 cm) Horizont sivkasto smeđe boje (10 YR 5/4) Teksturni sastav je peskovito ilovast. Skeletnost jaka, raspadnuti geološki supstrat. Pojava stagnirajućih podzemnih voda na dubini od 87 cm.</p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Mehanički sastav distričnog eugleja je lagan i karakteriše ga visok sadržaj peska (>40%). Najveći sadržaj gline utvrđen je u Gso horizontu (26,4%), dok je ukupan sadržaj gline i praha najniži u CGr horizontu (36,6%), a u ostalim horizontima premašuje 40% (Tabela 37). Vrednost reakcije zemljišta se kreće u opsegu od 4,94-5,36 pH jedinica. Sadržaj humusa u gornjem horizontu je na nivou dobre obezbeđenosti (3,77 %) i naglo opada sa dubinom (Tabela 38).

#### Sadržaj PTE u profilu

Povećanje sadržaja svih ispitivanih PTE po dubini profila ukazuje na njihovo geološko poreklo, osim Hg i Pb, čiji se sadržaj u dubljim slojevima zemljišta smanjuje (Tabela 39).

Međutim, njihov sadržaj nije iznad graničnih vrednosti što govori o slabom antropogenom uticaju. Povišen sadržaj, iznad graničnih vrednosti utvrđen kod Cd i Ni nije ograničavajući za gajenje biljnih kultura s obzirom na vrednosti koje su ispod MDK. U ovom slučaju, njihovo povećanje je geološki povezano sa Cr čiji je sadržaj iznad graničnih vrednosti. Utvrđeno prekoračenje nije u velikoj meri ograničavajući faktor za gajenje biljka s obzirom da se radi o elementima geološkog porekla. Gajenje povrtarskih kultura moglo bi biti ograničeno uz odgovarajuću kontrolu, s obzirom da je zemljište ispitivanog profila lakšeg teksturnog sastava i niske pH vrednosti.

Tabela 37. Granulometrijski sastav Eugleja bezkarbonatnog

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
12	Aum	0-33	29,5	26,4	25,6	18,5	55,9	44,1	I
	Gso	33-67	18,9	23,9	30,8	26,4	42,8	57,2	I
	CGr	>67	34,3	29,1	24,1	12,5	63,4	36,6	PeI

Tabela 38. Hemijske osobine Eugleja bezkarbonatnog

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH	pH	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg-1			V	Humus
		cm	(H <sub>2</sub> O)	(KCl)	%	T-S	S	T	%	%
12	Aum	0-33	4,94	4,07	0,00	20,55	17,73	38,28	46,31	3,77
	Gso	33-67	5,09	4,06	0,00	17,24	18,12	35,36	51,25	1,40
	CGr	>67	5,36	4,09	0,00	9,95	28,56	38,51	74,17	0,84


Tabela 39. Sadržaj PTE u Eugleju bezkarbonatnom

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
12	Ap	0-25	3,88	4,6	23,9	45,3	0,90	0,62	9,30	140,4	87	331	21,1	28,4	150	0,013	0,268	8,9	38,0	28,5	171	19,4	72,3	451	59,8	111	572
	Gso	33-67	4,18	3,9	26,1	49,5	0,96	0,63	9,39	160,0	103	391	23,6	31,7	167	0,027	0,290	9,7	39,6	36,4	218,4	22,6	77,8	485	61,0	131	675
	CGr	>67	4,15	4,6	20,3	38,6	1,26	0,51	7,72	236,5	75	285	22,8	23,0	121	< DL	0,242	8,1	44,6	22,5	135	12,5	63,3	395	58,3	89	456

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.13 - Fluvisol (Aluvijum) lok. Prijepolje (X=19,65727; Y= 43,34135; n.v.468 m)

Pozicija profila br. 13 je na donjem delu rečne terase, na ravnom terenu. Stenovitost površine je slaba. Uočeni su pojedinačni komadi šljunka na površini.

	<p>Hor. Ap (0-25 cm) Boja rudo smeđa (5 yr 4/4), tekstura peskovita ilovača, struktura zrnasta dobro izražena. Reakcija na karbonat malo izražena Ca+. Jasan prelaz u</p>
	<p>Hor. C (&gt;25 cm) Boja rudo smeđa (10 yr 4/3), tekstura peskovita ilovača, bez strukture, velika količina šljunka. Reakcija na karbonat malo izražena Ca+</p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Po teksturnom sastavu profil br. 13 spada u laka zemljišta sa sadržajem peska u Ap horizontu od preko 50% (Tabela 40). Reakcija zemljišta je slabo kisela sa vrednošću od 6,03 pH jedinice. Zasićenost bazama je visoka i iznosi preko 70%. Udeo organske materije u gornjem horizontu je na srednjem nivou obezbeđenosti (2,11%) dok je u C horizontu utvrđeno povećanje na 3,12%, najverovatnije usled lakog granulometrijskog sastava i đubrenja stajnjakom (Tabela 41).

#### Sadržaj PTE u profilu

Antropogeni uticaj na zemljištu profila br. 13 je evidentan na osnovu višeg sadržaja As, Cd, Cu, Hg, Pb i Zn u Ap horizontu (Tabela 42). Međutim jedino je kod Cd i Hg utvrđeno prekoračenje zakonske regulative u odnosu na granične vrednosti. Ipak treba naglasiti da se njihova prekoračenja ne odnose na vrednosti MDK, tako da za proizvodnju kultura nema ograničenja. Sa druge strane, prekoračenja vrednosti iznad granične i MDK, utvrđena kod elemenata geološkog porekla kao što su Cr a naročito Ni, ukazuju na potrebu kontrole gajenih povrtnarskih kultura. Iako je u ispitivanom zemljištu utvrđen sadržaj Ni dvostruko veći od

vrednosti MDK, treba uzeti u obzir da je vrednost pH zemljišta nepovoljna za njegovu mobilizaciju, koja je takođe uslovljena i njegovim poreklom.

Tabela 40. Granulometrijski sastav Aluvijuma

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Br. pr.
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
13	Ap	0-25	24,0	28,4	28,0	19,6	52,4	47,6	PeI
	C	>25	37,7	25,3	19,3	17,7	63,0	37,0	PeI

Tabela 41. Hemijske osobine Aluvijuma

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
13	Ap	0-25	6,03	5,55	0,00	4,31	12,81	17,12	74,82	2,11
	C	>25	6,22	5,55	0,00	1,38	13,20	14,58	90,55	3,12


Tabela 42. Sadržaj PTE u Aluvijumu

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
13	Ap	0-25	3,32	15,5	23,7	44,9	<b>0,93</b>	0,59	8,89	<b>108,3</b>	89	339	27,4	28,0	148	<b>0,365</b>	0,268	8,9	<b>114,9</b>	29,6	177,6	31,5	71,7	447	79,8	112	576
	C	>25	2,31	13,9	23,3	44,2	<b>0,89</b>	0,60	9,01	<b>263,9</b>	85	325	22,7	27,5	145	0,208	0,264	8,8	<b>176,5</b>	27,7	166,2	23,0	70,8	442	64,2	108	554

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.14 - Leptosol calcaric (Redzina na laporcu) lok. Sjenica (X=19,92679; Y=43,21810; n.v.1241 m )

Pozicija profila br. 14 je na visoravni, na sredini nagiba. Ekspozicija je jugozapad. Stenovitost površine je slaba. Uočeni su pojedinačni komadi šljunka na površini. Način korišćenja je livada. Dubina masovnog prodiranja korena je do 13 cm, a pojedinačnog i do 19 cm. Stenovitost površine je umerena. Površinska erozija je umereno jaka, sa izraženim oblicima brazdaste i jaružaste erozije.

	<p>Hor. Amo (0-16 cm) Boja tamno smeđa (7.5 yr 3/2), tekstura glinovita, struktura zrnasta dobro izražena. Reakcija na karbonat izražena CaCO<sup>+++</sup>. Postepeni prelaz u</p>
	<p>Hor. AmoC (16-27 cm) Boja rudo smeđa (7.5 yr 4/2), tekstura glinovita ilovača, struktura zrnasta. Dosta skeletna. Reakcija na karbonat jako izražena Ca<sup>+++</sup>. Postepeno prelazi</p>
	<p>Hor. C Krečnjak prelazi u stenu</p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Po teksturnom sastavu profil br. 14 spada u umereno teška zemljišta sa sadržajem gline u gornjem horizontu preko 40% (Tabela 43). Reakcija zemljišta je neutralna sa vrednošću od oko 7,0 pH jedinica. Zasićenost bazama je visoka. Udeo organske materije u gornjem horizontu je na visokom nivou obezbeđenosti (7,25 %), Tabela 44.

#### Sadržaj PTE u profilu

Profil br. 14 karakteriše veći sadržaj svih PTE u gornjem horizontu. Međutim, u tom nagomilavanju istraživanih elemenata nije presuđujući antropogeni uticaj već sama geneza tih

zemljišta, odnosno velika koncentracija gline i organske materije. Jasno se izdvaja prekoračenje Cd u Amo horizontu ali njegove koncentracije su znatno ispod MDK. Sadržaj Cr ne prelazi granične vrednosti, ali znatno prelazi MDK (Tabela 45). Ipak, visok sadržaj gline kao i reakcija zemljišta onemogućavaju njegovu dostupnost. U ovom zemljištu utvrđeni sadržaj Ni prevazilazi kako granične vrednosti, tako i MDK što donekle ograničava poljoprivrednu proizvodnju. S obzirom na pH, teksturu zemljišta kao i poreklo, mobilnost Ni je znatno smanjena.



Tabela 43. Granulometrijski sastav Redzine na laporcu

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
14	Amo	0-16	3,5	19,0	29,3	48,2	22,5	77,5	GI
	AmoC	16-27	16,5	15,5	33,8	34,2	32,0	68,0	Gi

Tabela 44. Hemijske osobine Redzine na laporcu

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
14	Amo	0-16	7,62	6,96	21,57	/	/	/	/	7,25
	AmoC	16-27	8,12	7,21	63,60	/	/	/	/	1,48


Tabela 45. Sadržaj PTE u Rendzini na laporcu

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
14	Amo	0-16	2,80	6,0	37,2	70,5	<b>0,96</b>	0,91	13,60	143	146	556	27,9	48,3	255	0,05	0,374	12,5	<b>174</b>	58,2	349	20,3	105,5	658	71,0	205	1057
	AmoC	16-27	1,68	3,2	29,3	55,5	0,12	0,68	10,25	105	118	450	16,1	36,4	192	0,052	0,317	10,6	<b>113</b>	44,2	265	8,2	85,7	534	35,2	155	796

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.15 - Gleysol (Euglej bezkarbonatni) lok. Sjenica (X=20,04132; Y=43,2324;9 n. v. 1095 m)

Profil br. 15 se nalazi na grebenu ravnog nagiba. Način korišćenja je livada. Masovno prodiranje korena je do 29 cm. Stenovitost površine nije uočena, dok je erozija umereno jaka bez uočljivih tragova brazdaste erozije. U podnožju grebena je uočena močvarna vegetacija.

	<p>Hor. Aa (0-19cm) Aum horizont tamno smeđe boje (10 YR 3/3), peskovito ilovaste teksture. Struktura je zrnasta. Bez reakcije na karbonat. Skeletnost je srednja. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. Gso(19-40 cm) Boje svetlo smeđe (10 yr 5/4), ilovaste teksture, prizmatične strukture. Jako izražena skeletnost. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. CGr (&gt;40 cm) Horizont sivkasto smeđe boje (10 YR 5/6). Teksturni sastav je glinovit. Javljaју se zelene fleke i mazotine. Skeletnost je jaka, raspadnuti geološki supstrat. Pojava stagnirajućih podzemnih voda na 50 cm.</p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Mehanički sastav distričnog eugleja je lagan i karakteriše ga visok sadržaj peska (>40%), izuzev u CGr horizontu gde je najzastupljenija glina sa oko 40% (Tabela 46). Vrednost reakcije zemljišta je prilično ujednačena u gornjem delu profila i u opsegu pH od 5,23-5,38. U Gso horizontu je nešto povećana (5,6 pH jedinica). Sadržaj humusa u gornjem horizontu je na nivou visoke obezbeđenosti (5,61 %) i opada sa dubinom (Tabela 47).

#### Sadržaj PTE u profilu

U profilu br.15 utvrđeno je nakupljanje pojedinih PTE. U drugoj dubini nakupljanje As i Cd uslovljeno je njihovom rastvorljivošću, dok je nakupljanje Cr uslovljeno promenom oksido-

redukcionih osobina. Sadržaj ova tri elementa kao i Ni u drugoj dubini prelazi graničnu vrednost (Tabela 48). Međutim ograničenja za gajenje biljnih kultura su prvenstveno vezana za fizičke osobine zemljišta (prevlaživanje). Takođe PTE u Aa horizontu nisu iznad graničnih vrednosti što znatno smanjuje njihovu dostupnost biljkama.

Tabela 46. Granulometrijski sastav Eugleja bezkarbonatnog

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
15	Aa	0-19	11,7	29,1	32,1	27,1	40,8	59,2	I
	Gso	19-40	37,4	11,5	34,1	17,0	48,9	51,1	I
	CGr	>40	15,4	22,2	21,2	41,2	37,6	62,4	G

Tabela 47. Hemijske osobine Eugleja bezkarbonatnog

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
15	Aa	0-19	5,23	4,61	0,00	14,92	13,20	28,12	46,94	5,61
	Gso	19-40	5,60	4,69	0,00	10,61	11,62	22,23	52,28	2,84
	CGr	>40	5,38	4,05	0,00	12,27	13,20	25,47	51,83	1,46

Tabela 48. Sadržaj PTE u Eugleju bezkarbonatnom

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
15	Aa	0-19	2,69	10,6	28,1	53,3	0,29	0,72	10,81	49,9	104	396	9,7	34,6	183	0,118	0,300	10,0	28,7	37,1	222,6	39,5	82,7	516	37,6	140	718
	Gso	19-40	2,24	27,2	22,9	43,5	1,81	0,59	8,85	276,4	84	319	10,3	26,9	142	0,128	0,261	8,7	45,2	27	162	64,5	69,8	435	26,2	105	541
	CGr	>40	5,14	13,8	32,1	60,8	1,14	0,73	10,99	77,7	132	503	12,6	40,6	214	0,105	0,340	11,3	49,9	51,2	307,2	42,4	92,7	578	46,3	176	904

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.16 - Gleysol (Euglej bezkarbonatni) lok. Ribariće (X=20,28675; Y=42,97902; n.v. 1027 m)

Profil br. 16 se nalazi na grebenu ravnog nagiba. Način korišćenja je livada, sa masovnim prodiranjem korena do 22 cm, uz pojedinačno prodiranje korena do 35 cm. Stenovitost površine nije uočena. Erozijska je slaba bez uočljivih tragova brazdaste erozije.

	<p>Hor. Aa (0-33cm) Aa horizont tamno smeđe boje (10 YR 3/4), peskovito glinovito ilovaste teksture. Struktura zrnasta. Bez reakcije na karbonat. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. Gso(33-45) Boje sivkasto smeđe boje (10 yr 5/4), ilovaste teksture, bezstrukturno. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. CGr (&gt;45 cm) Horizont sivkasto smeđe boje (10 YR 5/4). Teksturni sastav je glinovito ilovast. Skeletnost jaka, raspadnuti geološki supstrat. Pojava stagnirajućih podzemnih voda na dubini od 49 cm.</p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Euglej bezkarbonatni je umerenog mehaničkog sastava pri čemu se sadržaj gline povećava sa dubinom od 27- 41%, što i karakteriše takva zemljišta (Tabela 49). Rekcija je kisela po čitavoj dubini i kreće se od od 5 do 5,2 pH jedinica. Karakteriše ga vrlo visok sadržaj organske materije u gornjem horizontu od 5,01 % humusa, koji sa dubinom opada (Tabela 50).

#### Sadržaj PTE u profilu

Karakteristično za profil br. 16 je nizak sadržaj PTE u svim ispitivanim horizontim (Tabela 51). Utvrđeni sadržaj svih proučavanih elemenata u profilu, sa izuzetkom žive, u najdubljem horizontu je viši u odnosu na gornje horizonte, što svedoči o odustvu antropogenog uticaja. Ograničenja za biljnu proizvodnju uslovljena su samo fizičkim osobinama ovog zemljišta.

Tabela 49. Granulometrijski sastav Eugleja bezkarbonatnog

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
16	Aa	0-33	26,2	29,1	32,1	27,1	40,8	59,2	PeI
	Gso	33-45	37,4	11,5	34,1	17,0	48,9	51,1	I
	CGr	>45	15,4	22,2	21,2	41,2	37,6	62,4	GI

Tabela 50. Hemijske osobine Eugleja bezkarbonatnog

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
16	Aa	0-33	5,24	4,36	0,00	14,92	10,64	25,55	41,63	5,01
	Gso	33-45	5,08	4,07	0,00	15,91	4,14	20,05	20,63	2,29
	CGr	>45	5,27	3,90	0,00	18,56	6,90	25,46	27,08	1,29


Tabela 51. Sadržaj PTE u Eugleju bezkarbonatnom

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
16	Aa	0-33	2,43	8,0	25,0	47,4	0,12	0,66	9,86	40,7	90	342	26,0	30,0	158	0,108	0,275	9,2	29,3	30	180	31,5	75,0	468	60,6	118	604
	Gso	33-45	2,36	7,8	24,0	45,6	0,00	0,60	9,02	39,2	91	344	22,8	28,6	151	0,113	0,271	9,0	29,5	30,3	181,8	21,0	72,6	453	56,1	114	588
	CGr	>45	3,25	9,5	26,8	50,8	0,27	0,64	9,55	53,8	106	404	29,1	32,7	173	0,082	0,296	9,9	33,8	38,2	229,2	22,3	79,5	496	50,9	137	702

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br. 17 - Vertisol (Smonica na laporovitim krečnjacima) lok. Novi Pazar (X=20,46927; Y=43,15973; n. v. 724 m)

Profil br. 17 se nalazi na planiskoj padini ravnog nagiba. Način korišćenja je livada, a drvenastu vegetaciju čini kleka. Uočeno je masovno prodiranje korena do 28 cm, a pojedinačno do 43 cm. Stenovitost površine nije uočena. Erozijska je umereno jaka, bez uočljivih tragova brazdaste erozije.

	<p>Hor. Amo (0-32cm) Amo horizont je tamno smeđe boje (10 YR 3/2), glinovite teksture. Struktura je zrnasta. Bez reakcije na karbonat. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. AmoC (32-72) Boje svetlo smeđe (10 yr 4/2), glinovite teksture, prizmatične strukture. Bez skeleta. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. C (&gt;72 cm) Sivkasto smeđe boje (10 yr 5/2), glinovite teksture. Skeletnost izražena. Naleže na laporoviti krečnjak. Potvrđeno prisustvo Ca CO<sub>3</sub><sup>++</sup></p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Vertisol je teškog mehaničkog sastava sa dominantnim udelom gline >40% u celom profilu (Tabela 52). Rekcija je slabo kisela po čitavoj dubini, iznad 6,5 pH jedinica, dok je u C horizontu alkalna (pH=8,0 pod uticajem podloge). Ovaj tip zemljišta karakteriše vrlo visok stepen zasićenosti bazama >90%. Karakteriše ga vrlo visok sadržaj organske materije u gornjem horizontu od 6,6% humusa, koji sa dubinom naglo opada (Tabela 53).

### Sadržaj PTE u profilu

Sadržaj PTE u profilu br.17 je vrlo nizak tako da nije došlo do prekoračenja graničnih vrednosti nijednog od istraživanih elemenata (Tabela 54). S obzirom na utvrđeni sadržaj PTE ne postoje nikakva ograničenja za gajenje biljnih kultura.



Tabela 52. Granulometrijski sastav Vertisola

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
17	Amo	0-32	7,4	29,0	18,3	45,3	36,4	63,6	G
	AmoC	32-72	6,0	25,3	14,3	54,4	31,3	68,7	G
	C	>72	8,7	32,3	16,3	42,7	41,0	59,0	G

Tabela 53. Hemijske osobine Vertisola

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
17	Amo	0-32	6,58	5,76	0,05	2,75	35,46	38,21	92,79	6,66
	AmoC	32-72	6,80	5,25	0,01	2,14	35,85	38,00	94,36	3,94
	C	>72	8,02	7,23	5,18	/	/	/	/	0,65


Tabela 54. Sadržaj PTE u Vertisolu

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
17	Amo	0-32	3,52	13,3	35,8	67,9	0,57	0,87	13,10	54,1	141	534	11,7	46,2	244	0,057	0,363	12,1	25,8	55,3	332	41,9	102,0	636	58,0	196	1007
	AmoC	32-72	4,18	14,6	38,3	72,7	0,82	0,88	13,20	41,3	159	603	13,2	50,0	264	0,063	0,389	13,0	32,1	64,4	386	35,2	108,3	676	73,5	219	1127
	C	>72	3,26	12,9	32,3	61,3	0,92	0,73	10,89	33,4	135	515	14,5	41,0	216	0,04	0,344	11,5	28,4	52,7	316	26,8	93,3	582	69,5	179	921

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.18 - Colluvial soil (Kolvijum na serpetinitu) lok. Čemerno (X=20,55449; Y=43,56221; n. v. 656 m)

Profil br. 18 se nalazi na sredini ugnutog nagiba. Način korišćenja je voćnjak (šljiva), sa masovnim prodiranjem korena do 16 cm, a pojedinačno do 70 cm. Stenovitost površine je umerena, erozija umereno jaka, bez uočljivih tragova brazdaste erozije.

	<p>Hor. Amo (0-26cm) Amo horizont je tamno smeđe boje (10 YR 3/2), peskovito ilovaste teksture. Struktura je zrnasta. Srednje skeletno, bez reakcije na karbonat. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. C1 (26-57 cm) Boje rudo smeđe (2.5 yr 4/2), peskovito glinovite ilovaste teksture, zrnaste strukture. Bez skeleta. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. C2 (57-70cm) Tamno smeđe boje (10 yr /72), peskovito glinovite ilovaste teksture. Skeletnost jaka, izlomljeno naleže na stene serpetinita</p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Kolvijum je lakog mehaničkog sastava. Preovladava frakcija peska sa preko 56% u celom profilu (Tabela 55). Reakcija je kisela po čitavoj dubini, preko 6,5 pH jedinica. Ovaj tip zemljišta karakteriše vrlo visok stepen zasićenosti bazama >80%, što je uslovljeno prisustvom serpetinita. Sadržaj organske materije je na nivou visoke obezbeđenosti sa sadržajem od 6,47% (Tabela 56).

## Sadržaj PTE

Sadržaj PTE u profilu br. 18 karakterističan je za zemljišta koja se obrazuju na serpentinitu. Prisutan je nešto povišen sadržaj arsena koji je pratilac rudnih nalazišta, ali bez prekoračenja graničnih vrednosti (Tabela 57). Međutim povećanje Cd, koji se takođe može naći u većim količinama na serpentinitima, je iznad granične vrednosti ali niži od MDK, zbog čega ne predstavlja ograničavajući faktor za biljnu proizvodnju. Limitiranost ovih zemljišta prvenstveno je povezan sa veoma visokim sadržajem Cr i Ni koje daleko prevazilaze remedijacione vrednosti. Na zemljištu ovog profila, gajenje povrtarskih kultura ne bi trebalo da bude dozvoljeno. Ovo ograničenje bi trebalo da se primenjuje naročito za povrtarske kulture koje imaju afinitet za usvajanje teških metala (npr. kupus). Kod ostalih gajenih biljaka potrebno je kontrolisati sadržaje Cr i Ni u jestivim delovima biljaka.

Tabela 55. Granulometrijski sastav Kolvijuma

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
18	Amo	0-26	37,7	23,4	20,2	18,7	61,1	38,9	PeI
	C1	26-57	30,5	26,4	23,0	20,1	56,9	43,1	GI
	C2	57-70	30,1	26,4	23,3	20,2	56,5	43,5	GI

Tabela 56. Hemijske osobine Kolvijuma

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
18	Amo	0-26	6,66	5,85	0,05	2,30	16,35	18,64	87,69	6,47
	C1	26-57	6,93	5,99	0,01	1,84	10,24	12,08	84,80	3,79
	C2	57-70	6,65	6,25	5,18	1,68	13,40	15,08	88,84	3,89


Tabela 57. Sadržaj PTE u Kolvijumu

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
18	Amo	0-26	1,81	19,5	25,1	47,5	2,42	0,68	10,19	1164	87	332	26,3	30,1	159	0,06	0,273	9,1	1550,1	28,7	172,2	44,4	75,2	469	81,4	116	596
	C1	26-57	2,03	19,9	24,6	46,6	2,43	0,63	9,48	1135	90	343	22,1	29,3	155	0,053	0,273	9,1	1572,6	30,1	180,6	33,0	73,9	461	94,0	116	596
	C2	57-70	1,94	19,0	24,6	46,7	2,33	0,64	9,53	1158	90	344	20,4	29,5	155	0,053	0,273	9,1	1596,5	30,2	181,2	30,1	74,1	462	74,4	116	599

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.19 - Fluvisol (Aluvijum na rečnim sedimentima) lok. Kraljevo (X=20,64558; Y=43,76757; n. v. 169 m)

Profil br. 19 se nalazi na rečnoj terasi, na ravnom terenu, bez ekspozicije. Način korišćenja je njiva, a gajena kultura je pšenica. Utvrđeno je masovno prodiranje korena do 30 cm, a pojedinačno do 80 cm. Stenovitost površine je umerena (šljunak). Nisu zapaženi tragovi erozije.

	<p>Hor. Ap (0-30cm) Ap horizont je svetlo smeđe boje (10 YR 4/2). Tekstura je glinovita ilovača. Struktura je zrnasta. Skeletnost srednja. Bez reakcije na karbonat. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. C1 (30-52 cm) Rudo smeđe boje (10 yr 4/3), glinovito ilovaste teksture, grudvaste strukture. Srednje skeletno. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. Ab (57-107cm) Fosilni horizont, rudo smeđe boje (10 yr /4/3), glinovito ilovaste teksture, grudvaste strukture. Skeltnost srednja. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. C2(107-136cm) Rudo smeđe boje (10 yr 4/2), glinovito ilovaste teksture, grudvaste strukture. Skeltnost srednja. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. C3 (136-158 cm) Svetlo smeđe boje (10 YR 4/2). Tekstura je glinovita ilovača. Struktura grudvasta. Srednje skeletno. Bez reakcije na karbonat. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. C4 (&gt;158 cm) Svetlo smeđe boje (10 yr 4/4), tekstura glinovita ilovača. Struktura grudvasta. Srednje skeletno. Bez reakcije na karbonat.</p>

### Fizičko-hemijske osobine

Aluvijum je srednjeg mehaničkog sastava sa sadržajem peska oko 30% u svim horizontima osim u Ap horizontu gde iznosi 42,7% (Tabela 58). Rekcija je iznad 7 pH jedinica u vodi u celom profilu osim u C2 gde opada na vrednost pH= 6,90. Ovaj tip zemljišta karakteriše vrlo visok stepen zasićenosti bazama >90%. Sadržaj organske materije je na nivou srednje obezbeđenosti sa sadržajem od 2,5% u Ap horizontu. U horizontu Ab je izmerena najviša vrednost od 3,07% (Tabela 59).

### Sadržaj PTE u profilu

Analiza je pokazala da sadržaj PTE u profilu br. 19 odgovara karakteristikama aluvijalnih zemljišta nastalih pod uticajem serpetinita u planinskim predelima u gornjem toku reke. Povišeni sadržaj Cd koji premašuje graničnu vrednost se javlja u C3 horizontu (Tabela 60). Relativno nizak sadržaj u gornjim horizontima i vrednosti koje nisu iznad MDK su razlozi koji ne ukazuju na moguća ograničenja za biljnu proizvodnju. Slično, pojava žive iznad graničnih vrednosti u gornjim horizontima, ali daleko ispod MDK, takođe nije ugrožavajući faktor. Međutim, karakteristika ovih zemljišta su visoki sadržaji Cr a naročito Ni iznad graničnih i MDK vrednosti. Iako su ovi elementi geološkog porekla (u svim dubinama su sličnog sadržaja), povišene pH vrednosti umanjuju njihovu mobilizaciju i njihovu pristupačnost. U svakom slučaju, njihov visok sadržaj zahteva detaljnija ispitivanja u jestivim delovima biljaka naročito povrća. Obzirom da se radi o najnižem delu aluvijalnih terasa, u slučaju poplava, potrebna su dodatna ispitivanja zbog promene oksido-redukcionih uslova koji povećavaju stepen njihove mobilizacije.

Tabela 58. Granulometrijski sastav Aluvijuma

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
19	Ap	0-30	4,7	38,0	29,1	28,2	42,7	57,3	GI
	C1	30-52	2,6	33,6	33,6	30,2	36,2	63,8	GI
	Ab	57-107	3,6	30,4	34,2	31,8	34,0	66,0	GI
	C2	107-136	3,8	33,8	32,6	29,8	37,6	62,4	GI
	C3	136-158	1,1	28,8	37,8	32,3	29,9	70,1	GI
	C4	>158	1,5	34,3	34,8	29,4	35,8	64,2	GI

Tabela 59. Hemijske osobine Aluvijuma

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
19	Ap	0-30	7,10	5,71	0,00	1,68	20,37	22,05	92,37	2,46
	C1	30-52	7,33	5,84	0,00	/	/	/	/	0,97
	Ab	57-107	7,24	6,03	0,00	/	/	/	/	3,07
	C2	107-136	6,90	5,95	0,00	0,92	23,27	24,19	96,20	2,96
	C3	136-158	7,22	6,10	0,00	/	/	/	/	1,44
	C4	>158	7,26	6,07	0,00	/	/	/	/	0,60

Tabela 60. Sadržaj PTE u Aluvijumu


Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
19	Ap	0-30	2,93	25,3	27,3	51,7	0,56	0,66	9,92	<b>132,4</b>	106	404	22,8	33,4	176	<b>0,338</b>	0,298	9,9	<b>144,3</b>	38,2	229,2	39,6	80,7	503	78,9	138	711
	C1	30-52	3,24	27,8	27,5	52,1	0,59	0,64	9,66	<b>134,2</b>	110	420	22,0	33,7	178	<b>0,447</b>	0,302	10,1	<b>143,3</b>	40,2	241,2	40,1	81,2	506	76,2	142	731
	Ab	57-107	3,08	27,6	28,9	54,9	0,51	0,70	10,50	<b>125,3</b>	114	432	19,3	35,9	190	<b>0,466</b>	0,311	10,4	<b>130,5</b>	41,8	250,8	39,5	84,9	529	72,2	150	771
	C2	107-136	3,21	27,3	28,1	53,3	0,48	0,68	10,25	<b>131,2</b>	110	416	19,1	34,7	183	<b>0,322</b>	0,304	10,1	<b>134,1</b>	39,8	238,8	37,0	82,8	516	73,3	144	740
	C3	136-158	4,11	<b>29,2</b>	28,5	54,0	<b>0,76</b>	0,67	10,03	<b>147,3</b>	115	435	24,3	35,2	186	0,277	0,310	10,3	<b>180,7</b>	42,3	253,8	43,5	83,7	522	87,4	149	767
	C4	>158	3,23	22,4	27,0	51,2	0,64	0,63	9,45	<b>135,6</b>	109	413	22,4	33,0	174	0,223	0,299	10,0	<b>176,0</b>	39,4	236,4	31,6	80,0	499	74,1	139	715

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost



PROFIL br.20 - Fluvisol (Aluvijum na rečnim sedimentima) lok. Čačak (X=20,30714; Y=43,89676; n. v. 246 m)

Profil br. 20 se nalazi na rečnoj terasi, na ravnom terenu bez ekspozicije. Način korišćenja je njiva, a gajena kultura je pšenica sa masovnim prodiranjem korena do 30 cm. Stenovitost površine je umerena (šljunak). Nisu zapaženi tragovi erozije.

	<p>Hor. Ap (0-17cm) Ap horizont je smeđe boje (2.5 Y 4/2), peskovito ilovaste teksture. Struktura je zrnasta. Skeletnost slaba. Slaba reakcija na CaCO<sub>3</sub>+. Jasno prelazi u</p>
	<p>Hor. Ab (17-43cm) Fosilni horizont rudo smeđe boje (10 yr 3/2), peskovito ilovaste teksture, struktura je zrnasta, slabo izražena. Slabo skeletno. Slaba reakcija na CaCO<sub>3</sub>+. Jasno prelazi u</p>
	<p>Hor. C1 (43-80cm) Rudo smeđe boje (2.5 y 3/2), peskovito ilovaste teksture, strukture zrnaste, slabo izražene. Skeltnost slaba. Bez prisustva karbonata. Jasno prelazi u</p>
	<p>Hor. C2 (&gt; 80 cm) Podloga peskovita. Tekstura ilovasti pesak.</p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Aluvijum je lakšeg mehaničkog sastava sa dominantnim sadržajem peska >60%. Rekcija je oko 7,5 pH jedinica po celoj dubini profila (Tabela 61). Ovaj tip zemljišta karakteriše vrlo visok stepen zasićenosti bazama >90%. Sadržaj organske materije je u svim horizontima u nivou niske obezbeđenosti (0,21%-1,61%) osim u Ab horizontu gde je utvrđena visoka obezbeđenost (5,06%), Tabela 62.

#### Sadržaj PTE

Većina ispitivanih PTE u profilu br. 20 je u nivou nižem od graničnih vrednosti (Tabela 63). Njihov sadržaj po dubini je prilično neujednačen s obzirom na česte poplave koje se dešavaju u ovoj oblasti. Međutim, sadržaj Ni i Cr je iznad graničnih i MDK vrednosti, što je karakteristično za aluvijum Zapadne Morave. Naime, mnogobrojni geološki izvori ovih

elemenata karakteristični su za planine, izvorišta reka a prisutni su i duž tokova reka. Hrom a naročito Ni mogu biti ograničavajući faktor za poljoprivrednu proizvodnju u ovakvim aluvijumima, posebno neposredno posle poplava, kada dolazi do povećanja njihove mobilnosti usled promene oksido-redukcionih uslova u zemljištu. Gajenje povrtarskih kultura bi moralo biti ograničeno, uz potrebu stalne kontrole kvaliteta gajenog povrća.

Tabela 61. Granulometrijski sastav Aluvijuma

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
20	Ap	0-17	21,5	47,1	17,1	14,3	68,6	31,4	PeI
	Ab	17-43	21,8	46,9	17,0	14,3	68,7	31,3	PeI
	C1	43-80	12,3	54,5	16,5	16,7	66,8	33,2	PeI
	C2	>80	32,1	46,9	12,5	8,5	79,0	21,0	IPe

Tabela 62. Hemijske osobine Aluvijuma

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
20	Ap	0-17	7,50	6,83	0,10	/	/	/	/	1,34
	Ab	17-43	7,51	6,55	0,21	/	/	/	/	5,06
	C1	43-80	7,51	6,21	0,00	/	/	/	/	1,61
	C2	>80	7,72	6,56	0,16	/	/	/	/	0,21


Tabela 63. Sadržaj PTE u Aluvijumu

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
20	Ap	0-17	2,19	16,3	21,3	40,3	0,55	0,54	8,08	127,1	79	299	19,6	24,4	129	0,173	0,249	8,3	149,3	24,3	145,8	22,9	65,6	409	58,9	95	488
	Ab	17-43	2,31	17,2	22,7	43,1	0,59	0,62	9,27	128,7	79	299	20,1	26,6	140	0,104	0,256	8,5	154,1	24,3	145,8	23,9	69,4	432	60,4	100	517
	C1	43-80	2,36	16,9	22,3	42,3	0,50	0,56	8,42	112,7	83	317	17,7	26,0	137	0,105	0,258	8,6	160,7	26,7	160,2	19,7	68,3	426	54,8	103	527
	C2	>80	1,74	16,0	18,5	35,1	0,38	0,47	7,09	106,1	67	255	14,9	20,2	107	0,046	0,228	7,6	138,2	18,5	111	16,0	58,7	366	54,0	76	390

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.21 – Luvisol (Luvisol na peščaru) lok. Gornji Milanovac (X=20,2864; Y=44,02864; n.v.377 m)

Lokacija profila br. 21 je na nagibu, na severo-zapadnoj ekspoziciji. Način korišćenja je šuma. Dreniranost površine je loša. Uočeno je masovno prodiranje korena do 30 cm, a pojedinačno do 127 cm. Stenovitost površine je slaba, bez vidljivih tragova erozije.

	<p>Hor. Ol (0-3 cm) Nerazloženi i polurazloženi organski ostaci</p>
	<p>Hor. Aum (3-27cm) Boja smeđa (10 yr 4/3), tekstura ilovača, struktura mrvičasta. Postepeni prelaz u</p>
	<p>Hor. E (27-54 cm) Boja svetlo siva (10 yr 6/3), tekstura glinovita ilovača, bezstrukturna, bez skeleta. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. Bt (54-127 cm) Boja rudo smeđa (10 yr 4/6), tekstura glinovita ilovača, struktura poliedrična. Pojava crnih mrlja Mn i Fe, leži na raspadnutom supstratu.</p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Po teksturnom sastavu gornjih horizonata, profil br. 21 spada u srednje teška zemljišta sa preovlađujućim sadržajem praha > 40% (Tabela 64). U donjem horizontu dolazi do nakupljanja gline, pri čemu se njen sadržaj povećava na 50%. Kapacitet za adsorpciju katjona karakteristično je najniži u E horizontu i iznosi 23,88 dok se u Bt horizontu povećava na 38,99 meq/100g. Reakcija zemljišta je u opsegu pH od 5,27-5,74, sa opadanjem po dubini profila. Sadržaj humusa u Aum horizontu je u nivou srednje obezbeđenosti (3,82%) i naglo opada sa dubinom (Tabela 65).

## Sadržaj PTE

U profilu br.21, većina ispitivanih PTE je geološkog porekla s obzirom na njihovo povećanje sadržaja po dubini profila. U slučaju Cr i Ni ovako primećena promena sadržaja po dubini profila je najizraženija, tako da je sadržaj Ni u Bt horizontu iznad granične vrednosti (Tabela 66). Međutim, s obzirom na dubinu na kojoj je zabeleženo to povećanje, Ni nije lako dostupan biljkama, što potvrđuje i najmanji sadržaj Ni utvrđen u šumskoj prostirci (stelji). Najkarakterističniji antropogeni uticaj je uočen u sadržaju Pb, što pokazuje njegovo smanjenje od Aum horizonta ka dubljim slojevima profila. Zemljište istraženog profila nema nikakva ograničenja za gajenje biljnih kultura s obzirom na niske sadržaje PTE u gornjim horizontima.

Tabela 64. Granulometrijski sastav Luvisola

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
21	Ol	0-3							
	Aum	3-27	4,1	23,9	46,9	25,1	28,0	72,0	I
	E	27-54	4,6	23,4	43,8	28,2	28,0	72,0	GI
	Bt	54-127	3,0	20,1	26,8	50,1	23,1	76,9	GI

Tabela 65. Hemijske osobine Luvisola

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
21	Ol	0-3	6,33	5,93	0,00	5,51	72,10	77,61	92,90	37,93
	Aum	3-27	5,74	4,54	0,00	15,58	16,97	32,55	52,14	3,82
	E	27-54	5,38	3,96	0,00	9,61	14,26	23,88	59,74	1,15
	Bt	54-127	5,27	3,72	0,00	12,93	26,06	38,99	66,84	1,36


Tabela 66. Sadržaj PTE u Luvisolu

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
21	Ol	0-3	3,2	3,2	29	55	0,31	0,8	12	9,0	100	380	10,4	37,8	199	< DL	0,263	8,8	8,0	35	210	8,2	85	530	65,4	140	720
	Aum	3-27	2,74	22,8	26,6	50,4	0,53	0,67	10,03	56,5	100	381	12,4	32,4	171	0,089	0,290	9,7	32,5	35,1	211	53,6	78,9	492	74,9	131	674
	E	27-54	3,11	15,1	26,7	50,7	0,35	0,63	9,50	60,9	106	404	14,1	32,6	172	0,046	0,296	9,9	32,0	38,2	229	25,8	79,3	495	55,4	136	701
	Bt	54-127	4,86	17,1	35,6	67,5	0,67	0,79	11,91	148,9	150	571	24,6	45,9	242	0,069	0,370	12,3	65,6	60,1	360	32,6	101,5	633	72,6	202	104

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.22 - Leptosol calcareus (Redzina izlužena na laporcu) lok. Arandelovac (X=20,67408; Y= 44,21339; n.v.229 m )

Pozicija profila br. 22 je na sredini nagiba. Ekspozicija je jugozapad. Stenovitost površine je slaba. Način korišćenja je voćnjak (šljiva, jabuka, višnja). Dubina masovnog prodiranja korena je do 20 cm, a pojedinačnog do 37 cm. Stenovitost površine je slaba, bez pojave znakova erozije na površini.

	<p>Hor. Ap (0-33 cm) Boja smeđa (7.5 yr 3/2), tekstura glinovita, struktura zrnasta dobro izražena. Reakcija na karbonat izražena CaCO<sup>+++</sup>. Postepeni prelaz u</p>
	<p>Hor. AmoC (33-68 cm) Boja rudo smeđa (7.5 yr 4/2), tekstura glinovita ilovača, struktura zrnasta. Dosta skeletna. Reakcija na karbonat jako izražena Ca<sup>+++</sup>. Postepeno prelazi</p>
	<p>Hor. C Krečnjak prelazi u stenu</p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Po teksturnom sastavu profil br. 22 spada u umereno teška zemljišta sa sadržajem gline u gornjem horizontu preko 50% (Tabela 67). Reakcija zemljišta je neutralna sa vrednošću od oko pH 7,0. Zasićenost bazama je visoka. Udeo organske materije u gornjem horizontu je na nivou srednje obezbeđenosti (2,20 %), Tabela 68.

#### Sadržaj PTE u profilu

Sadržaj PTE u profilu br. 22 je uglavnom pod uticajem geološkog supstrata i minimalnim antropogenim uticajem. To je rezultiralo time da svi istraživani elementi u zemljištu u celoj dubini profila ne prelaze MDK (Tabela 69). Jedini element koji sadržajem po čitavoj dubini

profila prelazi graničnu i MDK vrednost je Ni. Međutim, pH zemljišta kao i teksturni sastav limitiraju njegovu pristupačnost. Na zemljištu ovog profila nema ograničenja u gajenju biljnih kultura u smislu sadržaja PTE.



Tabela 67. Granulometrijski sastav Redzine izlužene

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
22	Ap	0-33	1,0	21,0	27,8	50,2	22,0	78,0	G
	AmoC	33-68	0,9	18,7	29,7	50,7	19,6	80,4	Gi
	C	>68	5,7	19,9	27,5	46,9	25,6	74,4	

Tabela 68. Hemijske osobine Redzine izlužene

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
22	Ap	0-33	7,07	6,36	0,41	0,76	42,50	43,27	98,23	2,20
	AmoC	33-68	7,54	6,51	0,41	/	/	/	/	0,80
	C	>68	7,99	7,16	9,93	/	/	/	/	1,28


Tabela 69. Sadržaj PTE u Rendzini izluženoj

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
22	Ap	0-33	4,53	19,7	36,0	68,2	0,64	0,81	12,19	91,9	150	572	26,9	46,4	245	0,061	0,372	12,4	71,7	60,2	361	35,5	102,4	639	75,0	204	1049
	AmoC	33-68	4,74	19,8	35,6	67,5	0,61	0,79	11,80	92,6	151	575	25,1	45,9	242	0,046	0,371	12,4	76,9	60,7	364	32,0	101,5	633	82,8	203	1046
	C	>68	4,42	18,2	34,3	65,0	0,55	0,77	11,54	92,4	144	546	23,0	43,9	232	0,069	0,359	12,0	80,3	56,9	341	28,7	98,2	612	68,5	193	991

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.23 - Fluvisol humic (Humoglej) lok. Lapovo (X=21,08155; Y=44,16178; n.v.156 m)

Profil br. 23 se nalazi na ravnom terenu bez nagiba. Forma terena je močvarna, a način korišćenja je kultura pšenice. U blizini je voćnjak (šljiva). Masovno prodiranje korena je do 40 cm, a pojedinačno do 90 cm. Stenovitost površine nije uočena, bez uočenih znakova erozije.

	<p>Hor. Ap (0-40cm) Ap obradivi horizont svetlo braon boje sa nijansom sive (10 YR 4/4) i glinovito ilovaste teksture. Struktura nije izražena. Bez reakcije na karbonat. Pojavljuju se zelene mazotine Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor.Gso (40-153 cm) Gso horizont je sivkasto svetlo braon boje (7.5 YR 4/4), teksturni sastav glinovit a struktura prizmatična. Po dubini horizonta zapažaju se znaci sekundarnog oglejavanja. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor. Gr (&gt;153) Tamno sive boje (2,5 YR 3/0), glinovitog teksturnog sastava, prizmatične strukture. Uočeni znakovi redukcionih procesa, tamne mrlje Mn.</p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Mehanički sastav humogleja je umereno težak, sa sadržajem gline u Ap horizontu od 35%, dok se u Gso horizontu sadržaj gline povećava na 40% (Tabela 70). Zemljište ovog profila spada u eutrična zemljišta s obzirom na pH vrednost koja se sa dubinom povećava (6,23-6,48) kao i zasićenosti baznim katjonima koji u horizontu Gso dostižu vrednost od 90%. Sadržaj humusa opada sa dubinom, tako da je zemljište u gornjm Ap horizontu visoke obezbeđenosti (4,19%) dok je u horizontu Gso izmereno smanjenje (Tabela 71). Njegove

fizičko-hemijske karakteristike su prvenstveno uslovljene položajem najnižih rečnih terasa u rečnim dolinama sa kolebanjima podzemnih voda.

#### Sadržaj PTE u profilu

Humoglej u oblasti ušća Lepenice u Veliku Moravu karakteriše geološko poreklo pojedinih PTE i njihov povišen sadržaj, što je u bliskoj vezi sa planinskim masivima zapadne Srbije. Od svih elemenata, uočljivo je malo povećanje sadržaja As iznad granične vrednosti u Gr horizontu. To je u bliskoj vezi sa ponašanjem ovog elementa u redukcionim uslovima kao i njegovom vezom sa rudnim nalazištima. Takođe, utvrđen je povišeni sadržaj Ni iznad graničnih vrednosti u sva tri horizonta (Tabela 72). Njegovo povećanje sa dubinom profila je u skladu sa geološkim poreklom ovog elementa. Vrednosti Ni, naročito u Ap horizontu malo prelaze granične kao i MDK vrednosti, što u uslovima pH i teksture istraženog zemljišta, kao i porekla samog Ni, ne predstavlja nikakvo ograničenje za gajenje biljnih kultura.

Tabela 70. Granulometrijski sastav Humogleja

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
23	Ap	0-40	1,5	30,8	32,5	35,2	32,3	67,7	GI
	GSo	40-153	1,0	27,3	30,7	41,0	28,3	71,7	G
	Gr	>153	0,6	29,4	28,4	41,6	30,0	70,0	G

Tabela 71. Hemijske osobine Humogleja

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
23	Ap	0-40	6,23	5,18	0,00	6,12	23,16	29,28	79,10	4,19
	GSo	40-153	6,23	4,89	0,00	2,30	28,96	31,26	92,66	3,53
	Gr	>153	6,48	5,24	0,00	1,84	33,61	35,44	94,82	0,46

Tabela 72. Sadržaj PTE u Humogleju

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
23	Ap	0-40	3,28	16,2	30,8	58,3	0,59	0,75	11,23	74,2	120	458	23,1	38,6	204	0,02	0,325	10,8	53,4	45,2	271	31,8	89,4	557	77,7	162	833
	GSo	40-153	4,18	18,3	32,8	62,2	0,67	0,78	11,64	87,6	132	502	24,6	41,7	220	0,024	0,343	11,4	63,1	51	306	27,4	94,5	589	77,6	178	917
	Gr	>153	4,10	18,4	31,8	60,4	0,81	0,71	10,71	88,1	133	506	24,8	40,2	212	0,037	0,340	11,3	83,9	51,6	310	24,7	92,1	574	77,9	175	903

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.24 - Leptosol (Regosol na tvrdom krečnjaku) lok. Resavica (X=21,59437; Y=44,06164; n.v.691 m)

Pozicija profila br. 24 je na sredini nagiba. Ekspozicija je severna. Stenovitost površine je slaba. Uočeni su pojedinačni komadi šljunka na površini. Način korišćenja je livada. Dubina masovnog prodiranja korena je do 13 cm. Stenovitost površine je slaba. Bez znakova pojave erozije.



Hor. (A) (0-13 cm)

Boja tamno smeđa (7.5 yr 3/2), tekstura glinovita, struktura zrnata dobro izražena. Nema reakciju na karbonat. Neposredno naleže na tvrdi krečnjak sa usecima između stena.

#### Fizičko-hemijske osobine

Po teksturnom sastavu profil br. 24 spada u teška zemljišta sa sadržajem gline preko 40% (Tabela 73). Spada u eutrična zemljišta sa vrednošću pH od 6,6 jedinica u vodi, i sa visokom zasićenošću bazama od oko 80%. Udeo organske materije je na nivou visoke obezbeđenosti (10,61%), Tabela 74.

#### Sadržaj PTE u profilu

Na profilu br. 24 vrednosti svih istraživanih elemenata su ispod graničnih vrednosti (Tabela 75). Njihovi pojedinačni sadržaji ukazuju na odsustvo antropogenog zagađenja.

Tabela 73. Granulometrijski sastav Regosola

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
24	(A)	0-13	4,8	28,2	25,1	41,9	33,0	67,0	G

Tabela 74. Hemijske osobine Regosola

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
24	(A)	0-13	6,57	6,16	0,00	6,12	23,16	29,28	79,10	10,61


Tabela 75. Sadržaj PTE u Regosolu

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
24	(A)	0-13	3,95	18,0	36,0	68,3	0,72	0,93	14,0	50,5	134	508	26,2	46,5	245	0,113	0,358	11,9	31,9	51,9	311	51,8	102,5	639	73,7	192	985

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.25 - Leptosol calcaric (Redzina na flišu) lok. Rekovac (X=20,99820; Y=43,91807; n.v.451 m)

Pozicija profila br. 25 je na sredini nagiba. Ekspozicija je jugoistočna. Stenovitost površine je umerena. Način korišćenja je livada, sa hrastovom šumom u okolini. Dubina masovnog prodiranja korena je do 30 cm, a pojedinačnog do 60 cm. Površinska erozija je umereno jaka, bez uočljivih tragova brazdaste erozije.

	<p>Hor. Amo (0-30 cm) Boja tamno smeđa (10 yr 4/3), tekstura glinovita, struktura zrnasta dobro izražena. Reakcija na karbonat izražena CaCO<sup>+++</sup>. Postepeni prelaz u</p>
	<p>Hor. AmoC (30-62 cm) Boja rudo smeđa (5 yr 5/4), tekstura glinovita, struktura zrnasta. Srednje skletna. Reakcija na karbonat jako izražena Ca<sup>+++</sup>. Postepeno prelazi i naleže na karbonatni fliš</p>
	<p>Hor. C &gt;62 cm Boja sivo bela (10 yr 6/1), reakcija na karbonat jako izražena. Karbonatni fliš</p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Rendzina je zemljište u kojem dominira glinovita frakcija. Zasićenost bazama je visoka, >90% (Tabela 76). Reakcija zemljišta u vodi je neutralna u opsegu od 7,53-7,83 pH jedinica. Sadržaj organske materije u gornjem horizontu je visok (5,26 %), Tabela 77.

#### Sadržaj PTE u profilu

Sadržaj PTE u zemljištima profila br. 25 je karakterističan za zemljišta planinskih masiva zapadne Srbije (Tabela 78). Odnosno, krečnjačaka podloga i serpentinsko okruženje uticale su na povišeni sadržaj As iznad granične i remedijacione vrednosti, mada njegovo ponašanje

po dubini profila ukazuje na antropogeni uticaj. Utvrđeni sadržaj As bi mogao biti ograničavajući faktor za gajenje pojedinih kultura, naročito u proizvodnji sa primenom navodnjavanja usled povećane rastvorljivosti u redukcionim uslovima. Na takvim zemljištima je potrebno izbegavati gajenje povrtarskih kultura i stimulisati gajenje voćaka. Mešavina geoloških supstrata i delovanje serpetinita imaju za rezultat povećanje sadržaja hroma iznad graničnih vrednosti u horizontu Amo i iznad MDK vrednosti po celoj dubini horizonta. Utvrđeni sadržaj hroma ne bi trebalo u velikoj meri da bude ograničavajući faktor u gajenju biljnih kultura zahvaljujući teškom mehaničkom sastavu i reakciji zemljišta kao i poreklu Cr. Sa tim u vezi, kao potvrda geološkog porekla hroma utvrđen je i visok sadržaj Ni istog geološkog porekla po čitavoj dubini profila, što u većoj meri može uticati na izbor biljnih kultura za gajenje. U slučaju ovakvog povećanog sadržaja hroma pri gajenju određenih povrtarskih biljaka (npr. kupus), neophodna je kontrola. Sadržaj ostalih istraživani PTE je ispod graničnih vrednosti.



Tabela 76. Granulometrijski sastav Redzine

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
25	Amo	0-30	0,5	17,9	21,4	60,2	18,4	81,6	G
	AmoC	30-62	1,2	25,0	22,4	51,4	26,2	73,8	G
	C	>62	3,7	14,3	27,2	54,8	18,0	82,0	

Tabela 77. Hemijske osobine Rendzine

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
25	Amo	0-30	7,53	6,65	1,24	/	/	/	/	5,26
	AmoC	30-62	7,83	6,90	2,49	/	/	/	/	1,87
	C	>62	8,09	7,10	23,61	/	/	/	/	


Tabela 78. Sadržaj PTE u Rendzini

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
25	Amo	0-30	5,18	79,5	41,2	78,1	0,87	0,95	14,2	170,8	170	648	44,3	54,3	286	0,1	0,411	13,7	135,5	70,2	421	35,7	115	720	91,0	238	1226
	AmoC	30-62	4,57	62,5	36,3	68,9	0,87	0,81	12,2	140,6	153	581	39,3	47,0	248	0,1	0,375	12,5	120,0	61,4	368	23,2	103	644	85,1	207	1065
	C	>62	4,03	13,3	37,7	71,5	0,73	0,84	12,6	127,2	160	606	38,2	49,0	259	0,078	0,387	12,9	108,6	64,8	389	18,5	106	665	72,4	217	1117

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.26 - Cambisol eutric (Eutrični kambisol na karbonatnom lesu) lok. Obrež (X=21,34364; Y=43,74051; n.v. 147m)

Profil br. 26 je pozicioniran na ravnom terenu bez ekspozicije. Način korišćenja je oranica, sa kulturom pšenice u okolini. Masovno prodiranje korena je do 23 cm. Bez uočenih tragova erozije.

	<p>Hor. Ap (0-36 cm) U suvom stanju je tamno smeđe boje (10 yr 3/3), teksturnog sastava peskovito glinovita ilovača. Mrvičaste strukture. Lagano prelazi u</p>
	<p>Hor B (v) (36-63 cm) Žućkasto rude boje (10 yr 4/4). Teksturni sastav je peskovito glinovita ilovača. Struktura je grudvasta. Jasno naleže na</p>
	<p>Hor. C (&gt;63cm) Les svetlo smeđe boje sa konkcijama karbonata</p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Eutrični kambisol profila br. 26 je nešto lakšeg mehaničkog sastava s obzirom da je dominantna frakcija peska sa preko 50% u Ap horizontu. U (B)v horizontu utvrđena je nešto niža frakcija peska (47,6%) i povećan sadržaj gline na 29% (Tabela 79). Karakteriše ga visoka zasićenost baznim katjonima preko 90% adsorbtivnog kompleksa. Reakcija se kreće od 6,42-6,81 pH jedinice od Ap do (B) v horizonta (Tabela 80).

#### Sadržaj PTE u profilu

Na profilu br. 26 kao i u ostalim zemljištima na ušću Zapadne Morave u velikoj meri zapaža se uticaj planina zapadne Srbije i naslaga serpentinita u tom području. Karakteristično je

povećanje sadržaja Cd iznad granične vrednosti u B(v) horizontu, usled ispiranja gline iz površinskog horizonta što je utvrđeno i kod drugih PTE, izuzev kod Pb i Hg, koji su pod najvećim antropogenim uticajem (Tabela 81). Međutim, sadržaj Cd je ispod MDK i ne predstavlja ograničavajući faktor u biljnoj proizvodnji. Karakteristično za zemljišta ovog područja je povišeni sadržaj Cr i Ni. U zemljištu ovog profila, njihov sadržaj je po celoj dubini veći od granične i MDK vrednosti. Međutim, u gornjem Ap horizontu, što je uobičajeno za ova zemljišta, pH reakcija zemljišta i sadržaj organske materije u velikoj meri doprinose njihovoj imobilizaciji, tako da oni ne predstavljaju ograničavajući faktor u biljnoj proizvodnji.

Tabela 79. Granulometrijski sastav Eutričnog kambisola

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
26	Ap	0-36	11,2	39,4	23,8	25,6	50,6	49,4	PeGI
	B(v)	36-63	11,2	36,4	23,4	29,0	47,6	52,4	PeGI
	C	>63	18,2	39,0	24,1	18,7	57,2	42,8	

Tabela 80. Hemijske osobine Eutričnog kambisola

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
26	Ap	0-36	6,42	5,05	0,00	2,30	22,96	25,26	90,91	4,46
	B(v)	36-63	6,81	5,75	0,00	0,76	26,64	27,41	97,21	2,06
	C	>63	8,04	7,56	12,84	/	/	/	/	


Tabela 81. Sadržaj PTE u Eutričnom kambisolu

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
26	Ap	0-36	2,55	18,7	27,0	51,2	0,52	0,69	10,28	<b>129,4</b>	101	385	20,5	33,0	174	0,039	0,293	9,8	<b>98,1</b>	35,6	213,6	31,2	80,1	499	92,9	133	686
	B(v)	36-63	3,59	22,0	27,4	52,0	<b>0,73</b>	0,66	9,88	<b>151,9</b>	108	410	23,4	33,6	178	0,02	0,300	10,0	<b>133,2</b>	39	234	28,1	81,1	505	73,8	140	720
	C	>63	2,40	17,8	22,6	42,9	0,48	0,55	8,23	<b>109,4</b>	87	332	18,2	26,4	140	0,074	0,262	8,7	<b>102,7</b>	28,7	172,2	22,0	69,1	431	56,3	107	549

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.27 - Fluvisol (Aluvijum) lok. Kruševac (X=21,33764; Y= 43,62560; n.v.145 m)

Pozicija profila br. 27 je na donjem delu rečne terase, na ravnom terenu. Način korišćenja je oranica, a od gajenih kultura povrće i kukuruz. Autohtona vegetacija je tršćak. Stenovitost površine je jaka.

	<p>Hor. Ap (0-28 cm) Boja smeđa (10 yr 3/2), tekstura peskovita ilovača, bez strukture, skeletnost srednja, velika količina šljunka. Reakcija na karbonat malo izražena Ca<sup>+</sup>.</p> <p>Hor. C (&gt;28 cm) Boja svetlo smeđa (10 yr 4/3). Jako izražena skeletnost, tekstura ilovast pesak.</p>
--	--

#### Fizičko-hemijske osobine

Po teksturnom sastavu profil br. 27 spada u laka zemljišta sa dominantnim sadržajem peska u Ap (66,7%), Tabela 82. Reakcija zemljišta je slabo alkalna sa vrednošću od pH 7,51. Zasićenost bazama je visoka i iznosi preko 90%. Udeo organske materije u gornjem horizontu je na visokom nivou obezbeđenosti usled upotrebe đubriva (3,32%), Tabela 83.

#### Sadržaj PTE u profilu

Istovetno kao u svim aluvijalnim zemljištima sliva Zapadne Morave, zemljište ovog profila karakteriše povećan sadržaj Cr, Ni kao i Cd (Tabela 84). Sadržaj sva tri elementa u zemljištu ovog profila je iznad graničnih vrednosti. Za Cr i Cd granične vrednosti su prilično niske usled laganog mehaničkog sastava zemljišta, ali su ispod MDK pa ne predstavljaju ograničavajući faktor za biljnu proizvodnju. Isti slučaj je i kod Zn čiji je sadržaj u gornjem delu profila iznad granične vrednosti. Iako je povećanje sadržaja Ni iznad MDK veoma izraženo, zahvaljujući pH reakciji ispitivanog zemljišta kao i geološkom poreklu ovog elementa, to ne bi trebao da bude ograničavajući faktor za gajenje biljaka.

Tabela 82. Granulometrijski sastav Aluvijuma

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
27	Ap	0-28	27,9	38,8	15,1	18,2	66,7	33,3	PeGI
	C	>28	55,8	28,7	7,6	7,9	84,5	15,5	

Tabela 83. Hemijske osobine Aluvijuma

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
27	Ap	0-28	7,51	6,82	0,21	/	/	/	/	3,32
	C	>28	7,79	7,04	0,41	/	/	/	/	0,78


Tabela 84. Sadržaj PTE u Aluvijumu

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
27	Ap	0-28	2,76	13,0	23,6	44,8	<b>0,89</b>	0,61	9,13	<b>93,1</b>	86	328	33,5	27,9	147	0,056	0,266	8,9	<b>83,0</b>	28,2	169,2	37,3	71,5	446	<b>117,0</b>	110	564
	C	>28	2,49	10,3	18,5	35,0	<b>0,72</b>	0,48	7,21	66,5	66	250	24,0	20,2	107	0,046	0,227	7,6	<b>50,4</b>	17,9	107,4	21,5	58,7	366	68,1	75	385

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.28 - Stagnosol gleyic (Pseudoglej) lok. Trstenik (X=19,46608; Y=44,71944; n. v. 116 m)

Profil br. 28 se nalazi na ravnom terenu bez nagiba. Forma terena je močvarna, a način korišćenja je oranica. Masovno prodiranje korena je do 25 cm. Bez uočenih znakova erozije.

	<p>Hor. Ap (0-33cm) Ap obradivi horizont tamno smeđe boje (10 YR 3/3) i glinovito ilovaste teksture. Struktura nije izražena. Bez reakcije na karbonat. Jasno prelazi u</p>
	<p>Hor. Btg (33-87cm) Horizont sivkasto braon boje (10 YR 5/3). Teksturni sastav je glinovit. Struktura prizmatična. Bez reakcije na karbonat. Uočavaju se plavičaste i crvenkaste mazotine usled sekundarne oksidacije gvožđa. Postepeno prelazi u</p>
	<p>Hor.C (&gt;87 cm) Sivkasto svetlo braon boje (5y3/3), teksturni sastav glinovit, a struktura prizmatična. Uočene su zelenkaste mazotine usled sekundarne oksidacije mangana. Pun kamenčića.</p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Mehanički sastav pseudogleja je težak i karakteriše ga visok sadržaj praha i gline po dubini profila, pri čemu je u Ap horizontu sadržaj gline malo niži (38,5%), dok je u Btg horizontu očekivano viši i dostiže vrednost od 43,4% (Tabela 85). Zemljište ovog profila spada u distrična zemljišta s obzirom na pH vrednost od 4,62 jedinica u vodi, kao i zasićenost bazama od 47% u Ap horizontu. Sadržaj humusa u gornjem Ap horizontu je na nivou srednje obezbeđenosti sa vrednosću od 2,2% (Tabela 86).

#### Sadržaj PTE u profilu

U profilu br. 28 nije utvrđeno prekoračenje graničnih vrednosti sadržaja PTE. U gornjem horizontu je uočljiv neznati uticaj antropogenog činioca na As, Cd, Cu, Pb i Zn, dok su Cr i Ni prvenstveno pod uticajem geološkog supstrata (Tabela 87). Niski sadržaj PTE u ovom zemljištu omogućuje gajenje biljnih kultura bez ikakvih ograničenja.

Tabela 85. Granulometrijski sastav Pseudogleja

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
28	Ap	0-33	3,7	27,5	30,3	38,5	31,2	68,8	GI
	BTG	33-87	1,7	25,5	29,4	43,4	27,2	72,8	G
	C	>87	3,1	32,3	28,0	36,6	35,4	64,6	Gi

Tabela 86. Hemijske osobine Pseudogleja

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
28	Ap	0-33	4,62	3,86	0,00	20,88	18,13	39,01	46,47	2,22
	Btg	33-87	5,49	4,46	0,00	16,29	19,22	35,51	54,12	2,53
	C	>87	6,24	4,46	0,00	2,91	23,93	26,84	89,17	0,61

Tabela 87. Sadržaj PTE u Pseudogleju


Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
28	Ap	0-33	4,04	17,7	31,3	59,3	0,58	0,73	10,95	56,9	127	483	29,2	39,4	208	0,037	0,332	11,1	33,7	48,5	291	36,7	90,7	566	71,9	169	868
	Btg	33-87	4,85	15,3	33,4	63,3	0,47	0,77	11,57	59,8	137	520	31,4	42,6	225	0,047	0,350	11,7	34,1	53,4	320,4	24,3	95,9	598	72,8	184	946
	C	>87	4,08	14,4	29,9	56,7	0,46	0,68	10,23	56,7	123	468	25,8	37,3	197	0,056	0,323	10,8	34,9	46,6	279,6	21,8	87,2	544	64,4	161	827

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost



PROFIL br.29 – Leptosol eutric (Eutrični ranker na serpentinitu) lok. Goč (X= 20,89163; Y=43,55180; n.v. 961m)

Profil br. 29 je pozicioniran u podnožju nagiba planinske padine, sa zapadnom ekspozicijom. Od vegetacije dominatno su zastupljeni hrast, bukva i jela. Masovno prodiranje korena je do 20 cm. Stenovitost površine je umerena. Erozijska je umereno jaka, bez vidljivih pojava brazdaste i jaružaste erozije.

	<p>Hor. O1 (0-3 cm) organska prostirka, boja 10 yr 3/3</p>
	<p>Hor. Amo (3-20 cm) Boja smeđa (10 yr 3/4), tekstura peskovito ilovasta, struktura mrvičasta. Jasno prelazi u.</p>
	<p>Hor. R (&gt;20 cm) Bez strukture, poluraspadnuta stena teksture sa velikim udelom peska i odlomaka</p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Po teksturnom sastavu profil br. 29 spada u lakša zemljišta sa velikim udelom peska 52,1% (Tabela 88). pH zemljišta iznosi 5,65 jedinica, što je karakteristično za zemljišta nastala na bazičnim stenama. Sadržaj humusa je na visokom nivou obezbeđenosti od 4,12%. Zasićenost bazama je karakteristično visoka za taj tip podloge i iznosi 63% (Tabela 89).

#### Sadržaj PTE

U profilu br. 29 utvrđen je visok sadržaj PTE karakterističnih za zemljišta nastala na serpentinitima (Tabela 90). Izmereni sadržaj As je vrlo visok jer se javlja u na rudnim nalazištima. Njegova vrednost i u šumskoj prostirci (stelji) kao i Amo horizontu prelazi remedijacionu i MDK vrednost što ukazuje na zagađenje uslovljeno geološkim supstratom.

Sadržaj Cd je takođe vrlo visok ali ne prelazi MDK vrednost. Iz tih razloga ovaj element nije ograničavajući faktor u biljnoj proizvodnji. Sadržaj Cd i Ni je daleko iznad remedijacionih vrednosti što je karakteristika plitkih zemljišta na serpentinima. Veći sadržaj Ni u šumskoj prostirci (stelji) u odnosu na sadržaj u zemljištu ukazuje na veću apsorbciju Ni od strane biljaka i njegov transfer u listove u poređenju sa Cr. U uslovima ovako visokog sadržaja As, Ni i Cr, najadekvatnije je ostaviti to zemljište pod prirodnom vegetacijom (šumom).

Tabela 88. Granulometrijski sastav Eutričnog rankera

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
29	Ol	0-3							
	Amo	3-20	20,4	31,7	30,4	17,5	52,1	47,9	PeI
	R	>20							

Tabela 89. Hemijske osobine Eutričnog rankera

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH	pH	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg-1			V	Humus
		cm	(H <sub>2</sub> O)	(KCl)	%	T-S	S	T	%	%
29	Ol	0-3	6,45	3,86						4,59
	Amo	3-20	5,65	4,46	0,00	4,12	18,32	29,26	62,62	4,12
	R	>20								


Tabela 90. Sadržaj PTE u Eutričnom rankeru

Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
29	Ol	0-3	1,08	46,2	16,8	31,9	2,81	0,51	7,59	2551,2	50	190	21,8	17,8	94	0,039	0,206	6,9	1077,0	10	60	30,9	54,6	340	75,0	57	293
	Amo	3-20	1,03	46,9	23,6	44,9	1,98	0,62	9,31	2753,3	85	323	19,1	28,0	148	0,051	0,265	8,8	878,3	27,5	165	28,8	71,6	447	70,6	109	559
	C	>20																									

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

PROFIL br.30 - Vertisol (Smonica karbonatna na laporcu) lok. Aleksandrovac (X= 20,14688; Y=43,62046; n.v. 527m)

Profil br. 30 je pozicioniran na sredini nagiba i jugoistočne je ekspozicije. Način korišćenja je oranica. Masovno prodiranje korena je do 30 cm. Bez vidljivih tragova erozije.

	<p>Hor. Ap (0-41 cm) U suvom stanju je crne boje (2.5 yr 2/0), glinovite teksture, grudvaste strukture. Prisutne konkrekcije. Jasno prelazi u</p>
	<p>Hor AmC1 (41-76 cm) Crno smeđe boje (10 yr 3/1). Teksturni sastav je glinovit. Struktura je poliedrična. Neznatna reakcija na CaCO<sub>3</sub>+. Prelazi u</p>
	<p>Hor. AmC2 (76-117cm) Zagasito rudo smeđe boje (2.5 yr 3/2). Tekstura glinovita. Struktura poliedrična sa slajsevima. Reakcija na karbonat izraženija CaCO<sub>3</sub>++. Jasno naleže na sipar</p>
	<p>Hor. R (&gt;117cm) Tamno smeđe boje (10 yr 3/4), teksture peskovita glinovita ilovača, sa srednjim udelom skeleta</p>

#### Fizičko-hemijske osobine

Za vertisol je karakterističan težak mehanički sastav, gde je sadržaj gline >60% utvrđen u svim horizontima (Tabela 91). Karakteriše ga visoka zasićenost baznim katjonima preko 90%. Vrednost pH u Ap horizontu iznosi 6,79 jedinica i povećava se sa dubinom pod uticajem podloge na pH 7,52 u AC2 horizontu. Sadržaj humusa je na srednjem nivou obezbeđenosti (2,51%), Tabela 92.

### Sadržaj PTE u profilu

U profilu br. 30 je utvrđen visok sadržaj PTE karakterističnih za zemljišta nastala na serpentinima (Tabela 93). Izmereni sadržaj As je vrlo visok usled uticaja geološke podloge. Sadržaj As je iznad graničnih i MDK vrednosti što može da bude ograničavajući faktor u biljnoj proizvodnji, pa se preporučuje gajenje voćarskih kultura uz upotrebu fosfornih đubriva. Sadržaj Cd u zemljištu je iznad graničnih vrednosti ali nije iznad remedizacionih tako da on ne predstavlja ograničavajući faktor. Sadržaj Cr, a naročito Ni iznad graničnih i MDK vrednosti, može biti limitirajući faktor. Međutim, geološko poreklo, visoka pH vrednost kao i granulometrijski sastav u velikoj meri smanjuju njihovu mobilnost. Gajenje povrća na zemljištima ovog tipa nije preporučljivo.

Tabela 91. Granulometrijski sastav Vertisola

Br. pr.	Hor.	Dubina	Kr. pesak	Sit. pesak	Prah	Glina	Ukupan pe.	Prah+glina.	Teks. Klasa
		cm	>0.2 mm	0.02-0.2 mm	0.002-0.02mm	<0.002mm	>0.02mm	<0.02mm	
30	Ap	0-41	1,0	11,1	20,4	67,5	12,1	87,9	G
	AmoC1	41-76	0,4	12,7	14,3	72,6	13,1	86,9	G
	AmoC2	76-117	0,5	10,4	22,7	66,4	10,9	89,1	G
	R	>117	0,7	16,4	21,6	61,3	17,1	82,9	

Tabela 92. Hemijske osobine Vertisola

Br. pr.	Hor.	Dubina	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	CaCO <sub>3</sub>	adsorptivni kompleks cmol kg <sup>-1</sup>			V	Humus
		cm			%	T-S	S	T	%	%
30	Ap	0-41	6,79	5,85	0,01	1,84	53,91	55,74	96,71	2,51
	AmoC1	41-76	6,68	6,48	0,01	0,46	53,32	53,78	99,15	1,33
	AmoC2	76-117	7,52	7,24	13,25	/	/	/	/	2,15
	R	>117	8,37	7,47	20,72	/	/	/	/	0,66

Tabela 93. Sadržaj PTE u Vertisolu

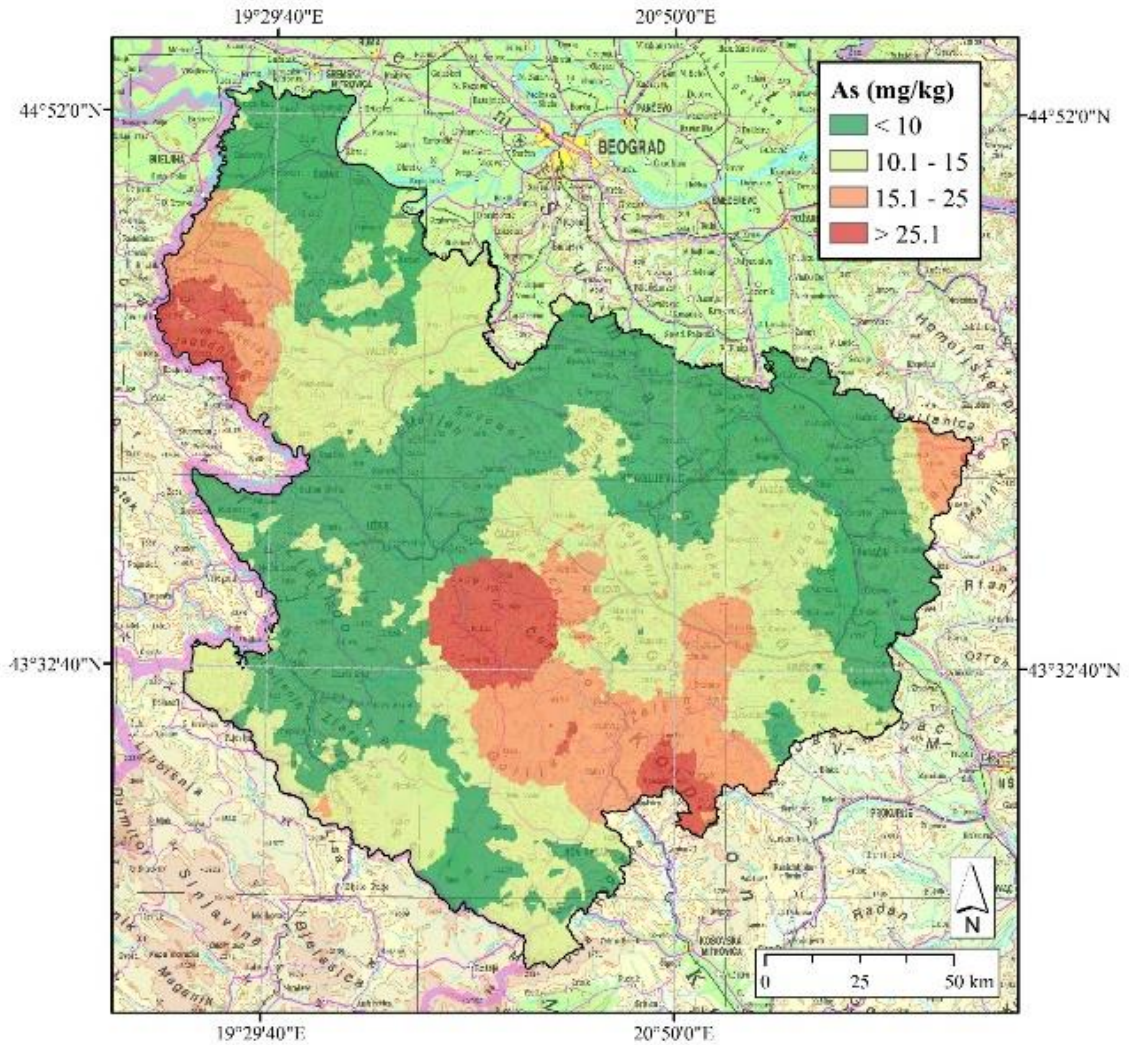
Br. pr.	Hor.	Dub.	Al	As	Sw	Iw	Cd	Sw	Iw	Cr	Sw	Iw	Cu	Sw	Iw	Hg	Sw	Iw	Ni	Sw	Iw	Pb	Sw	Iw	Zn	Sw	Iw
		cm	%	ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm			ppm		
30	Ap	0-41	4,45	52,7	43,7	82,9	1,16	0,98	14,7	338	185	703	49,7	58,1	307	0,078	0,434	14,5	382	77,5	465	52,9	121,8	760	94	259	1332
	AmoC1	41-76	4,76	62,4	45,0	85,3	1,10	0,97	14,6	337	195	742	44,3	59,9	316	0,111	0,448	14,9	391	82,6	496	49,1	124,9	779	94	271	1395
	AmoC2	76-117	3,97	55,0	43,0	81,6	0,82	0,96	14,4	259	183	695	37,7	57,1	301	0,13	0,429	14,3	278	76,4	458	35,7	120,1	749	77	255	1310
	C	>117	3,26	42,5	40,0	75,8	0,61	0,87	13,0	205	173	656	30,2	52,5	277	0,074	0,408	13,6	225	71,3	428	30,6	112,4	701	66	236	1212

Sw-Granična vrednost; Iw-Remedijaciona vrednost

## **7.2. Vrednosti prirodnog fona pojedinih štetnih i opasnih materija u zemljištu**

### **7.2.1. Sadržaj potencijalno toksičnih elemenata u zemljištu**

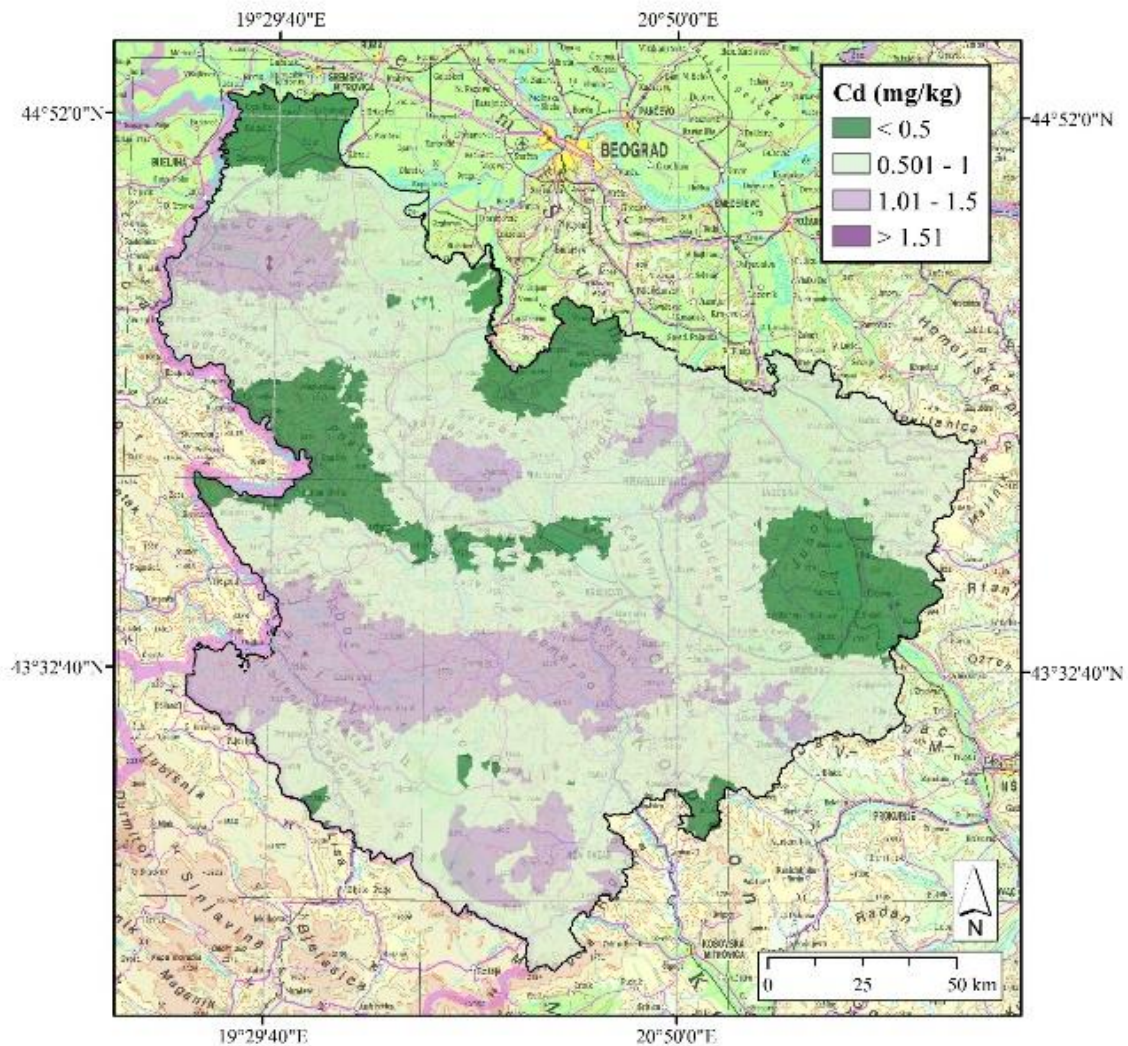
Prosečan sadržaj As u zemljištu istraživanog područja iznosi 12,98 mg/kg, što je nešto više u odnosu na ranije ustanovljen prosečan sadržaj za područje centralne Srbije od 11 mg/kg (Mrvić et al. 2009). Značajan deo teritorije obuhvaćene istraživanjem zauzimaju površine u kojima je izmeren prosečan sadržaj < 10 mg/kg odnosno < 15 mg/kg. „Vruće tačke“ odnosno površine sa povišenim sadržajem ovog elementa (do 25 mg/kg) su locirane na južnom obodu istraživanog područja, u podnožju Kopaonika, koje su povezane sa nalazištima rude olova, zatim u centralnoj zoni površine na području Ivanjice koje su rezultat primene hemijskih preparata (pesticida) u voćarskoj proizvodnji, kao i u severozapadnom delu ispitivanog područja, u okolini Loznice, što se može dovesti u vezu sa rudnim ležištima olova i antimona (Slika 8).



Slika 8. Sadržaj As u zemljištima zapadne Srbije

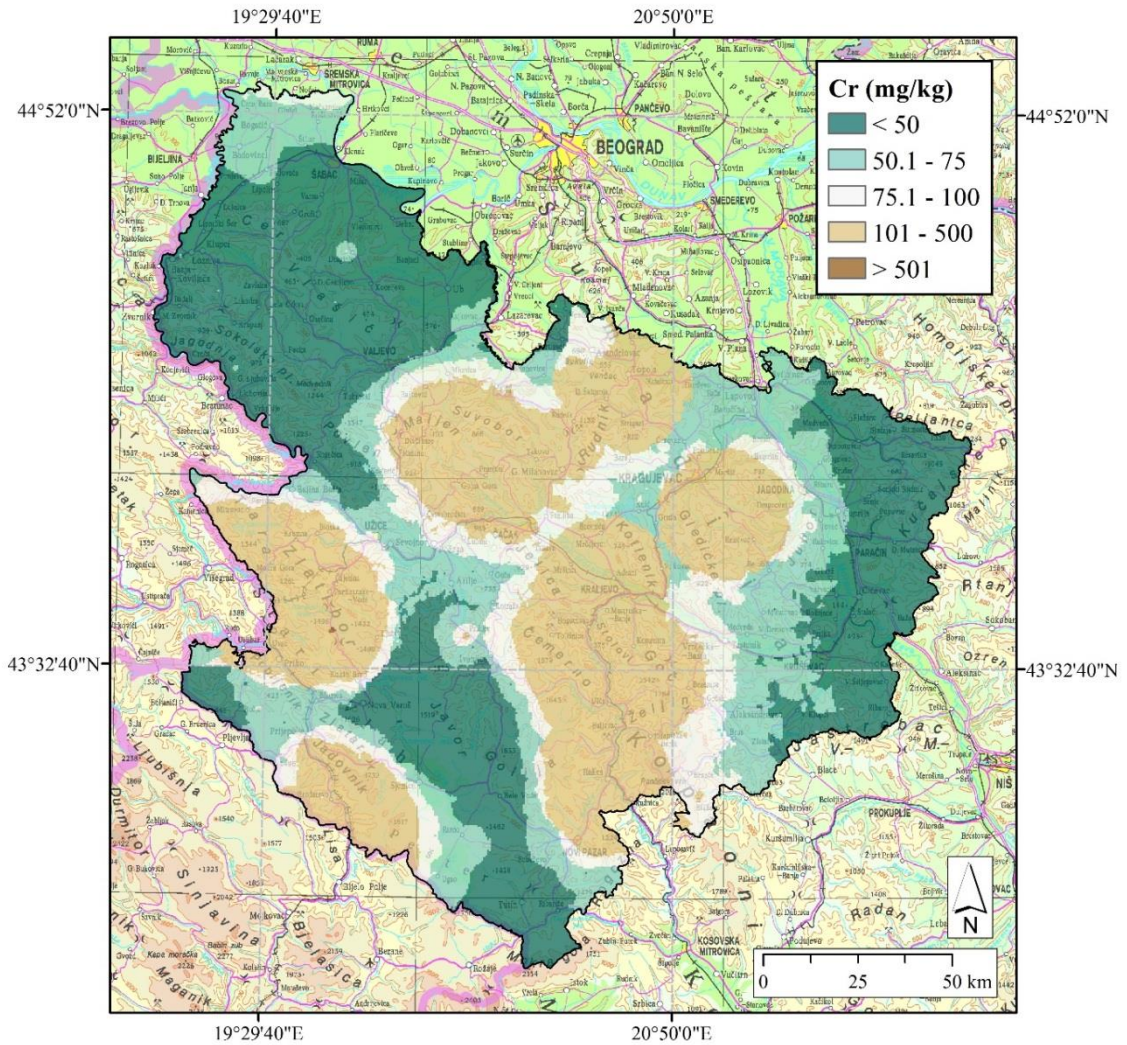
Prosečan sadržaj Cd na istraživanom području iznosi 0,79 mg/kg, što je neznatno niže u odnosu na ranije ustanovljenu prosečnu vrednost od 0,805 mg/kg za područje centralne Srbije (Mrvić et al. 2009). Kada je o prostornoj distribuciji reč, koncentracije  $> 1$  mg/kg su izmerene u uzorcima zemljišta na teritoriji opštine Loznica, zatim na području planine Maljen i u podnožju planine Rudnik, što se dovodi u vezu sa nalazištima rude olova. Takođe, povišeni sadržaj Cd karakterističan za krečnjačke formacije, izmeren je u zemljištima lociranim u južnim delovima proučavanog područja uključujući Peštarsku visoravan (Slika 9).





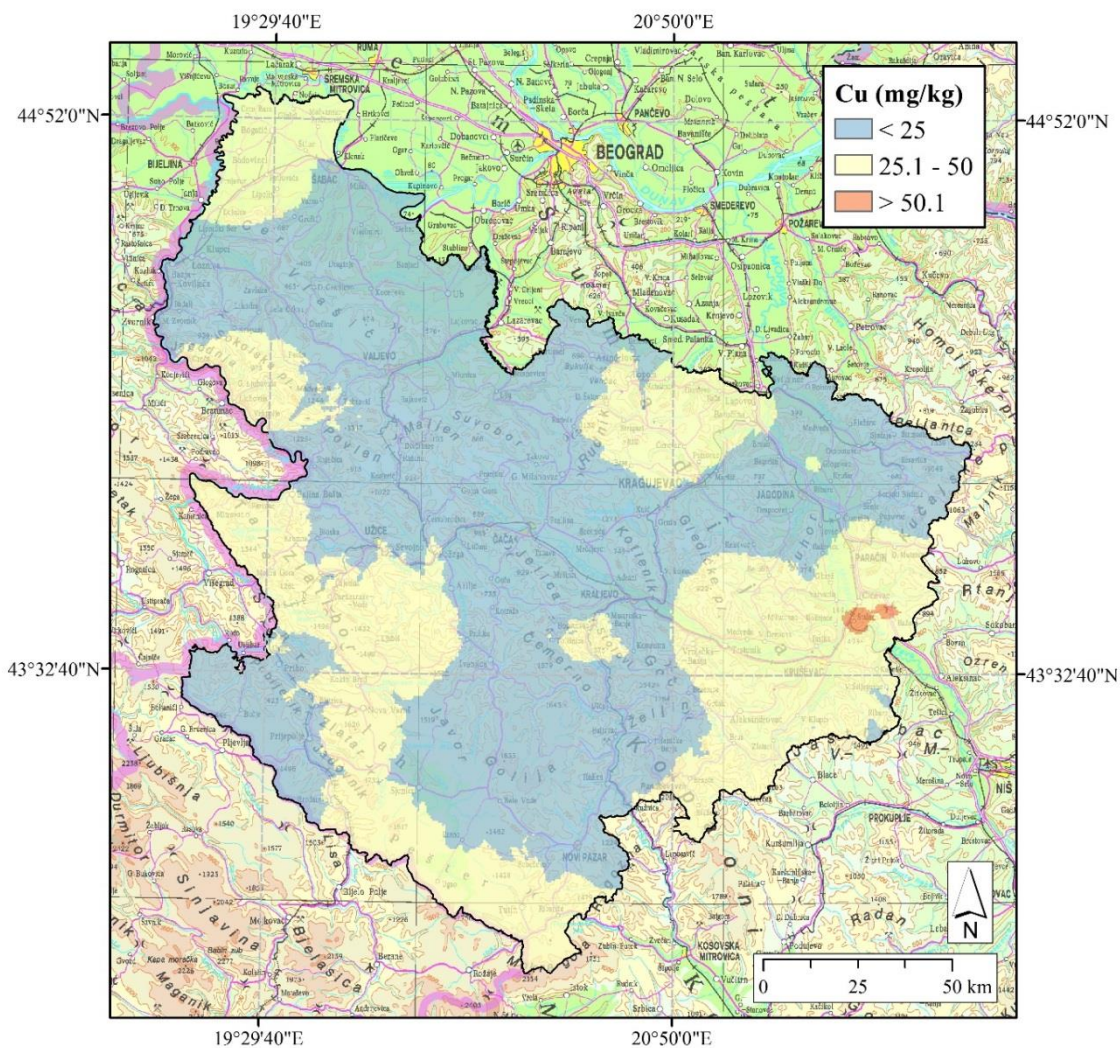
Slika 9. Sadržaj Cd u zemljištima zapadne Srbije

Prosečan sadržaj Cr na istraživanom području iznosi 105,87 mg/kg, što je značajno više od prosečnih vrednosti ustanovljenih za područje centralne Srbije koje iznose 48 mg/kg (Mrvić et al. 2009). Viši prosečni sadržaj Cr na području zapadne Srbije, povezan je sa masivnim serpentinskim naslagama karakterističnim za Zlatiborski, Rudničko-Maljenski i Stolovački masiv, kao i za potez između planina Kopaonik i Goč. Visok sadržaj ovog elementa je takođe izmeren i u dolinama velikih reka u zapadnoj Srbiji (Ibar, Velika Morava, Zapadna Morava i Kolubara) kao rezultat uticaja geohemijskih svojstava pomenutih planinskih masiva na formiranje aluvijalnih ravnica. Takođe, izmeren je povišeni sadržaj ovog elementa, u opsegu od 75-100 mg/kg, na zemljištima u severnom delu ispitivanog područja, u Posavini, koja je pod uticajem masiva Fruške Gore (Slika 10).



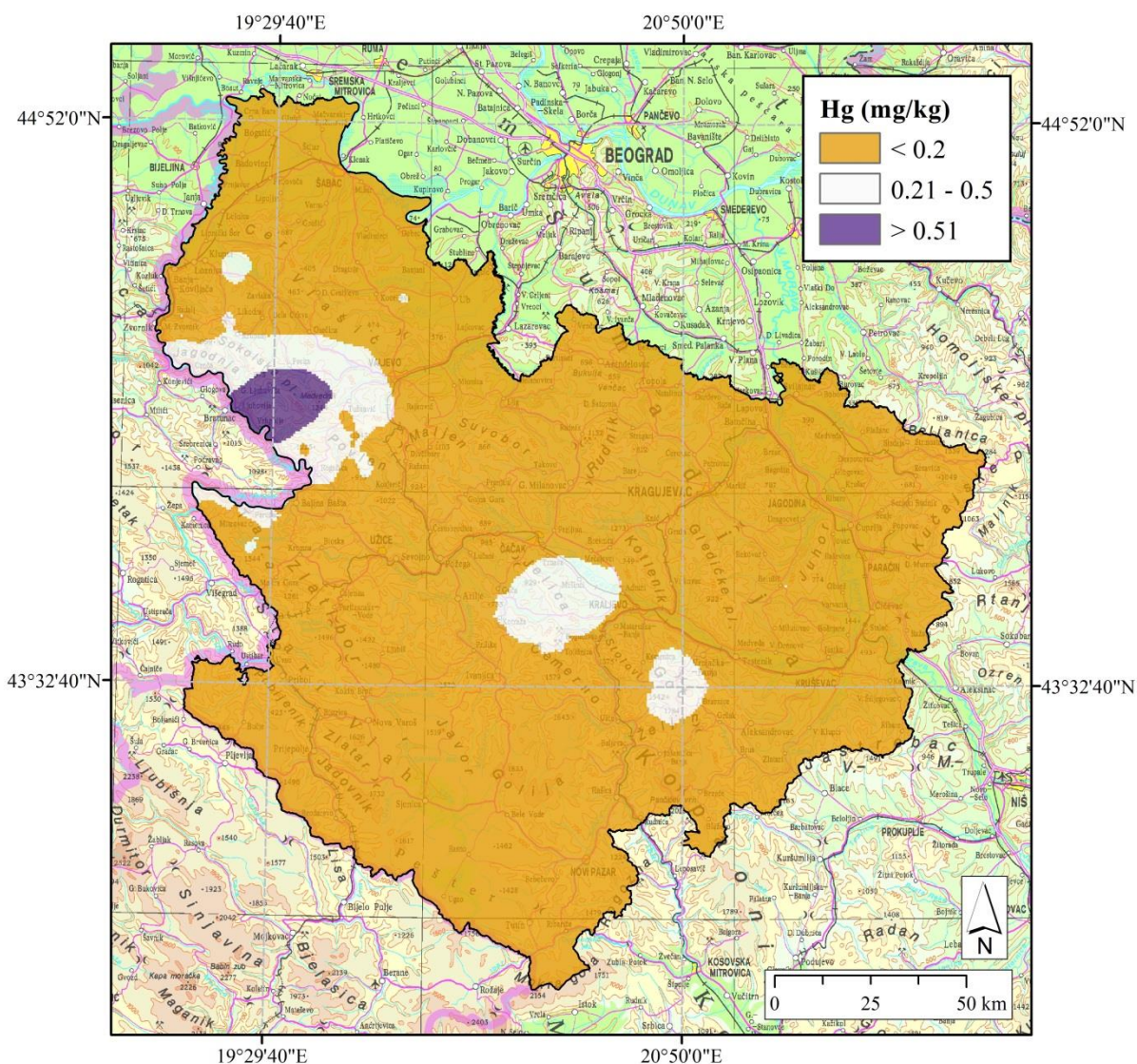
Slika 10. Sadržaj Cr u zemljištima zapadne Srbije

Prosečan sadržaj Cu u zemljištima zapadne Srbije iznosi 24,78 mg/kg, što je nešto niže od prosečne vrednosti od 27 mg/kg, za područje centralne Srbije (Mrvić et al. 2009). Niži sadržaj ovog elementa je karakterističan za zapadnu Srbiju gde se u gotovo svim zemljištima sadržaj Cu kreće u opsegu do 50 mg/kg (Slika 11). Izuzetak predstavljaju nešto više vrednosti izmerene u uzorcima zemljišta u okolini Kruševca koje su rezultat korišćenja preparata za zaštitu voćarskih kultura na bazi bakra, na tom području.



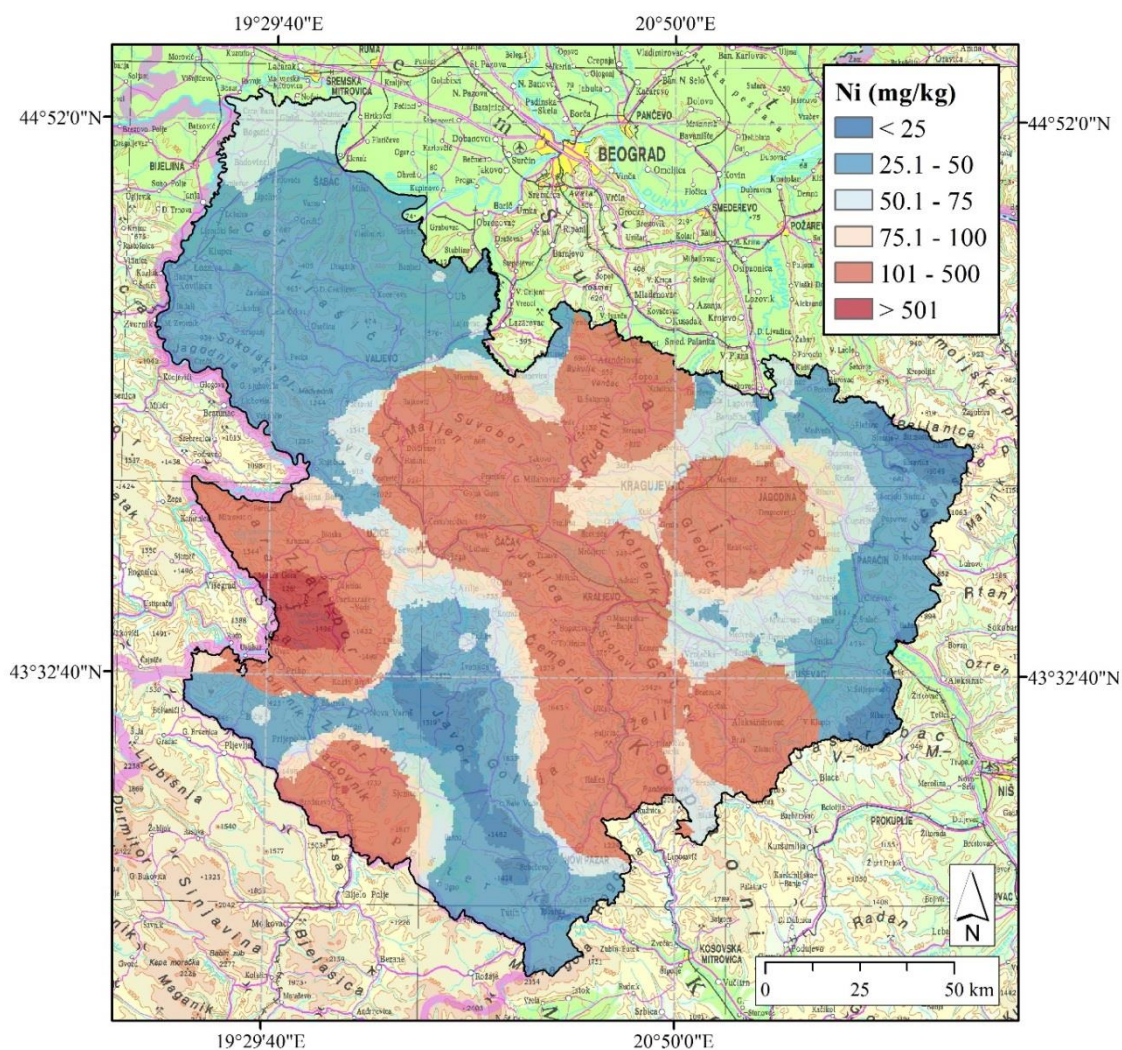
Slika 11. Sadržaj Cu u zemljištima zapadne Srbije

Prosečan sadržaj Hg u zemljištima zapadne Srbije iznosi 0,125 mg/kg, što je u okviru prosečnog sadržaja utvrđenog za zemljišta centralne Srbije, koji iznosi 0,120 mg/kg (Mrvić et al. 2009). Zemljišta u kojima je utvrđen povišeni sadržaj Hg, do 0,5 mg/kg, obuhvataju najveći deo izučavanog područja, dok su vrednosti  $> 0,5$  mg/kg izmerene u uzorcima zemljišta u okolini Ljubovije kao rezultat uticaja rudnika barita, i na prostoru planina Jelice i Goča (Slika 12).



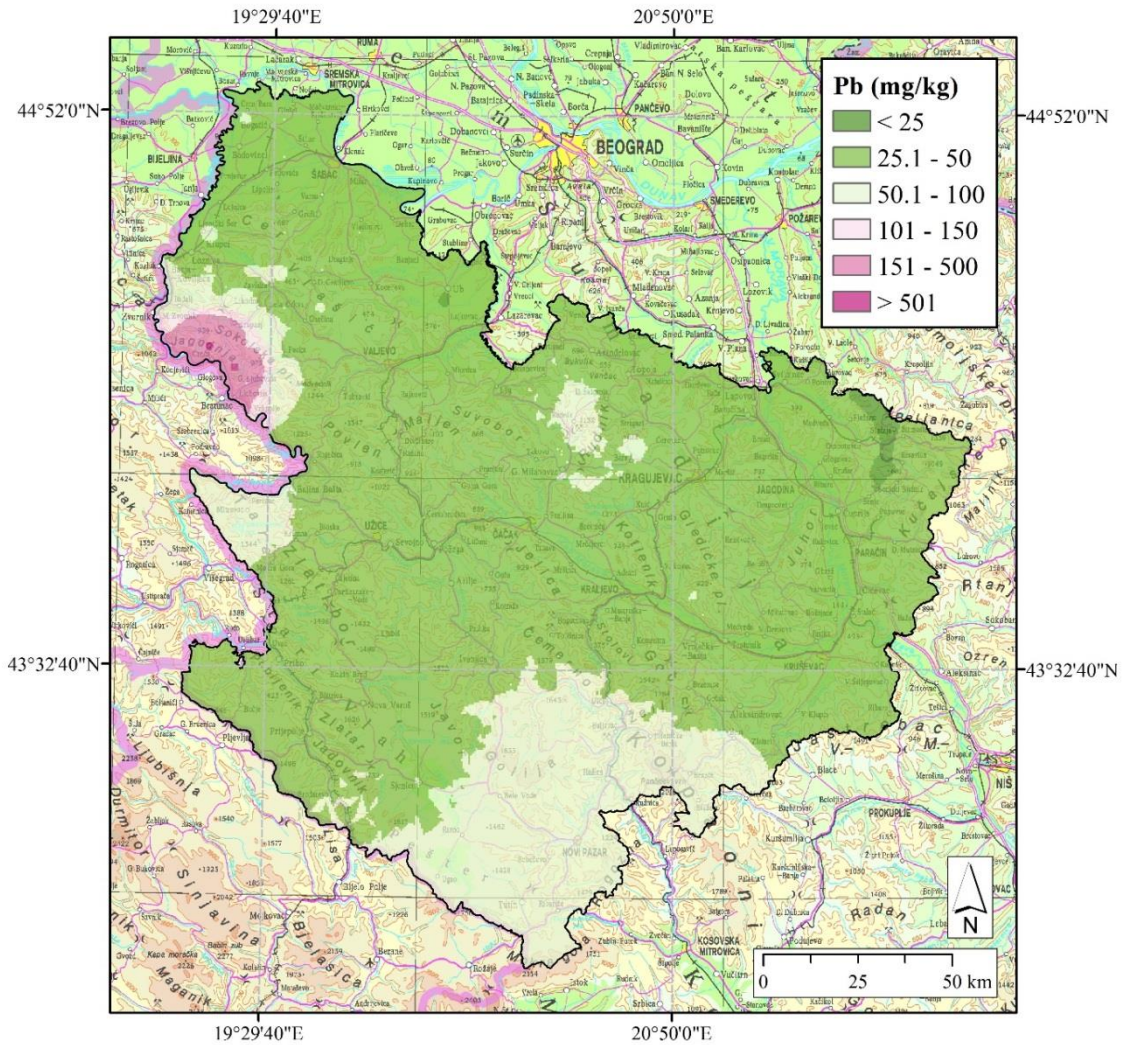
Slika 12. Sadržaj Hg u zemljištima zapadne Srbije

Prosečan izmereni sadržaj Ni u zemljištima sa ispitivanog područja iznosi 127,88 mg/kg, što je značajno više od ranije uspostavljene prosečne vrednosti za područje centralne Srbije, koji iznosi 58 mg/kg (Mrvić et al. 2009). Povišeni sadržaj Ni u ispitivanim uzorcima zemljišta je rezultat delovanja specifičnog geološkog supstrata serpentinita na kojem se zemljišta formiraju. Povišen sadržaj Ni je praćen i povišenim sadržajem Cr što je rezultat istog geološkog porekla ovih elemenata (Slika 13).



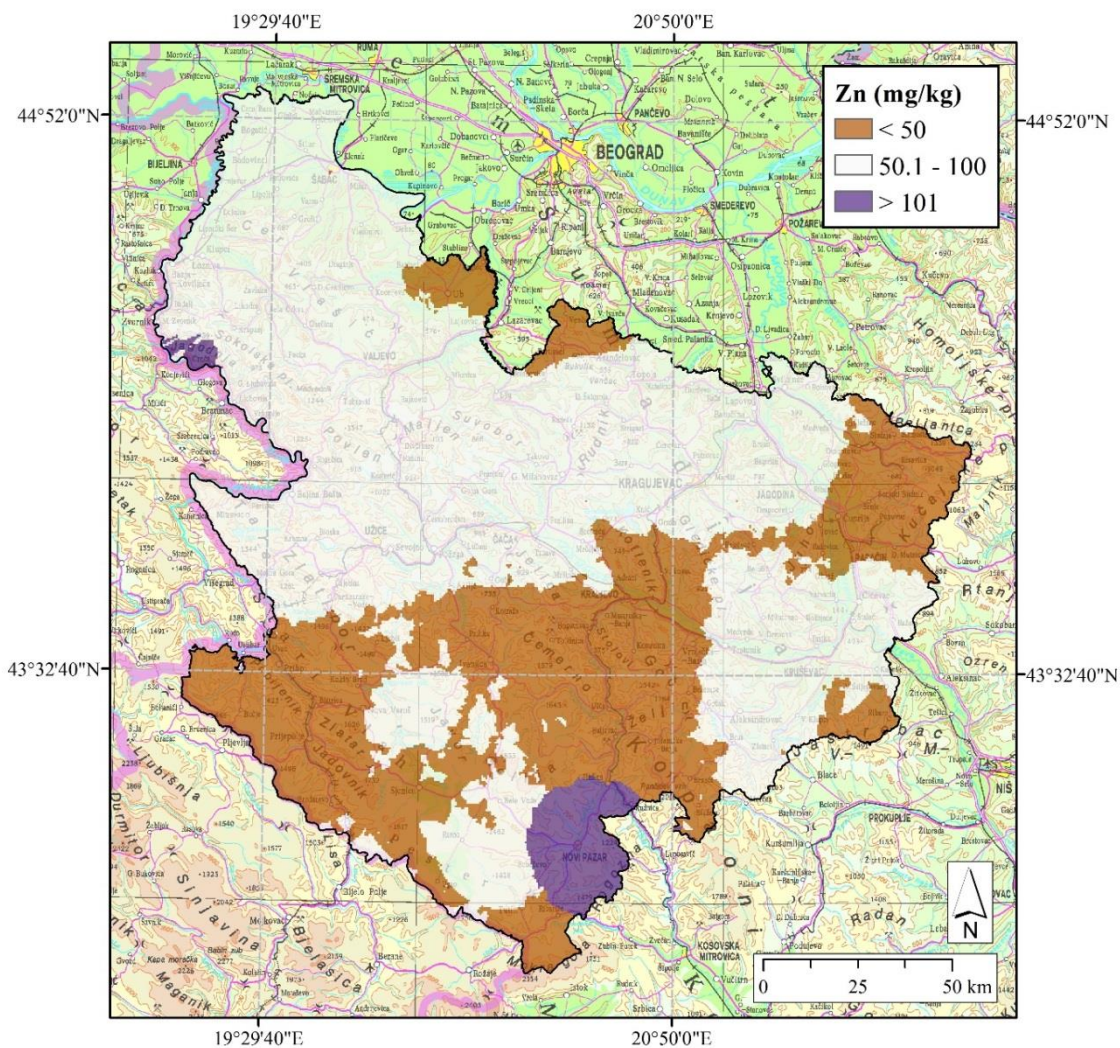
Slika 13. Sadržaj Ni u zemljištima zapadne Srbije

Prosečni sadržaj Pb u zemljištima istraživanog područja iznosi 45,61 mg/kg, što je nešto više od ranije ustanovljene prosečne vrednosti od 40 mg/kg, za područje centralne Srbije (Mrvić et al. 2009). Razlog za postojanje ove razlike leži u činjenici da je zemljište u nekim delovima zapadne Srbije formirano u okolini i/ili direktno na rudnim nalazištima. Naime, u okolini Loznice, u pojedinim uzorcima izmerene koncentracije su > 500 mg/kg, dok su se na prostoru oko planine Rudnik kreću u opsegu od 50-100 mg/kg. Isto tako, po povišenom sadržaju Pb, izdvaja se južni deo istraživanog područja, na prostoru koji zahvata masiv planine Kopaonik (Slika 14).



Slika 14. Sadržaj Pb u zemljištu Zapadne Srbije

Slično kao u slučaju Pb, izmerene su povišene koncentracije Zn sa prosečnom vrednošću od 58,47 mg/kg, što je više od ranije utvrđene prosečne vrednosti sadržaja ovog elementa u zemljištima centralne Srbije, koja iznosi 48 mg/kg (Mrvić et al. 2009). Povišeni sadržaj Zn je rezultat istog geološkog porekla ova dva mikroelementa. Shodno tome, prostorna distribucija odnosno zone sa povišenim sadržajem Zn se podudaraju sa istim ustanovljenim za Pb. Sadržaj Zn > 100 mg/kg je izmeren u uzorcima zemljišta u zoni masiva planine Kopaonik kao i u uzorcima zemljišta u okolini Loznice (Slika 15).



Slika 15. Sadržaj Zn u zemljištu Zapadne Srbije

## 7.2.2. Vrednosti prirodnog fona potencijalno toksičnih elemenata u zemljištu

*Vrednosti dobijene računskim putem (primenom metode medijane)*

Vrednosti prirodnog fona potencijalno toksičnih elemenata izračunate su metodom izačunavanja realnih vrednosti za sve elemente kao i upotrebom logaritamskih vrednosti za As, Cd, Cr, Ni, Cr i Zn, zbog velike disperzije pojedinačnih podataka koji su uslovlili vrednost koeficijenta varijacije (CV) iznad 100% (Tabela 94).

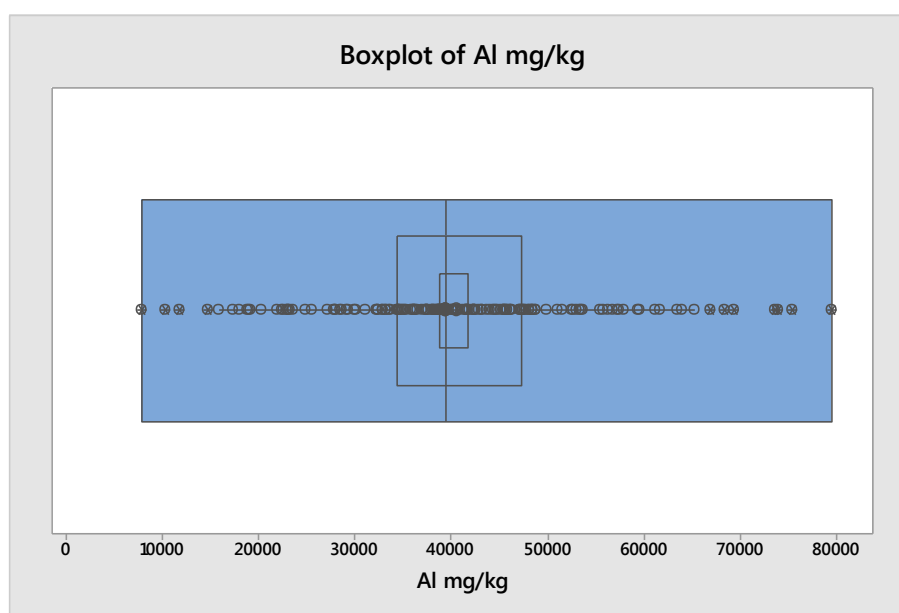
Tabela 94. Vrednosti prirodnog fona elemenata u zemljištima zapadne Srbije

Element	Način izračunavanja	Jedinica	Vrednost
Al	Prirodne vrednost	%	5,30
Al	Logaritmovanjem	mg/kg	6,70
As	Prirodne vrednost	mg/kg	14,69
As	Logaritmovanjem	mg/kg	17,5
Cd	Prirodne vrednost	mg/kg	1,29
Cd	Logaritmovanjem	mg/kg	2,62
Cr	Prirodne vrednost	mg/kg	96,73
Cr	Logaritmovanjem	mg/kg	135,26
Cu	Prirodne vrednosti	mg/kg	31,3
Hg	Prirodne vrednost	mg/kg	0,193
Ni	Prirodne vrednost	mg/kg	80,85
Ni	Logaritmovanjem	mg/kg	133,66
Pb	Prirodne vrednost	mg/kg	63,88
Pb	Logaritmovanjem	mg/kg	76,68
Zn	Prirodne vrednost	mg/kg	79,84
Zn	Logaritmovanjem	mg/kg	90,36

*Vrednosti dobijene primenom metode box-plot*

U cilju dobijanja tačnijih vrednosti izdvojene su vrednosti trećeg i četvrog kvartala box-plot.

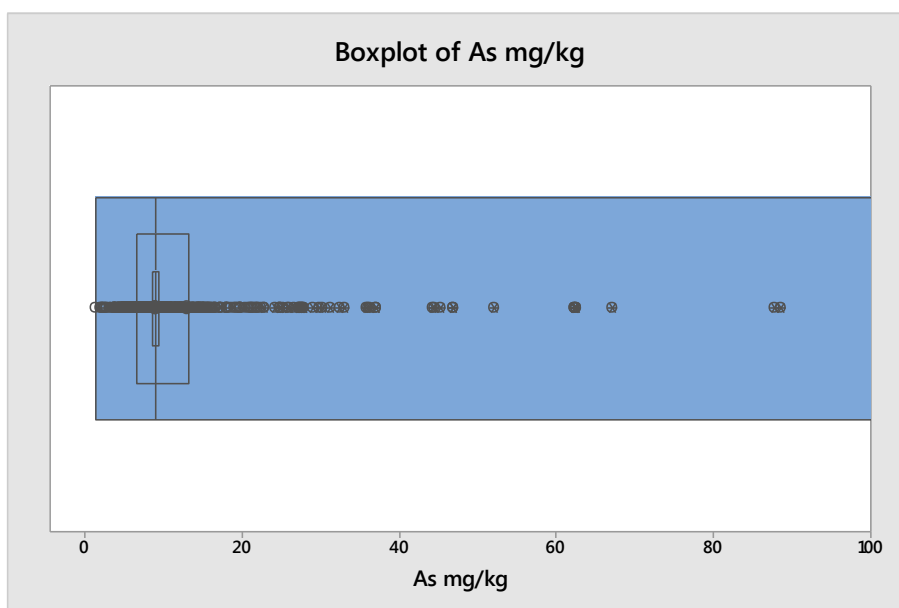
Utvrđene vrednosti za Al za treći kvartal iznose 47275 mg/kg, a utvrđene vrednosti za Al za četvrti kvartal iznose 65345 mg/kg (Slika 16).



Slika 16. Vrednosti trećeg i četvrog kvartala box-plot za Al

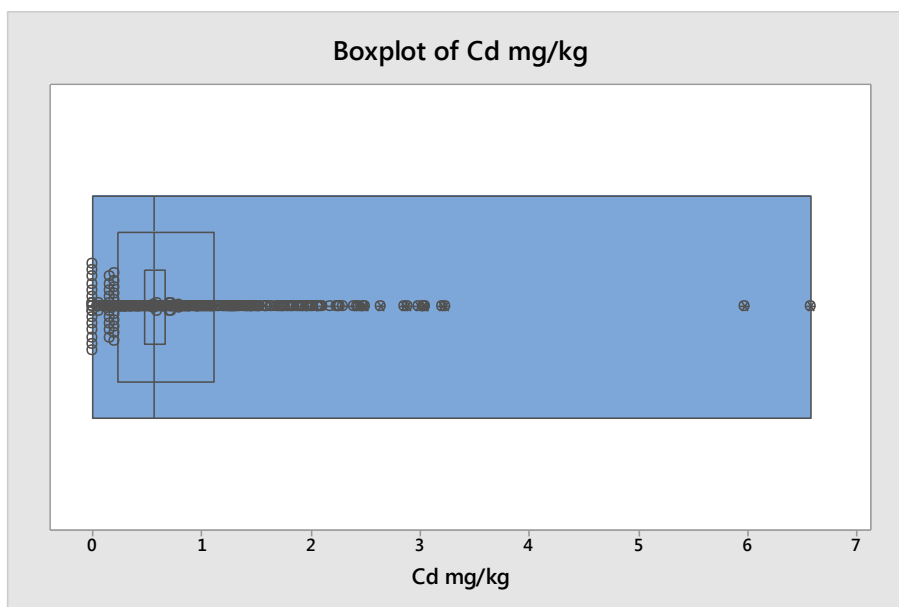


Utvrđene vrednosti za As za treći kvartal iznose 13,19 mg/kg, a utvrđene vrednosti za As za četvrti kvartal iznose 22,8 mg/kg (Slika 17).



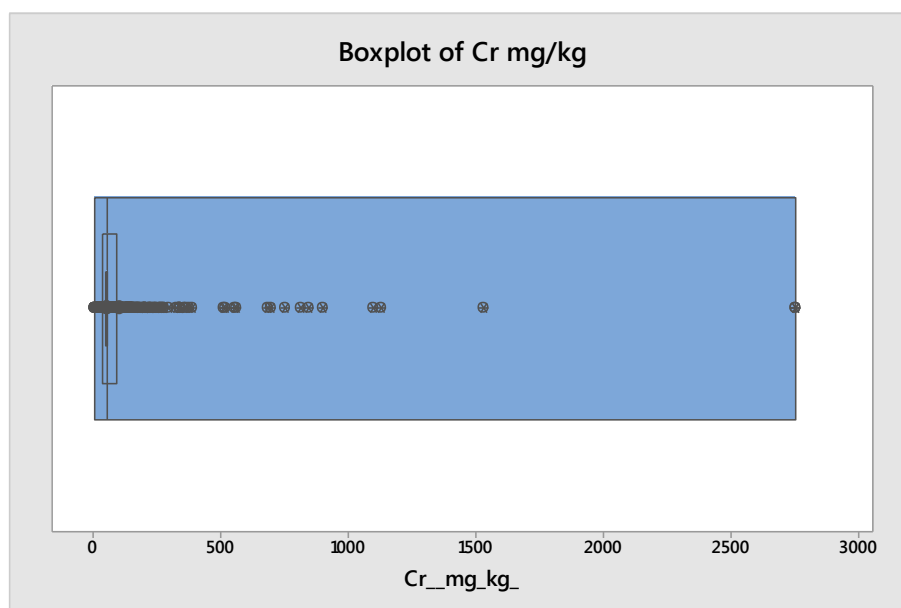
Slika 17. Vrednosti trećeg i četvrog kvartala box-plot za As

Utvrđene vrednosti za Cd za treći kvartal iznose 1,11 mg/kg, a utvrđene vrednosti za Cd za četvrti kvartal iznose 2,40 mg/kg (Slika 18).



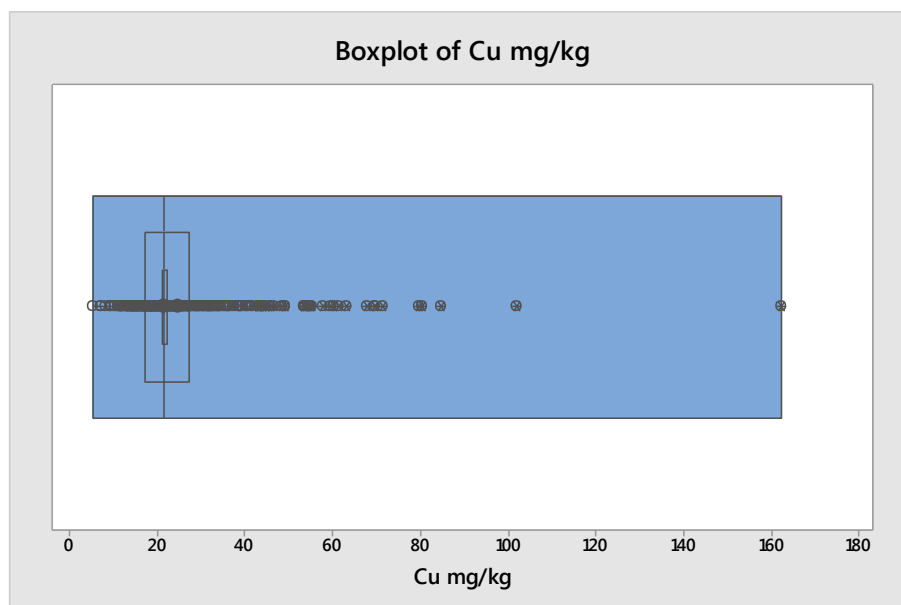
Slika 18. Vrednosti trećeg i četvrog kvartala box-plot za Cd

Utvrđene vrednosti za Cr za treći kvartal iznose 90,83 mg/kg, a utvrđene vrednosti za Cr za četvrti kvartal iznose 177,00 mg/kg (Slika 19).



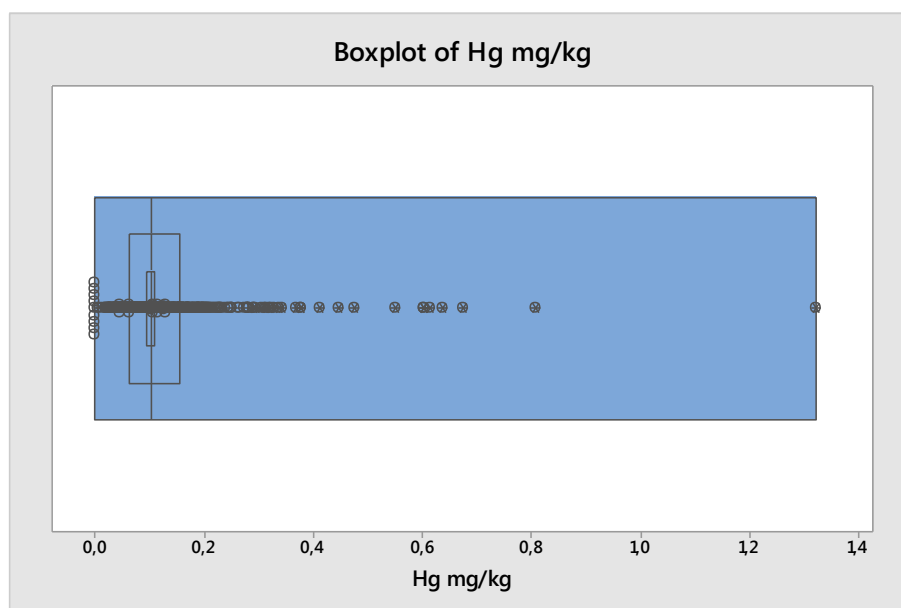
Slika 19. Vrednosti trećeg i četvrog kvartala box-plot za Cr

Utvrđene vrednosti za Cu za treći kvartal iznose 27,40 mg/kg, a utvrđene vrednosti za Cu za četvrti kvartal iznose 41,72 mg/kg (Slika 20).



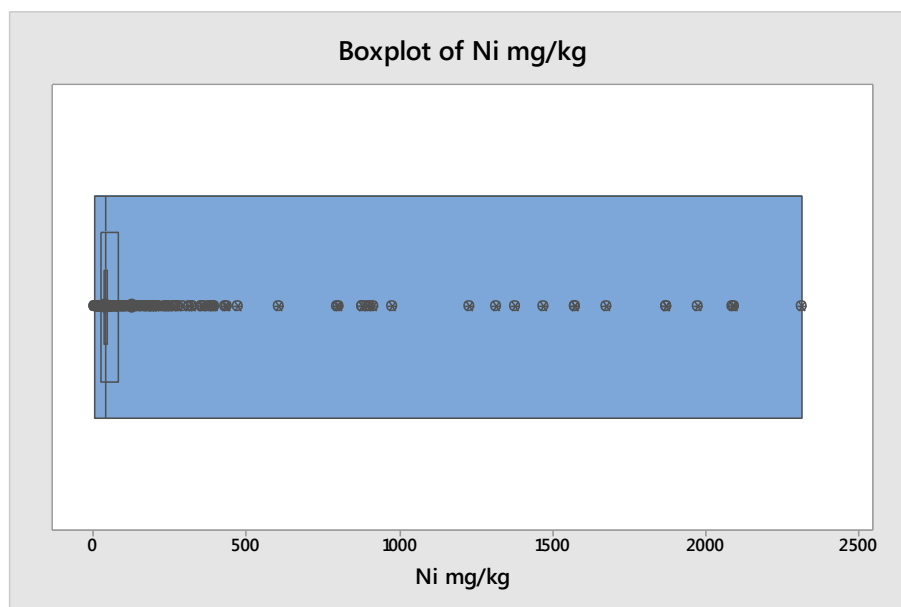
Slika 20. Vrednosti trećeg i četvrog kvartala box-plot za Cu

Utvrđene vrednosti za Hg za treći kvartal iznose 0,154 mg/kg, a utvrđene vrednosti za Hg za četvrti kvartal iznose 0,283 mg/kg (Slika 21).



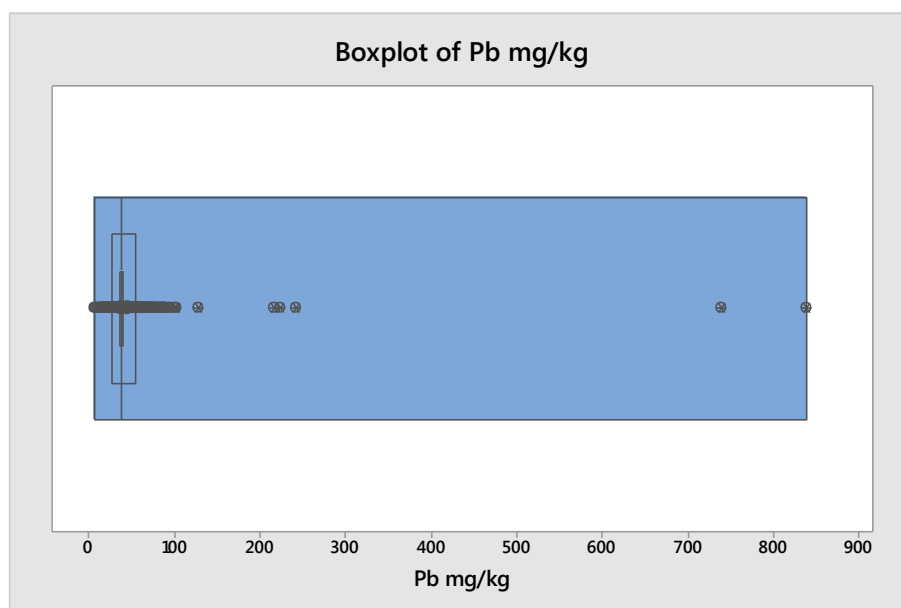
Slika 21. Vrednosti trećeg i četvrog kvartala box-plot za Hg

Utvrđene vrednosti za Ni za treći kvartal iznose 83,22 mg/kg, a utvrđene vrednosti za Ni za četvrti kvartal iznose 169,90 mg/kg (Slika 22).



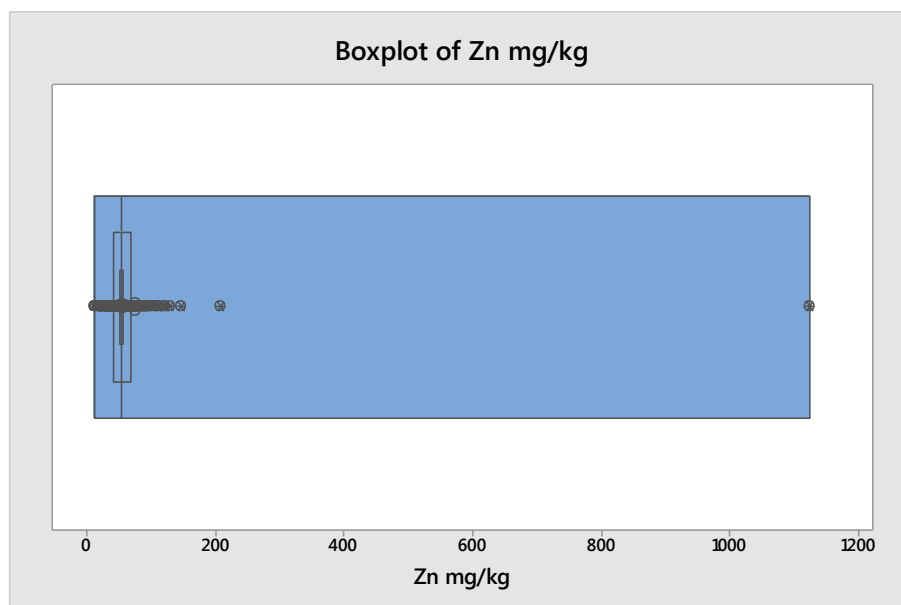
Slika 22. Vrednosti trećeg i četvrog kvartala box-plot za Ni

Utvrđene vrednosti za Pb za treći kvartal iznose 54,07 mg/kg, a utvrđene vrednosti za Pb za četvrti kvartal iznose 94,50 mg/kg (Slika 23).



Slika 23. Vrednosti trećeg i četvrog kvartala box-plot za Pb

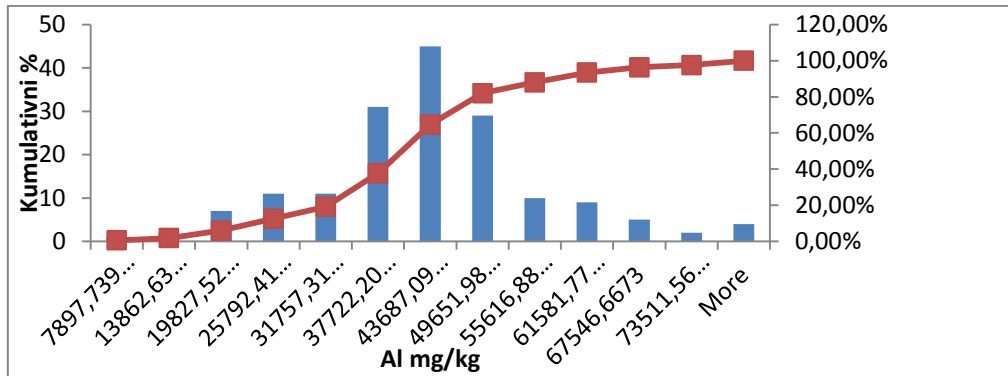
Utvrđene vrednosti za Zn za treći kvartal iznose 68,43 mg/kg, a utvrđene vrednosti za Zn za četvrti kvartal iznose 103,74 mg/kg (Slika 24).



Slika 24. Vrednosti trećeg i četvrog kvartala box-plot za Zn

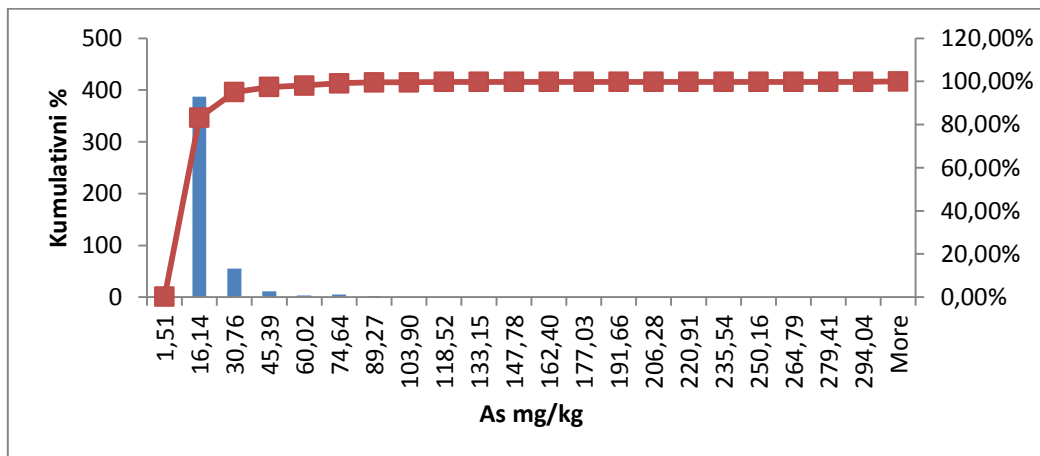
Vrednosti dobijene primenom Kumulativne krive (CDF dijagram)

Vrednosti prelomnih tačaka u okviru CDF grafika za Al iznose 3,17; 3,77 i 4,37 % (Slika 25).



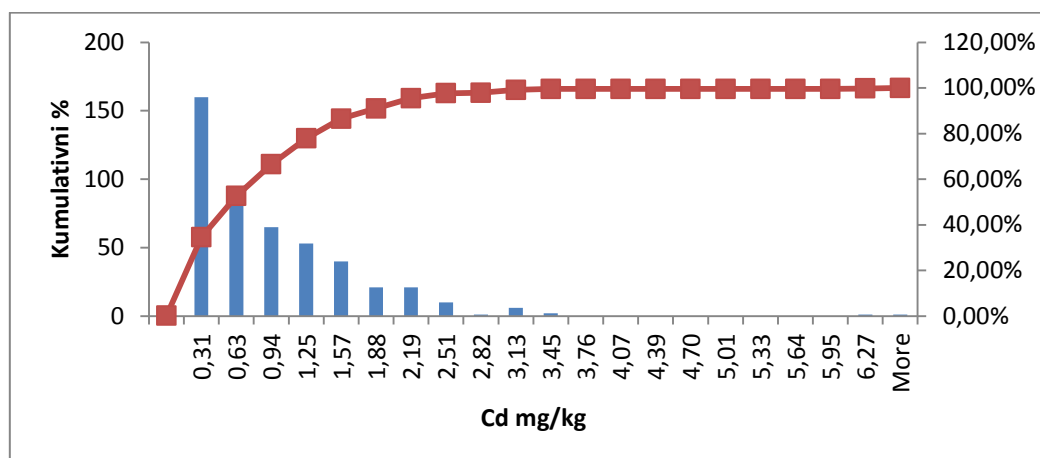
Slika 25. CDF dijagram za Al

Vrednosti prelomnih tačaka u okviru CDF grafika za As iznose 16,14 i 30,76 mg/kg (Slika 26).



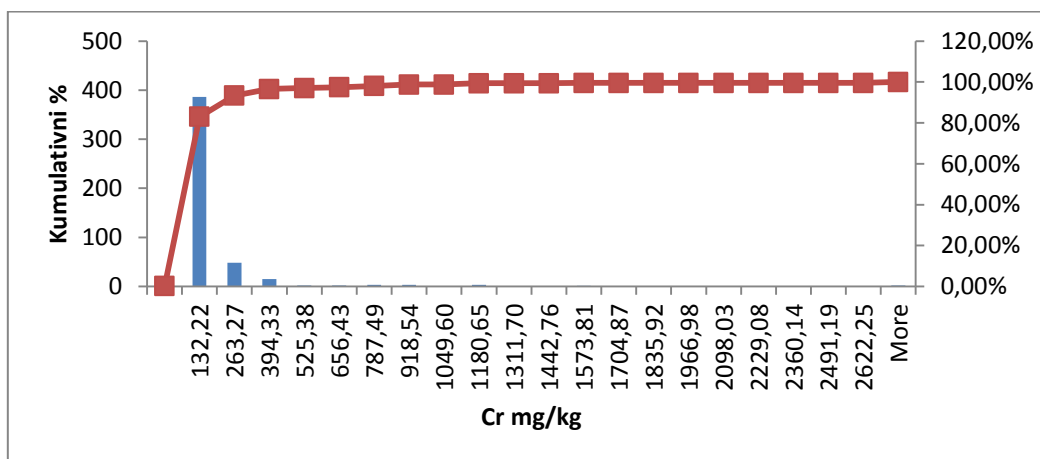
Slika 26. CDF dijagram za As

Vrednosti prelomne tačke u okviru CDF grafika za Cd iznose 1,25 i 1,88 mg/kg (Slika 27).



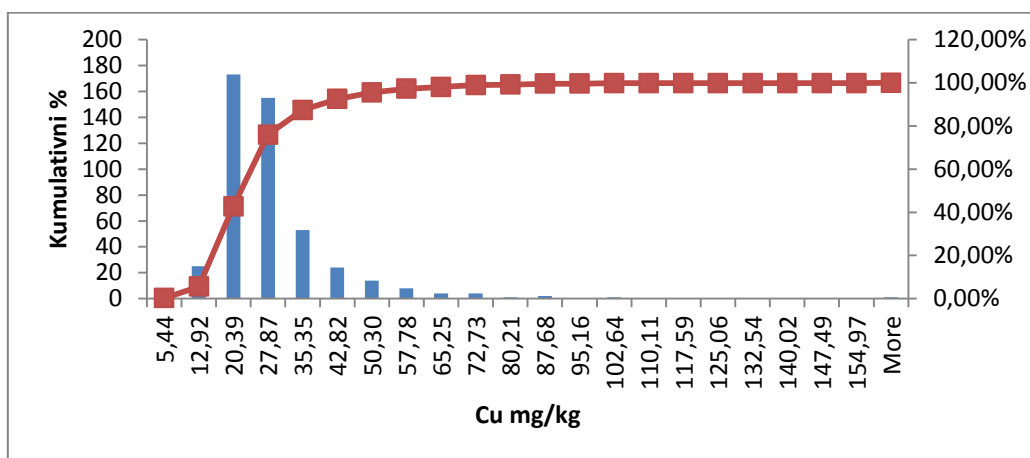
Slika 27. CDF dijagram za Cd

Vrednosti prelomne tačke u okviru CDF grafika za Cr iznose 132,22 i 263,27 mg/kg (Slika 28).



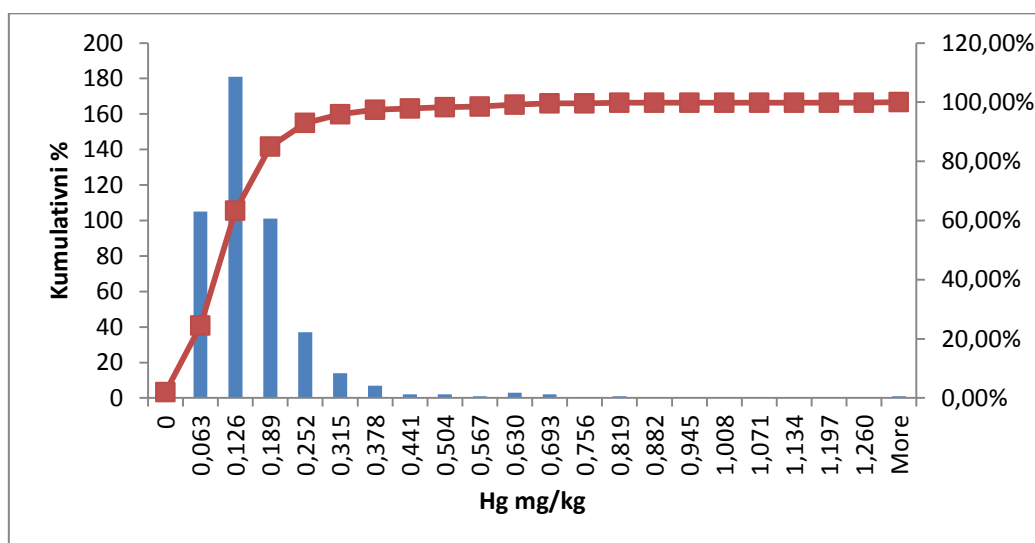
Slika 28. CDF dijagram za Cr

Vrednosti prelomne tačke u okviru CDF grafika za Cu iznose 27,87 i 35,35 mg/kg (Slika 29).



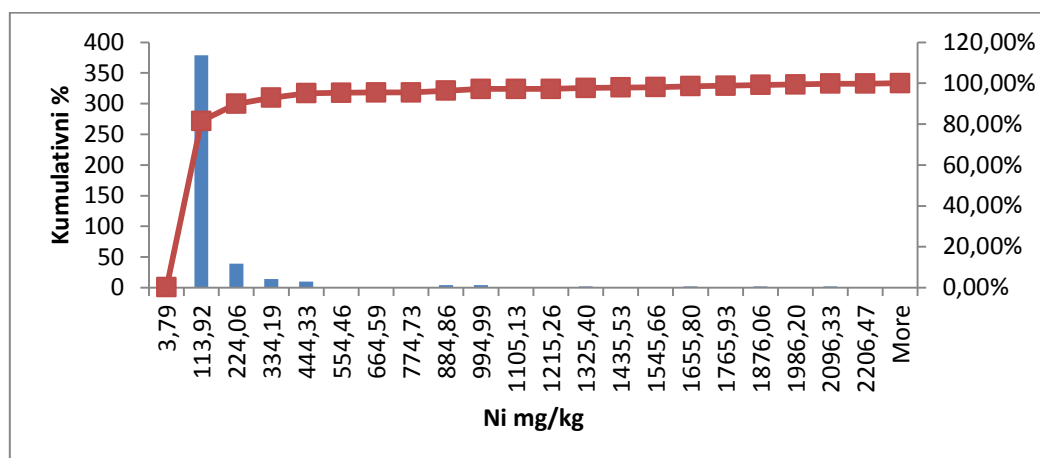
Slika 29. CDF dijagram za Cu

Vrednosti prelomnih tačaka u okviru CDF grafika za Hg su 0,189; 0,252 mg/kg (Slika 30).



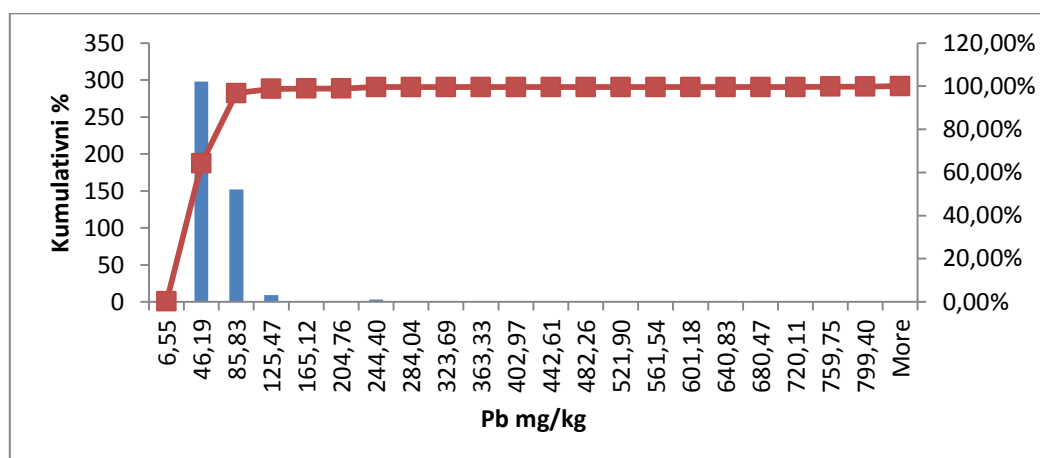
Slika 30. CDF dijagram za Hg

Vrednosti prelomne tačke u okviru CDF grafika za Ni iznose 113,92 i 224,06 mg/kg (Slika 31).



Slika 31. CDF dijagram za Ni

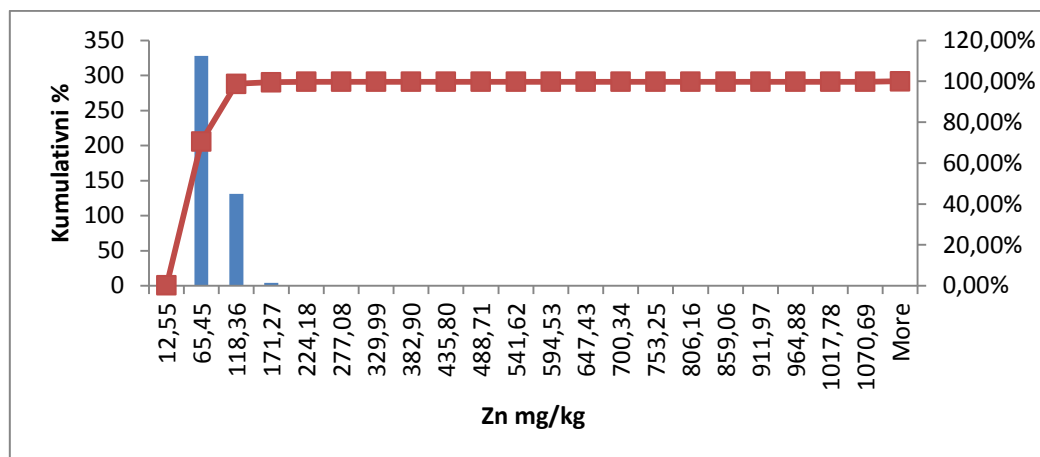
Vrednosti prelomnih tačaka u okviru CDF grafika za Pb iznose 46,19 i 85,83 mg/kg (Slika 32).



Slika 32. CDF dijagram za Pb



Vrednosti prelomnih tačaka u okviru CDF grafika za Zn iznose 65,45 i 118,36 mg/kg (Slika 33).

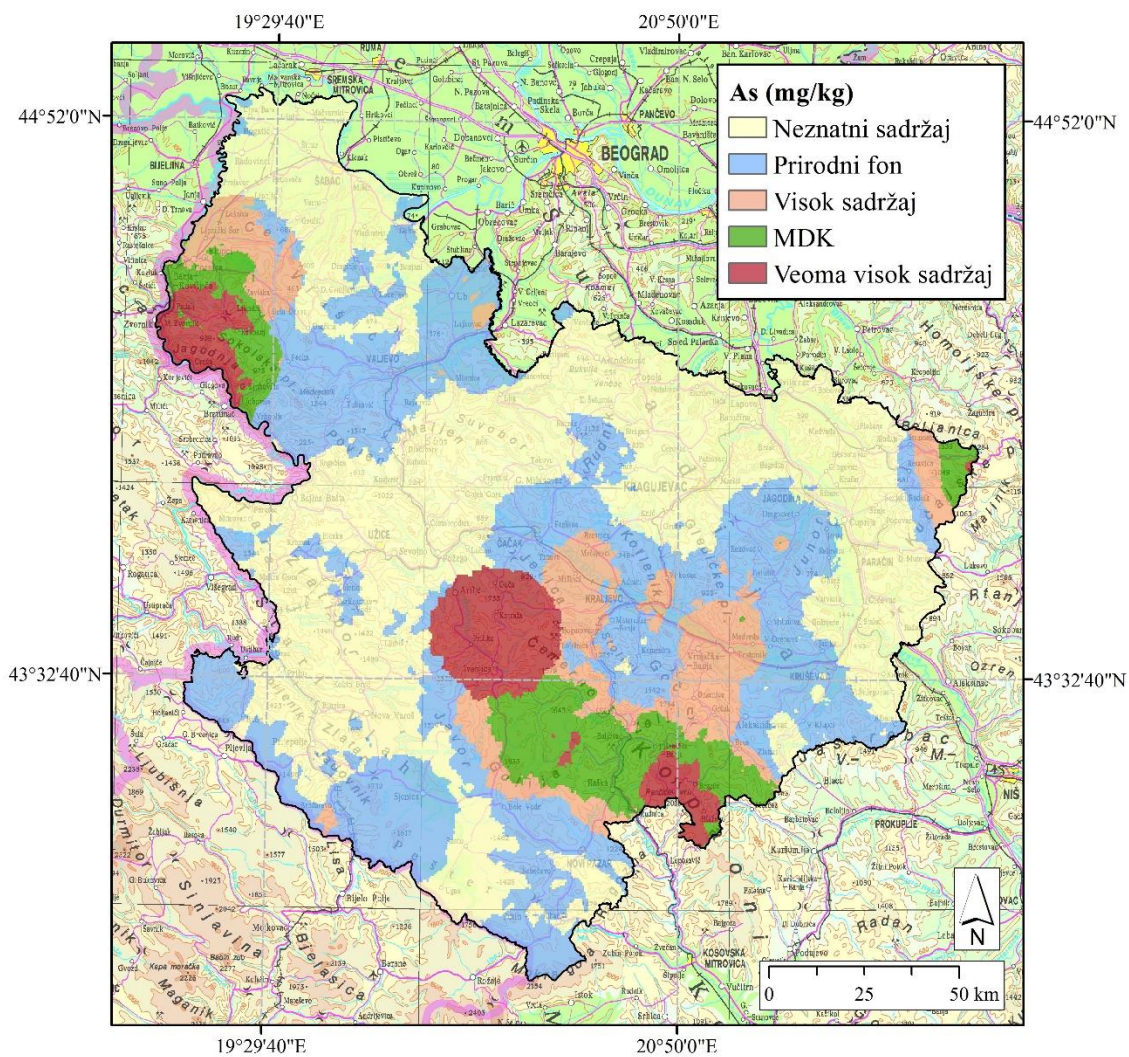


Slika 33. CDF dijagram za Zn

Na osnovu dobijenih rezultata, uočeno je da se primenom različitih metoda izračunavanja dobijaju različite vrednosti granice prirodnog fona elemenata za istraživano područje. Generalno, primenom računске metode, korišćenjem prirodnih vrednosti na osnovu metode medijane ( $MAD+2MAD$ ), dobijene su najniže vrednosti za elemente poput Ni i Cr, jer je u tom slučaju uticaj ekstremnih vrednosti mnogo manji, pri čemu se više vrednosti od dobijenih mogu smatrati rizičnim po životnu sredinu na istraživanom području. Najviše vrednosti sadržaja ispitivanih elemenata utvrđene su upotrebom logaritma pri izračunavanju istom metodom kao i upotrebom grafičke metode box-plot. Imajući u vidu značaj poznavanja prirodnog fona hemijskih elemenata u definisanju njihovih efekata na životnu sredinu i lanac ishrane, veličinu teritorije obuhvaćene istraživanjem, veliku disperziju dobijenih podataka, kao i podudaranje pojedinih rezultata dobijenih primenom navedenih metoda kao i prostorne distribucije elemenata, odlučeno je da se u daljem razmatranju koristi matematička metoda izračunavanja vrednosti prirodnog fona ispitivanih elemenata na osnovu prirodnih vrednosti.

### *Prostorna distribucija sadržaja As u odnosu na prirodni fon zemljišta*

Kada je o arsenu reč, na najvećem delu teritorije obuhvaćene istraživanjem sadržaj ovog elementa u zemljištu je  $< 10$  mg/kg (44,66%). To su centralne zone područja zapadne Srbije, od Zlatibora na zapadu preko Užica i Arandelovca na istoku, i dalje se ova zona proteže jugoistočno do Kragujevca i Čićevca. U južnom delu ispitivanog područja, na potezu od Osečine do Šapca i Sremske Mitrovice na Savi, i Prnjavora na Drini, sadržaj ovog elementa u zemljištu je na nivou prosečnih za zemljišta u Srbiji (11 mg/kg, Mrvić et al. 2009). Povišeni sadržaj,  $> 25$  mg/kg, izmeren je u zemljištima u okolini Malog Zvornika koji obuhvataju planinske masive Jagodnje i zapadne obronke Sokolskih planina, gde dominiraju stene bogate rudama, i gde se obavlja eksploatacija rude olova i antimona (lokaliteti Zajača i Stolac). Takođe, povišeni sadržaj As je izmeren i u zemljištima u okolini Ivanjice gde preovlađuju metamorfne stene koje pripadaju rudnoj zoni planine Golije, gde postoje rudna nalazišta olova, cinka, volframa i antimona. Isto tako, povišen sadržaj je izmeren u zemljištima lociranim na obroncima Kopaonika koji zahvataju i rudna nalazištima olova u rudarskom basenu Trepča. Na prostoru između Kopaonika i Ivanjice, utvrđena je zona koju karakteriše viši sadržaj As u odnosu na utvrđenu vrednost prirodnog fona i vrednost visokog sadržaja (pridoni fon dobijen logaritamskim izračunavanjem), koji logično povezuje ova dva ekstrema (Slika 34). Na sličan način, prostiru se površine sa povišenim sadržajem ovog elementa u okolini Zvornika. Povišeni sadržaj As na navedenom prostoru je takođe i rezultat intezivne voćarske proizvodnje koja podrazumeva upotrebu pesticida. Međutim, površina na kojoj je u zemljištima utvrđen sadržaj ovog elementa iznad MDK obuhvata samo 6,25% teritorije istraživanog područja, i to su površine pretežno pod voćarskim kulturama, čime se značajno smanjuje njegov negativan efekat u lancu ishrane zato što u plodovima najčešće nema As ili ga ima u koncentracijama koje ne predstavljaju rizik po zdravlje. Površine zemljišta sa sadržajem As u opsegu prirodnog fona i površine zemljišta sa neznatnim sadržajem ovog elementa, zahvataju veliki deo teritorije istraživanog područja (77%), što ukazuje na odsustvo kontaminacije arsenom (Tabela 95). Uzimajući u obzir i područja na kojima se nalaze zemljišta u kojima je prosečan sadržaj As ispod vrednosti MDK, koja se shodno tome smatraju bezbednim za proizvodnji hrane, jasno je da As ne predstavlja ograničavajući faktor u proizvodnji biljnih kultura na području zapadne Srbije.



Slika 34. Sadržaj As u zemljištu u odnosu na referentne vrednosti\* (\*Referentne vrednosti: Neznatni sadržaj-u okvirima proseka za centralnu Srbiju, 10 mg/kg; Prirodni fon, 14 mg/kg; Visok sadržaj-fon dobijen na osnovu logaritamskih vrednosti, 18mg/kg; MDK 25 mg/kg)

Tabela 95. Prostorna distribucija sadržaja As u odnosu na referentne vrednosti za As

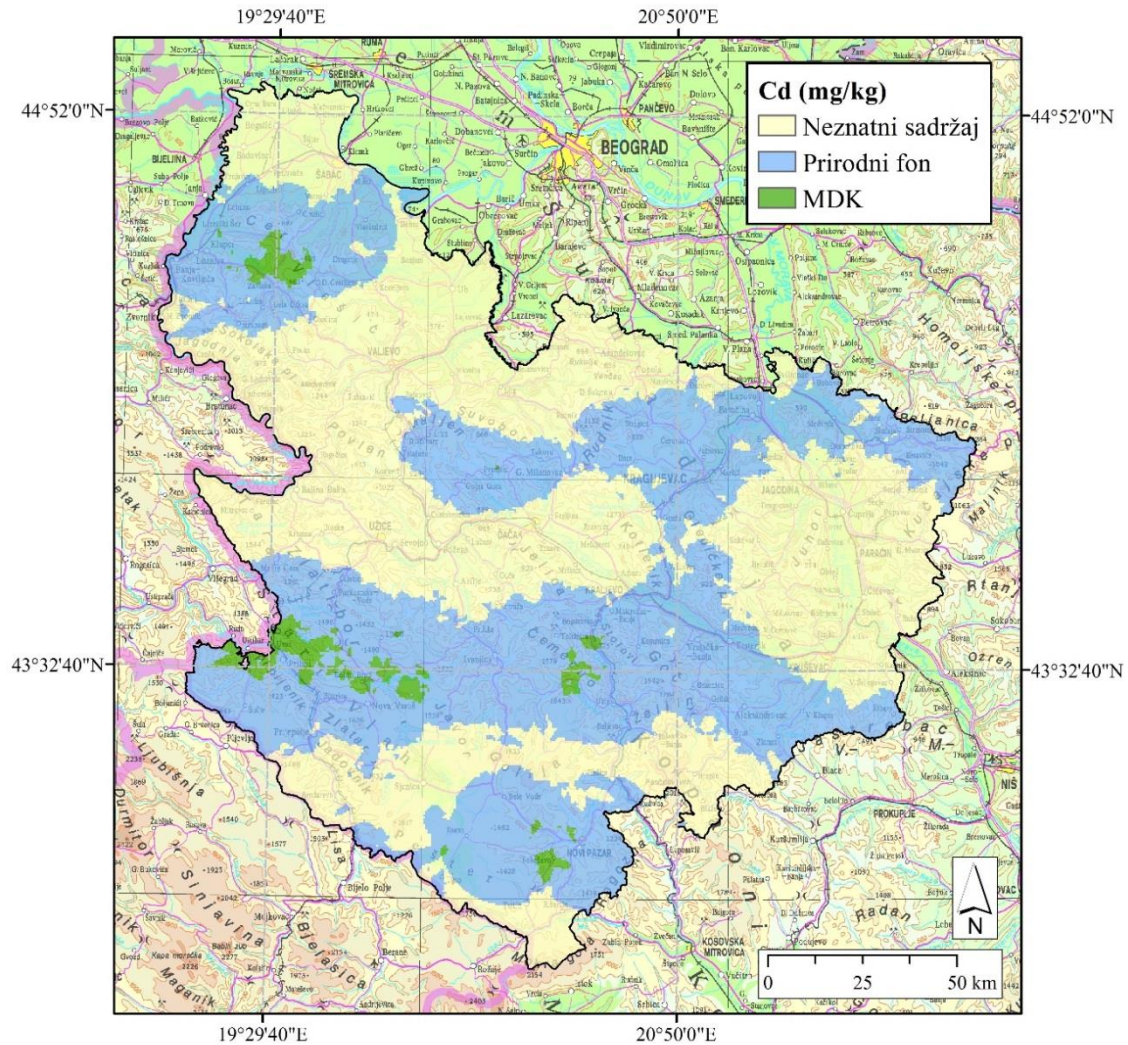
As (mg/kg)	km <sup>2</sup>	%
Neznatni sadržaj	11833,41	44,66
Prirodni fon	8576,22	32,37
Visok sadržaj	2551,20	9,63
MDK	1878,42	7,09
Veoma visok sadržaj	1655,74	6,25
<b>Ukupno</b>	<b>26495,00</b>	<b>100,00</b>

### *Prostorna distribucija sadržaja Cd u odnosu na prirodni fon zemljišta*

U pogledu sadržaja kadmijuma, uočljivo je da zemljišta sa neznatnim sadržajem (u okvirima prosečnih vrednosti za Srbiju) zahvataju najveće površine na ispitivanom području. Naime, udeo površina sa sadržajem Cd u okviru vrednosti utvrđenog prirodnog fona za ovaj element iznosi čak 97,84% (Tabela 96). Sadržaj Cd viši u odnosu na prirodni fon koji dostiže vrednost MDK je izmeren u uzorcima zemljišta na području Pešterske visoravni, u zemljištima obrazovanim na krečnjaku, zatim u zoni bogatoj nalazištima ruda cinka i olova, i u okolini Zvornika, Čemerna i Stolova. Takođe, izmeren je povišen sadržaj ovog elementa na potezu Uvac-Kokin Brod (vezan za geološki prelaz između krenjačkih i magmatskih stena). Povezivanjem rudnih nalazišta planinskih oblasti Rudnika, Goča i Zlatibora nastaje zona koju karakteriše viši sadržaj Cd od prosečnih vrednosti utvrđenih za zemljišta Srbije (0,8 mg/kg, Mrvić et al. 2009) ali ispod utvrđenog prirodnog fona (Slika 35).

Tabela 96. Prostorna distribucija sadržaja Cd u odnosu na referentne vrednosti za Cd

<b>Cd (mg/kg)</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
Neznatni sadržaj	13837,67	52,23
Prirodni fon	12058,13	45,51
MDK	599,20	2,26
<b>Ukupno</b>	<b>26495,00</b>	<b>100,00</b>



Slika 35. Sadržaj Cd u zemljištu u odnosu na referentne vrednosti\* (\*Referentne vrednosti: Neznatni sadržaj-u okviru proseka za centralnu Srbiju, 0,8 mg/kg; Prirodni fon, 1,3mg/kg; Visok sadržaj >1,3mg/kg)

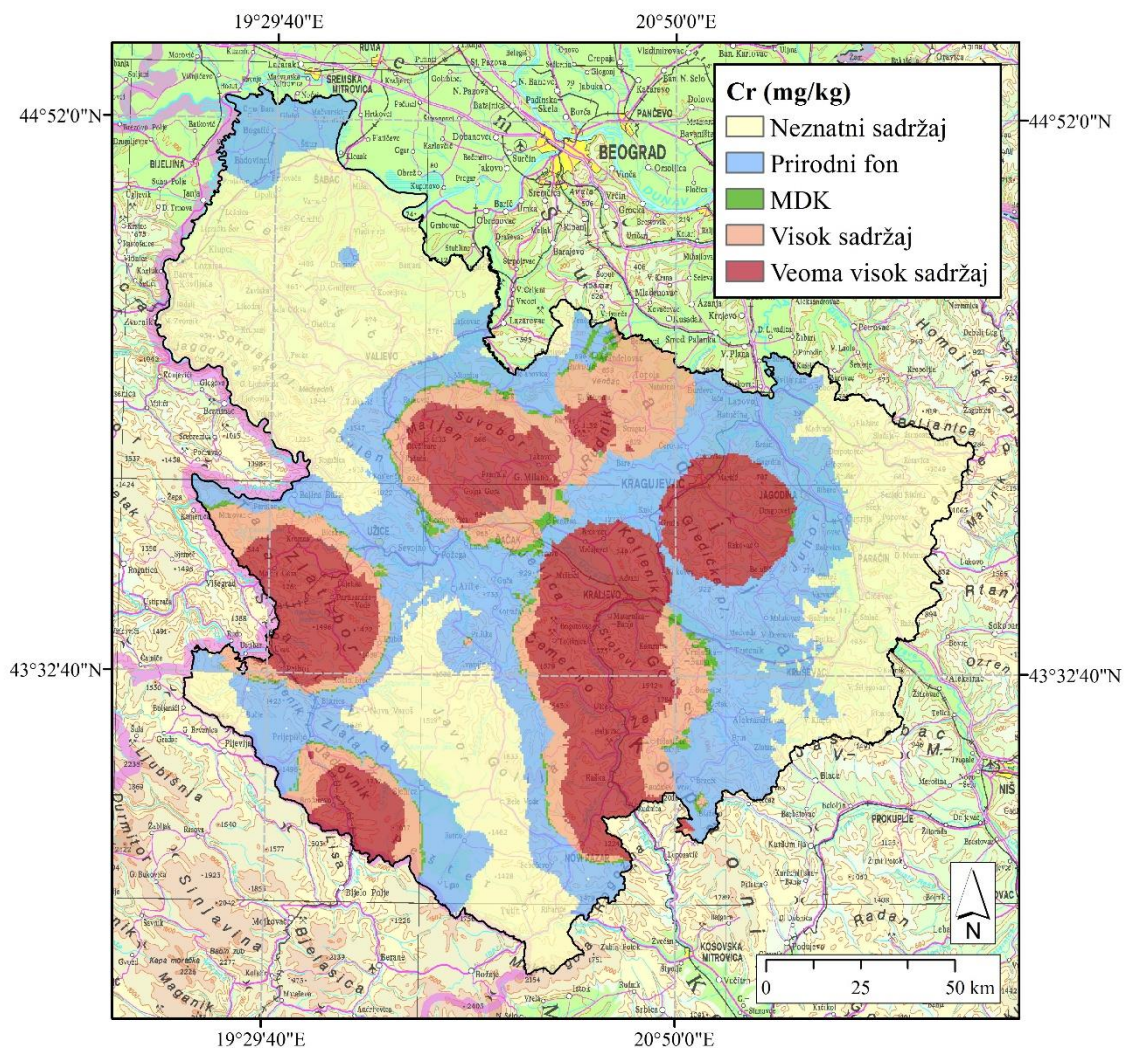
#### *Prostorna distribucija sadržaja Cr u odnosu na prirodni fon zemljišta*

Sadržaj hroma u opsegu neznatnog sadržaja (na nivou prosečne vrednosti za područje Srbije, 50 mg/kg) obuhvata značajan deo istraživane teritorije (35,54%). Pritom, posebno se izdvajaju površine u severnom delu ispitivanog područja, u kvadratu između Ljubovije, Uba, Šapca i Loznice. Takođe, uočavaju se površine na istočnom obodu području, koje se protežu od Kruševca na jugu do obronaka planina Beljanice i Rtnja na istoku. Vrlo visoke vrednosti prirodnog fona za ovaj element, > 135 mg/kg (sadržaj prirodnog fona na osnovu logaritamskih vrednosti) izmerene su u zoni planinskih masiva sa dominacijom serpetinita i

ultramafičnih stena (Zlatiborski, Zlatarsko-Jadovički, Gočanski, i Maljensko-Rudnički masivi), Slika 36. Osim pomenutih masiva, prostorna distribucija površina sa povišenim sadržajem Cr uključuje i aluvijalna zemljišta u slivovima reka Zapadne Morave i Velike Morave, Kolubare, Ibra kao i jednog dela Posavine koji je pod uticajem geološke podloge Fruškogorskog masiva koja zauzimaju 21,87% ispitivanog područja (Tabela 97). Utvrđena vrednost prirodnog fona za Cr uslovlila je da se površine uz rečne tokove u zapadnoj Srbiji sada nađu u opsegu vrednosti prirodnog fona za ovaj element. Sadržaj Cr iznad prirodnog fona je utvrđen pretežno u zemljištima planinskih oblasti koje nisu u režimu intezivne poljoprivredne proizvodnje. Dobijena vrednost prirodnog fona od 97 mg/kg može predstavljati problem na delu ispitivanog područja koji karakteriše neznatni sadržaj, obzirom da se prekoračenje vrednosti neznatnog sadržaja ne bi registrovalo kao antropogeni uticaj. Iako bi vrednost prirodnog fona mogla da bude previsoka za tu oblast, činjenica da je ta vrednost ispod MDK opravdava korišćenje te vrednosti kao vrednosti prirodnog fona. Rešenje problema koji nastaje ovim razlikama može predstavljati moguće izuzimanje teritorija sa neznatnim sadržajem ovog elementa i pripajanje drugim delovima teritorije Srbije sa karakterističnim nižim prirodnim fonom za Cr.

Tabela 97. Prostorna distribucija sadržaja Cr u odnosu na referentne vrednosti za Cr

<b>Cr (mg/kg)</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
Neznatni sadržaj	9416,88	35,54
Prirodni fon	8058,26	30,41
MDK	331,83	1,25
Visok sadržaj	2894,38	10,92
Veoma visok sadržaj	5793,65	21,87
<b>Ukupno</b>	<b>26495,00</b>	<b>100,00</b>



Slika 36. Sadržaj Cr u zemljištu u odnosu na referentne vrednosti\* (\*Referentne vrednosti: Neznatni sadržaj-u okvirima proseka za centralnu Srbiju, 50 mg/kg; Prirodni fon, 97 mg/kg; MDK, 100 mg/kg; Visok sadržaj-fon dobijen na osnovu logaritamskih vrednosti, 135 mg/kg; Vrlo visok >135 mg/kg)

#### *Prostorna distribucija sadržaja Cu u odnosu na prirodni fon zemljišta*

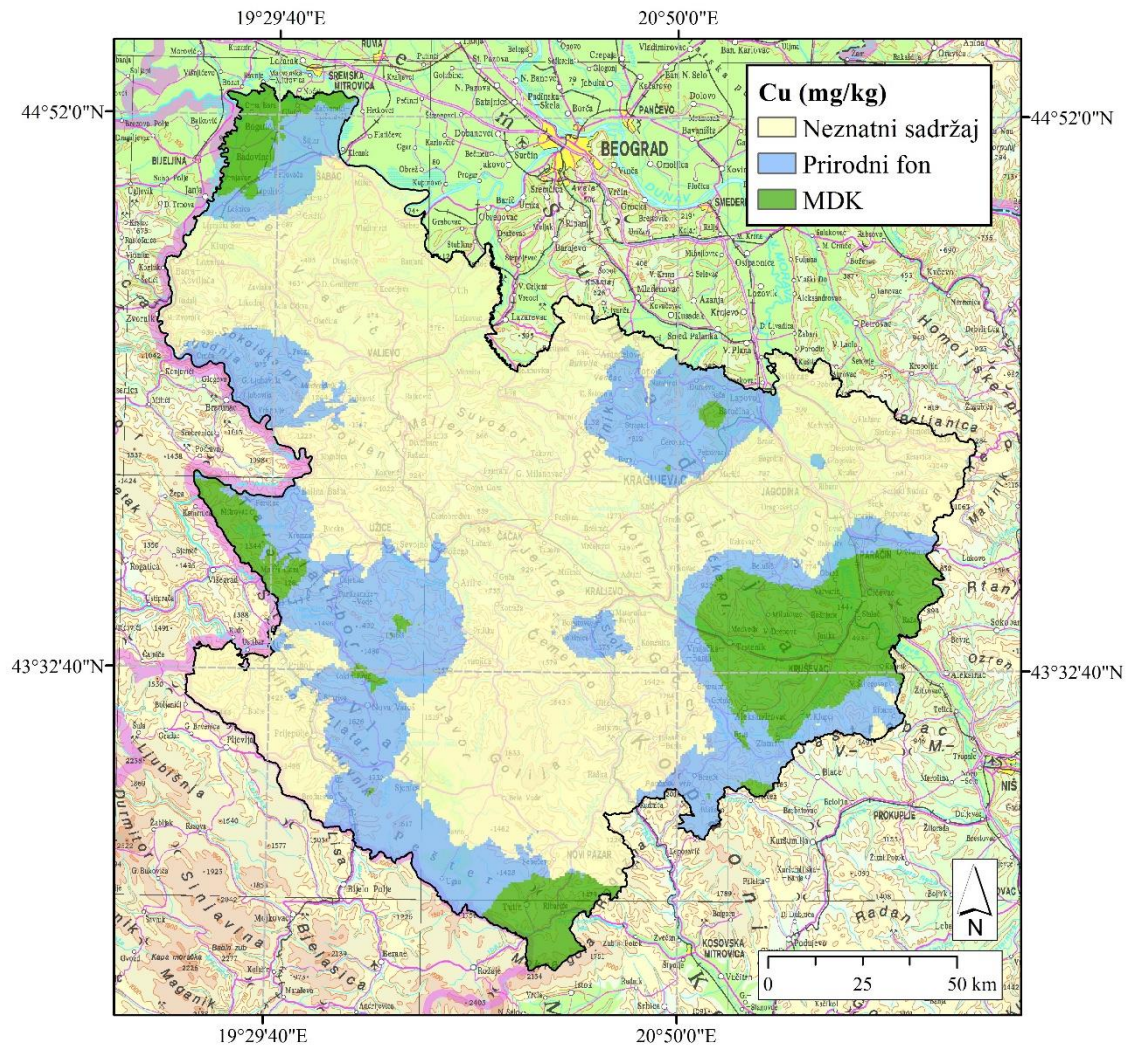
Kada je o sadržaju Cu u ispitivanim zemljištima reč, karakteristično da je najveći deo teritorije obuhvaćen ispitivanjima pokazuje vrednosti < 25 mg/kg (61,72% ukupne površine), što je približno nivou prosečnog sadržaja za ovaj element u zemljištima centralne Srbije (27 mg/kg, Mrvić et al. 2009). Opseg vrednosti utvrđenog prirodnog fona (25-31 mg/kg) je utvrđen na 25,79% ispitivanog područja (Tabela 98). Primetno je da su vrednosti iznad prirodnog fona a do nivoa MDK izmerene u severoistočnom delu ispitivanog područja, u

okolini Čičevca, što je uslovljeno prisustvom neogenih sedimenata koji su delom poreklom od okolnih permskih peščara i jurskih krečnjaka. Takođe, ustanovljen je povišeni sadržaj Cu, iznad utvrđenog prirodnog fona ali ispod MDK, uslovljen ranijim vulkanskim aktivnostima u zoni planina Rogozne i Mokre Gore na zapadu. Podatak da su sve obuhvaćene površine u okviru MDK ukazuje da ne postoji rizik od zagađenja zemljišta bakrom (Slika 37).

Tabela 98. Prostorna distribucija sadržaja Cu u odnosu na referentne vrednosti za Cu

<b>Cu (mg/kg)</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
Neznatni sadržaj	16353,77	61,72
Prirodni fon	6832,29	25,79
MDK	3308,93	12,49
<b>Ukupno</b>	<b>26495,00</b>	<b>100,00</b>





Slika 37. Sadržaj Cu u zemljištu u odnosu na referentne vrednosti\* (\*Referentne vrednosti: Neznatni sadržaj-u okvirima proseka za centralnu Srbiju, 25 mg/kg; Prirodni fon, 31mg/kg; MDK, 100 mg/kg)

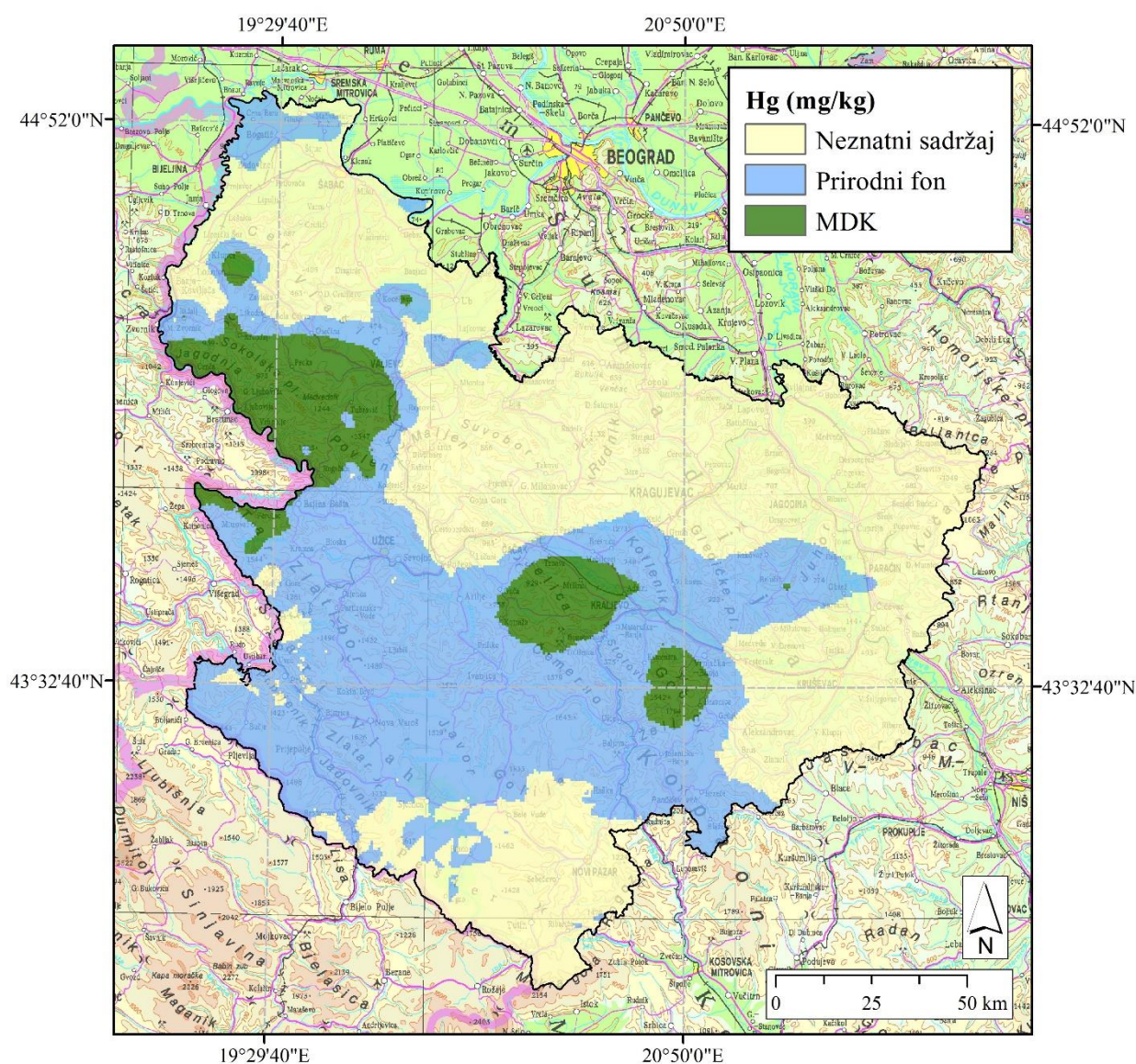
*Prostorna distribucija sadržaja Hg u odnosu na prirodni fon zemljišta*

Prostorna distribucija sadržaja Hg u zemljištima na prostoru zapadne Srbije pokazuje da je na samo 9,97% površine sadržaj ovog elementa iznad vrednosti utvrđenog prirodnog fona ali i da je okviru MDK (Tabela 99). Povišene vrednosti žive u zemljištu u odnosu na prirodni fon su generalno uslovljene karakteristikama matičnog supstrata obzirom na izuzetnu složenost geološkog supstrata zapadne Srbije i imajući u vidu da je živa jedna od pratećih hemijskih komponenti u rudnim nalazištima cinka, srebra i olova. Na to ukazuje i prostorna distribucija ovog elementa u ispitivanim zemljištima (Slika 38). Na osnovu utvrđenih vrednosti, može se

konstatovati da Hg nije ograničavajući faktor u poljoprivrednoj proizvodnji na prostoru zapadne Srbije.

Tabela 99. Prostorna distribucija sadržaja Hg u odnosu na referentne vrednosti za Hg

Hg (mg/kg)	km <sup>2</sup>	%
Neznatni sadržaj	13364,31	50,44
Prirodni fon	10489,81	39,59
MDK	2640,88	9,97
<b>Ukupno</b>	<b>26495,00</b>	<b>100,00</b>



Slika 38. Sadržaj Hg u zemljištu u odnosu na referentne vrednosti\* (\*Referentne vrednosti: Neznatni sadržaj-u okvirima proseka za centralnu Srbiju, 0,120mg/kg; Prirodni fon, 0,193 mg/kg; MDK, 2,00 mg/kg)

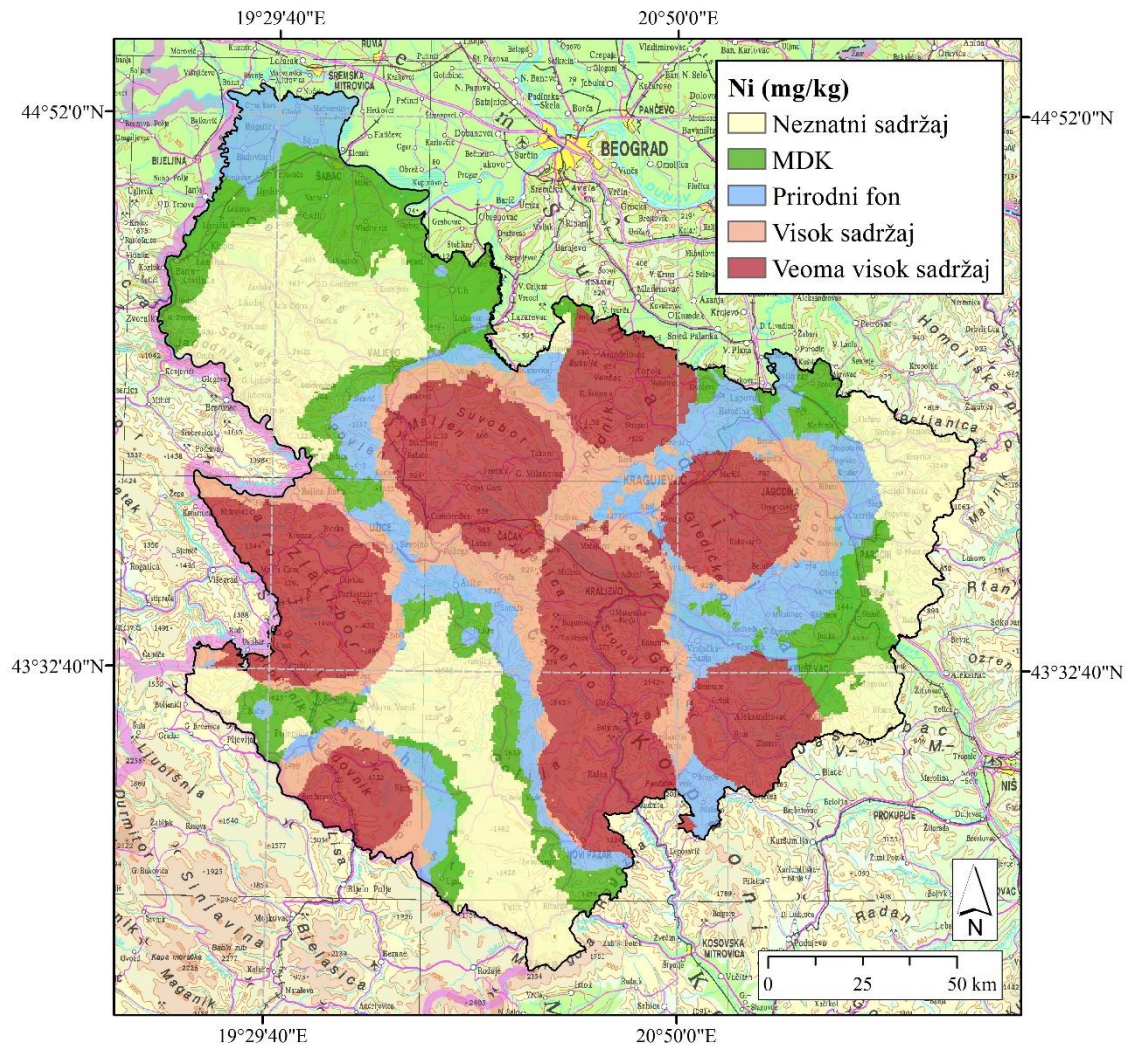
### *Prostorna distribucija sadržaja Ni u odnosu na prirodni fon zemljišta*

Određivanje prirodnog fona Ni je izuzetno kompleksno zbog velikog broja faktora koji utiču na njegov neujednačen sadržaj u zemljištima na prostoru koji je predmet istraživanja, koji uključuju veliku disperziju izmerenih vrednosti sadržaja ovog elementa, njegovu toksičnost i u manjim koncentracijama kao i dominantno geohemijsko poreklo ovog elementa. Neznatan uticaj Ni sa graničnom vrednošću sadržaja ovog elementa od 35 mg/kg propisanom Uredbom o programu sistematskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologiji za izradu remedijacionih programa, SG RS 88/10 2010) je utvrđen na 22,15% istraživanog područja (Tabela 100). To su uglavnom oblasti omeđene rekom Drinom na zapadu i masivom planine Vlašić na istoku, i na jugu oblast od Tutina, preko planine Javor do Nove Varoši i Ivanjice. Vrednosti sadržaja Ni niže od MDK utvrđene su na obodima gore pomenutih oblasti i zahvataju 16,59% istraživanog područja. Nikl u zemljištima u gore navedenim oblastima ne predstavlja rizik za gajenje biljnih kultura, prema važećim zakonskim normama (Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama za njihovo ispitivanje, SG RS 23/94). Međutim, uzimajući u obzir površine koje su obuhvaćene prirodnim fonom (izračunatim na osnovu prirodnih vrednosti, koji iznosi 81 mg/kg) uslovno je dobijeno još 15,20% dodatnih površina (na kojima treba sprovoditi adekvatnu kontrolu sadržaja tog elementa u kulturama koje se proizvode na tom zemljištu) što ukupno iznosi više od 50% istraživanog područja potencijalno bezbednih za poljoprivrednu proizvodnju (Slika 39, Tabela 100). Uočeno je da se na značajnom delu teritorije izmeren sadržaj Ni u zemljištima kreće u opsegu veoma visokog sadržaja ovog elementa (sadržaj iznad prirodnog fona dobijenog logaritamskim putem koji iznosi 134 mg/kg). Naime, zemljišta sa navedenim sadržajem nikla zahvataju 33,85% ispitanih površina, lociranih u zoni planinskih masiva Zlatibora, Maljena, Rudnika, Jadovnika, Goča i Kopaonika, formirana na baznim stenama i serpetinitima. Međutim, navedeni planinski masivi ne predstavljaju zonu rizika za poljoprivrednu proizvodnju zato što se na njima odvija pretežno ekstenzivni tip poljoprivredne proizvodnje uslovljen faktorima poput nadmorske visine, klime i tipa zemljišta. Međutim, veoma visok sadržaj Ni u zemljištima u dolinama velikih reka Zapadne Morave, Velike Morave i Ibra, u značajnoj meri može da utiče na izbor poljoprivrednih kultura. Na takvim površinama, obavezno je sprovođenje dodatnih istraživanja na većem broju uzoraka zemljišta, merenje i analiza sadržaja ovog elementa u biljnim kulturama kao i usklađivanje MDK. Takođe, postoji zona visokog sadržaja Ni,

utvrđena na osnovu logaritamskih vrednosti, koja uslovno uslovljava izbor kultura za poljoprivrednu proizvodnju, koja zahvata 12,21% istraživanog područja (Tabela 100). Osim toga, sadržaj Ni (u severnim delovima istraživanog područja) niži od utvrđenog prirodnog fona ne može biti razlog za davanje dozvole da se antropogenim aktivnostima podigne do nivoa prirodnog fona. Ove prostore treba izuzeti iz teritorije za koju je utvrđen prirodni fon za Ni od 81 mg/kg.

Tabela 100. Prostorna distribucija sadržaja Ni u odnosu na referentne vrednosti za Ni

<b>Ni (mg/kg)</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
Neznatni sadržaj	5867,96	22,15
MDK	4396,74	16,59
Prirodni fon	4027,26	15,20
Visok sadržaj	3235,76	12,21
Veoma visok sadržaj	8967,27	33,85
<b>Ukupno</b>	<b>26495,00</b>	<b>100,00</b>



Slika 39. Sadržaj Ni u zemljištu u odnosu na referentne vrednosti\* (\*Referentne vrednosti: Neznatni sadržaj-na osnovu zakonom propisanih graničnih vrednosti, 35 mg/kg; MDK, 50 mg/kg; Prirodni fon, 81 mg/kg; Visok sadržaj-fon dobijen na osnovu logaritamskih vrednosti, 134 mg/kg; Vrlo visok >134 mg/kg)

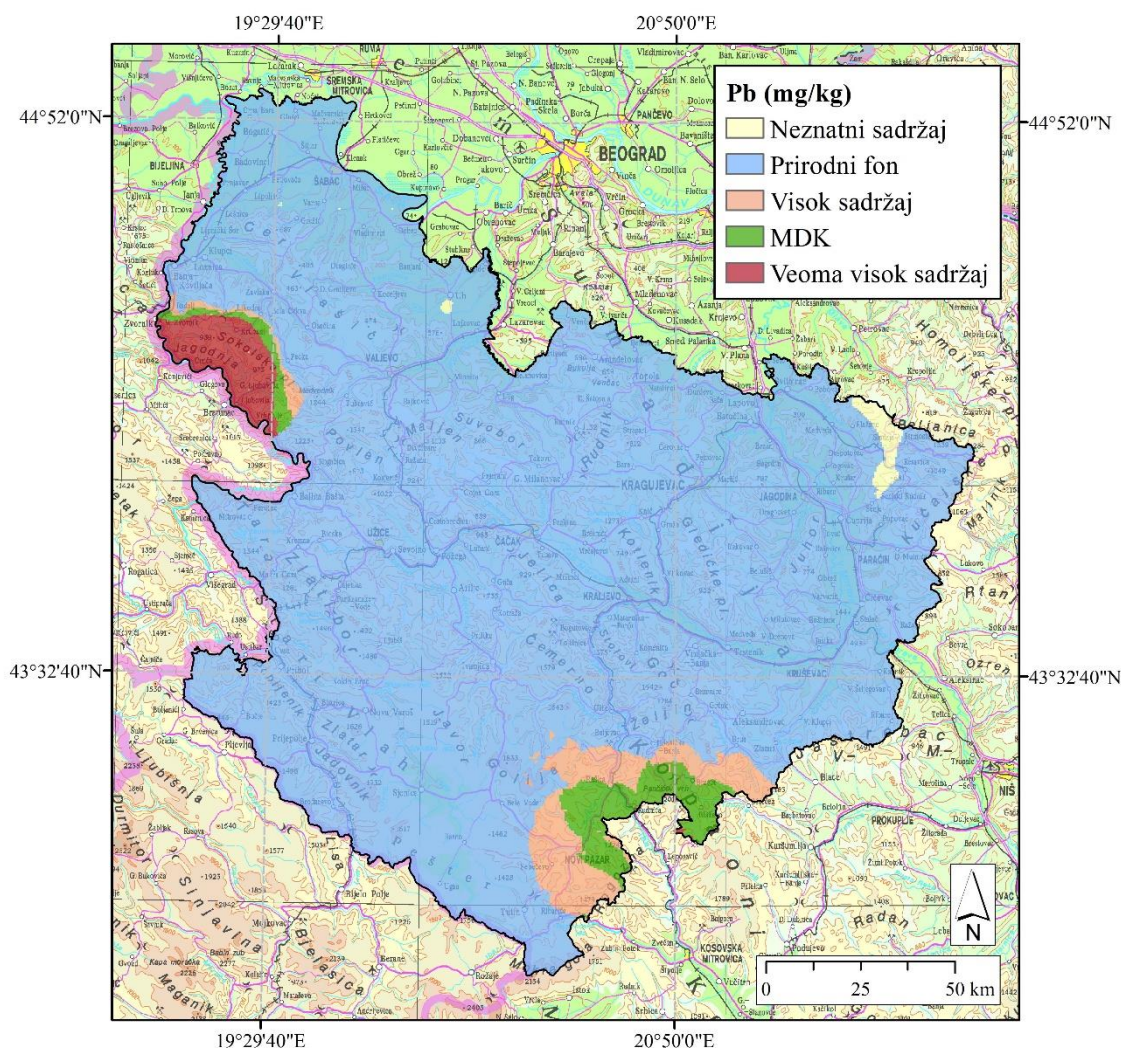
#### *Prostorna distribucija sadržaja Pb u odnosu na prirodni fon zemljišta*

Prostorna distribucija nivoa Pb u zemljištima zapadne Srbije pokazuje da najveći deo teritorije (91,15%) karakteriše opseg vrednosti od 25-64 mg/kg Pb u zemljištu (Slika 40, Tabela 101). Povišene vrednosti Pb su izmerene u zemljištima u zoni masiva planine Kopaonik što je rezultat prirodno visokog sadržaja olova u granitnim stenama uključujući i rudna nalazišta olova u rudarskom basenu Trepča. Najviši sadržaj, iznad MDK (MDK, 100 mg/kg) je izmeren na samo 1,98% teritorije, u uzorcima zemljišta iz okoline Malog Zvornika u zoni planinskih

masiva Jagodnje, i zapadnih obronaka Sokolskih planina, gde su zastupljene stene bogate rudom olova (lokaliteti Zajača i Stolac, na kojima se vrši eksploatacija rude olova).

Tabela 101. Prostorna distribucija sadržaja Pb u odnosu na referentne vrednosti za Pb

<b>Pb (mg/kg)</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
Neznatni sadržaj	144,06	0,54
Prirodni fon	24150,64	91,15
Visok sadržaj	958,71	3,62
MDK	716,80	2,71
Veoma visok sadržaj	524,79	1,98
<b>Ukupno</b>	<b>26495,00</b>	<b>100,00</b>



Slika 40. Sadržaj Pb u zemljištu u odnosu na referentne vrednosti\* (\*Referentne vrednosti: Neznatni sadržaj, 25 mg/kg; Prirodni fon, 64 mg/kg; Visok sadržaj-fon dobijen na osnovu logaritamskih vrednosti, 77 mg/kg; MDK, 100 mg/kg)

#### *Prostorna distribucija sadržaja Zn u odnosu na prirodni fon zemljišta*

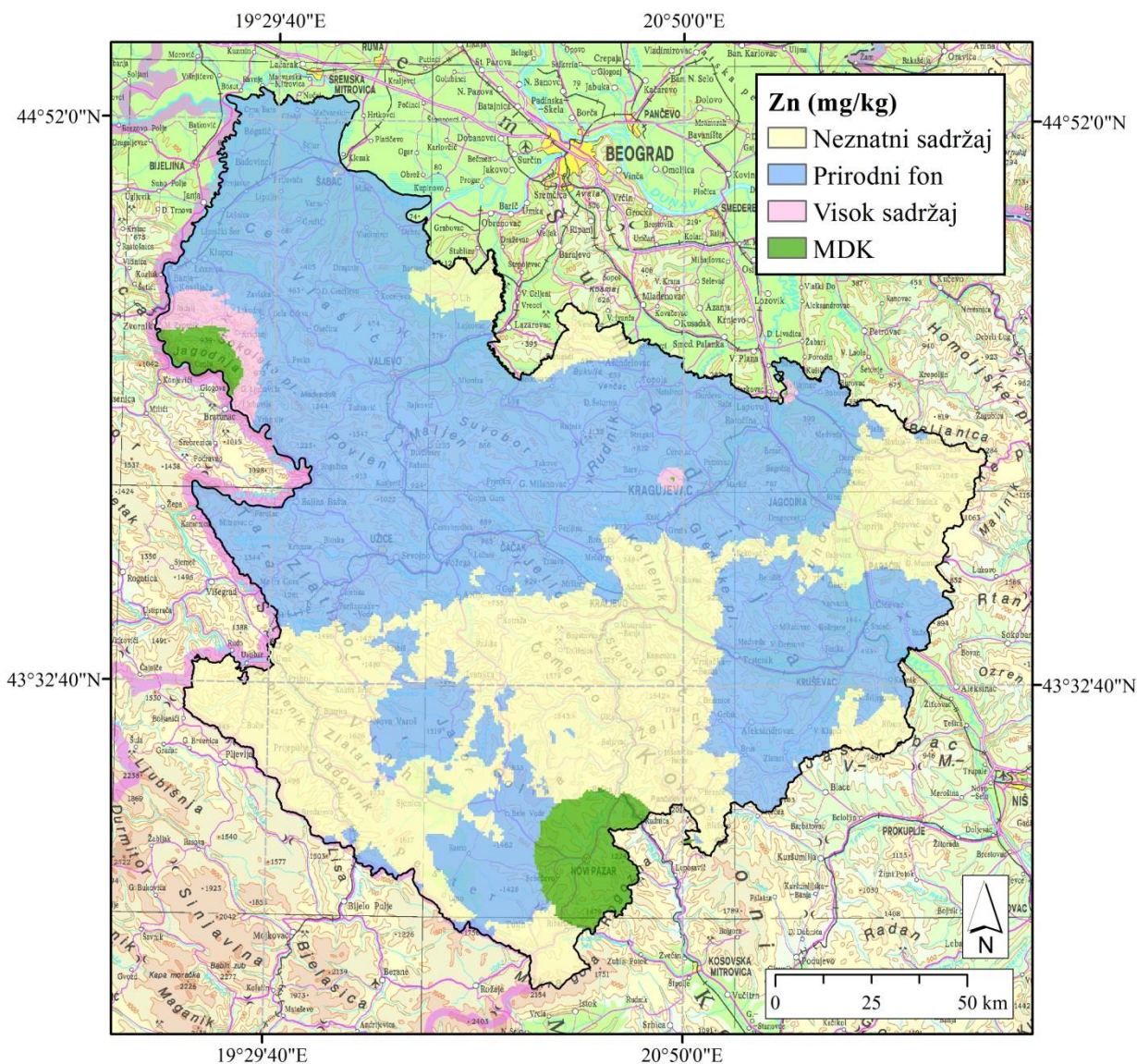
Neznatni sadržaj Zn, < 50 mg/kg, približan prosečnoj vrednosti ranije utvrđenoj za prostor centralne Srbije (Mrvić et al. 2009), je utvrđen na 34,40 % teritorije (Slika 41, Tabela 102). Vrednost prirodnog fona za ovaj element, matematički izračunata na osnovu prirodnih vrednosti, koja iznosi 80 mg/kg, izmerena je u ispitivanim zemljištima na 60,55% teritorije zapadne Srbije. Vrednosti u opsegu od 80-91 mg/kg koje predstavljaju prirodni fon, matematički dobijen na osnovu logaritamskih vrednosti, su izmerene u zemljištima koja obuhvataju samo 1,47% ispitanog područja, u okolini Zvornika gde je ustanovljen i povišen

sadržaj Pb i As. Imajući u vidu vrednost MDK koji iznosi 300 mg/kg, može se zaključiti da na ispitivanom području ne postoje ograničenja u pogledu gajenja poljoprivrednih kultura.

Tabela 102. Prostorna distribucija sadržaja Zn u odnosu na referentne vrednosti za Zn

<b>Zn (mg/kg)</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
Neznatni sadržaj	9088,27	34,30
Prirodni fon	16043,26	60,55
Visok sadržaj	389,97	1,47
MDK	973,50	3,67
<b>Ukupno</b>	<b>26495,00</b>	<b>100,00</b>





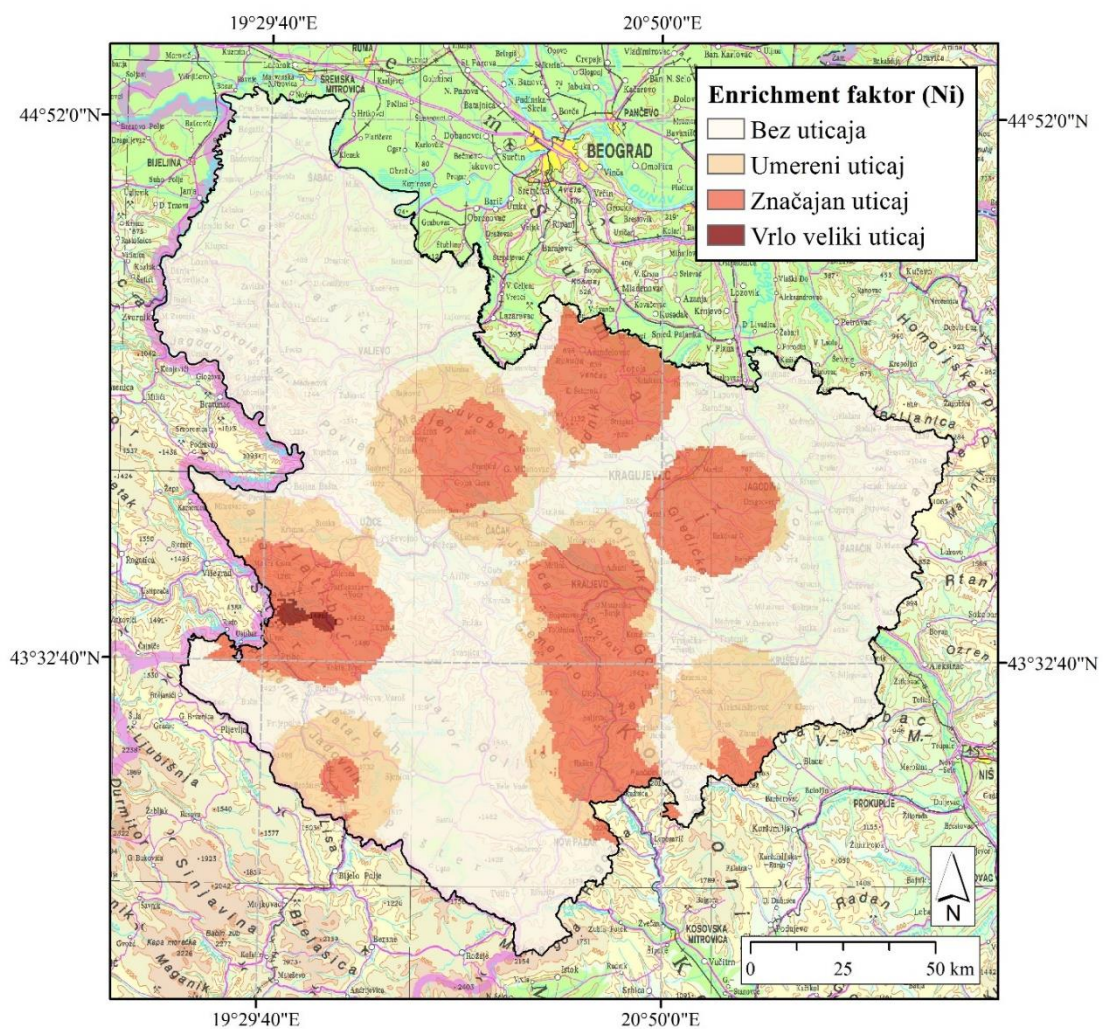
Slika 41. Sadržaj Zn u zemljištu u odnosu na referentne vrednosti\* (\*Referentne vrednosti: Neznatni sadržaj-u okvirima proseka za centralnu Srbiju, 50 mg/kg; Prirodni fon, 80 mg/kg; Visok sadržaj-fon dobijen na osnovu logaritamskih vrednosti, 91 mg/kg; MDK, 300 mg/kg)

### 7.3. Faktor obogaćenja (Enrichment Factor- EF)

#### *Utvrdjivanje EF za Ni*

Iz prethodno navedenih podataka uočljivo je da je Ni element koji predstavlja ograničavajući faktor za poljoprivrednu proizvodnju na prostoru zapadne Srbije. Iz tog razloga, izračunat je faktor obogaćenja (EF) koji ukazuje na potencijalni rizik od zagađenja ovim elementom. Za

izračunavanje navedenog faktora, korišćene su vrednosti prirodnog fona dobijene na osnovu prirodnih vrednosti za istraživano područje koje se podudaraju sa prostornim rasporedom planinskih masiva, koje karakteriše specifična geološka podloga serpetinit. Značajan uticaj utvrđen je na ovim prostorima na kojima se odvija ekstenzivna proizvodnja poljoprivrednih kultura. Izuzetak predstavljaju poljoprivredne površine u slivu reke Ibar sa intenzivnom poljoprivrednom proizvodnjom. Naime, uticaj geološkog supstrata je evidentan zbog geomorfoloških karakteristika terena. Takođe, izdvojena su i područja sa značajnim uticajem, između Jagodine i Kragujevca kao i okolina Gornjeg Milanovca (Slika 42).



Slika 42. Faktor obogaćenja (EF) za Ni

#### 7.4. Preporuke za korišćenje zemljišta

##### *Poljoprivredna proizvodnja uslovljena sadržajem Ni na istraživanom području*

Iz prethodno navedenih podataka o sadržaju potencijalno toksičnih elemenata u zemljištima uočljivo je da je Ni najvažniji ograničavajući faktor za poljoprivrednu proizvodnju. Pored Ni, i Cr može predstavljati jedan od limitirajućih faktora za gajenje pojedinih poljoprivrednih kultura imajući u vidu njihovo zajedničko geološko poreklo. Međutim, Cr nije limitirajući faktor za poljoprivrednu proizvodnju obzirom na njegovu manju toksičnost u poređenju sa Ni.

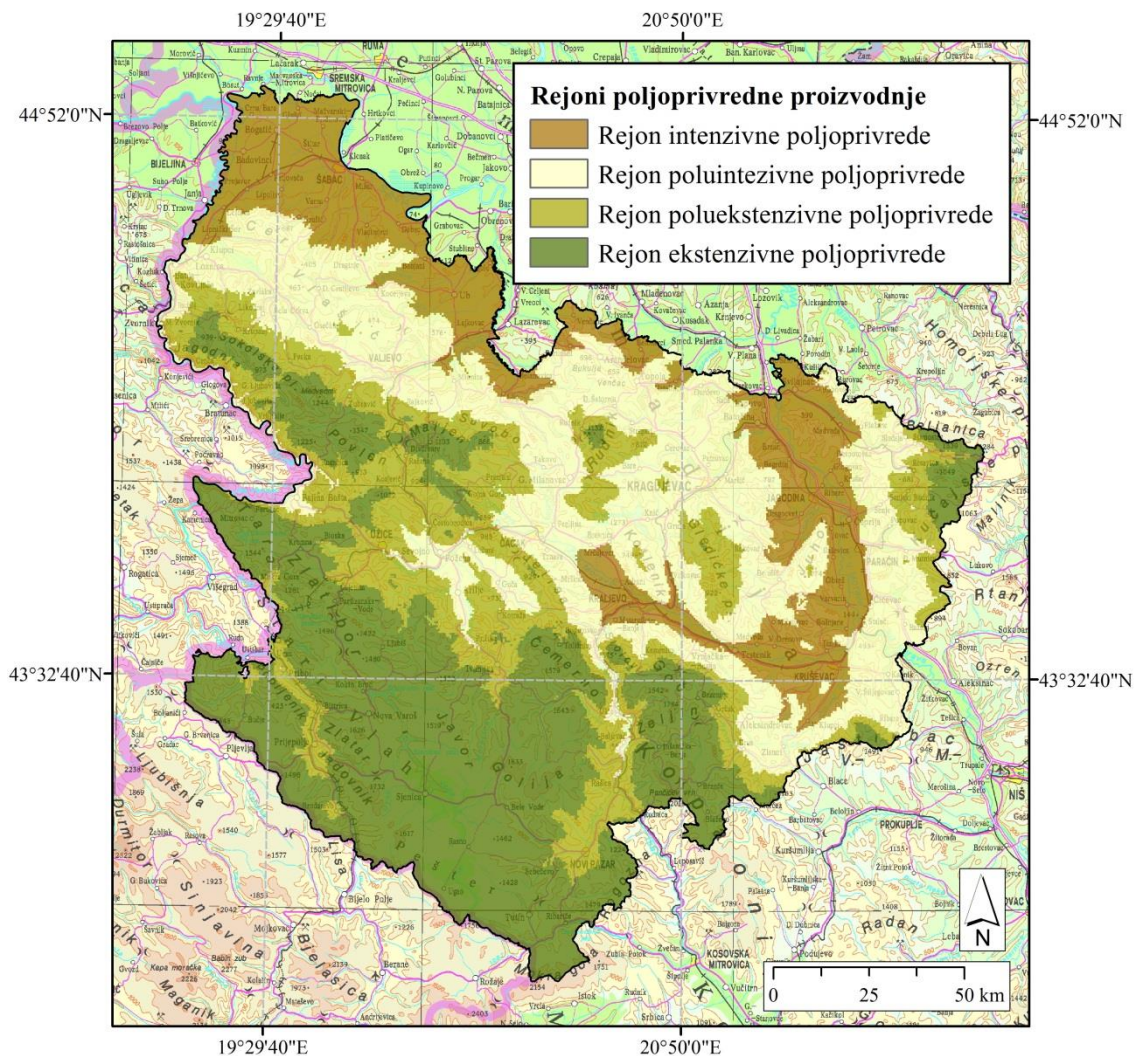
Takođe, imajući u vidu izmerene vrednosti sadržaja ostalih ispitivanih elemenata na istraživanom području može se konstatovati da oni ne predstavljaju rizik po životnu sredinu odnosno po poljoprivrednu proizvodnju. Naravno, hemizam ovih elemenata u različitim tipovima poljoprivrednih zemljišta i njihova mobilnost, dostupnost i potencijalna toksičnost za biljne kulture ali i ljude i životinje koje te biljke koriste u ishrani bi trebali biti predmet posebnih studija. To podrazumeva istraživanja lokalizovana na manja područja, analizu pojedinačnih tipova poljoprivrednog zemljišta i pojedinačne biljne kulture.

U ovoj studiji je na osnovu klimatskih i topografskih indikatora izvršena rejonizacija poljoprivredne proizvodnje na istraživanom području. Na bazi navedenih parametara, izdvojena su četiri reiona poljoprivredne proizvodnje. Prvi rejon predstavlja oblast intenzivne poljoprivredne proizvodnje koja podrazumeva gajenje ratarskih i povrtarskih kultura. Drugi rejon predstavlja oblast poluintenzivne poljoprivredne proizvodnje koja podrazumeva gajenje ratarskih i voćarskih kultura. Treći rejon podrazumeva područja poluekstenzivne poljoprivredne proizvodnje koja obuhvata gajenje voćarskih kultura i livade. Četvrti rejon je rejon ekstenzivne poljoprivredne proizvodnje u kojoj dominiraju pašnjaci i livade (Slika 43).

Na istraživanom prostoru, rejon intenzivne poljoprivredne proizvodnje obuhvata samo 17,57% ukupne teritorije. Njegovo rasprostiranje je uglavnom lokalizovano u severnom delu ispitivanog područja, u široj okolini Šapca kao i u dolinama velikih reka Velike Morave i Zapadne Morave. Rejon poluintenzivne poljoprivredne proizvodnje obuhvata površinu od 29,67%. Njegovo rasprostiranje je u istočnom delu područja što sa prethodnim rejonom čini skoro 50% istraživanog područja. Međutim, u zapadnom delu ispitivanog područja, koji karakterišu visoke planine pretežno je zastupljen rejon ekstenzivne poljoprivredne proizvodnje koja se odvija na 33,74% ukupne teritorije (Tabela 103).

Tabela 103. Rejoni poljoprivredne proizvodnje

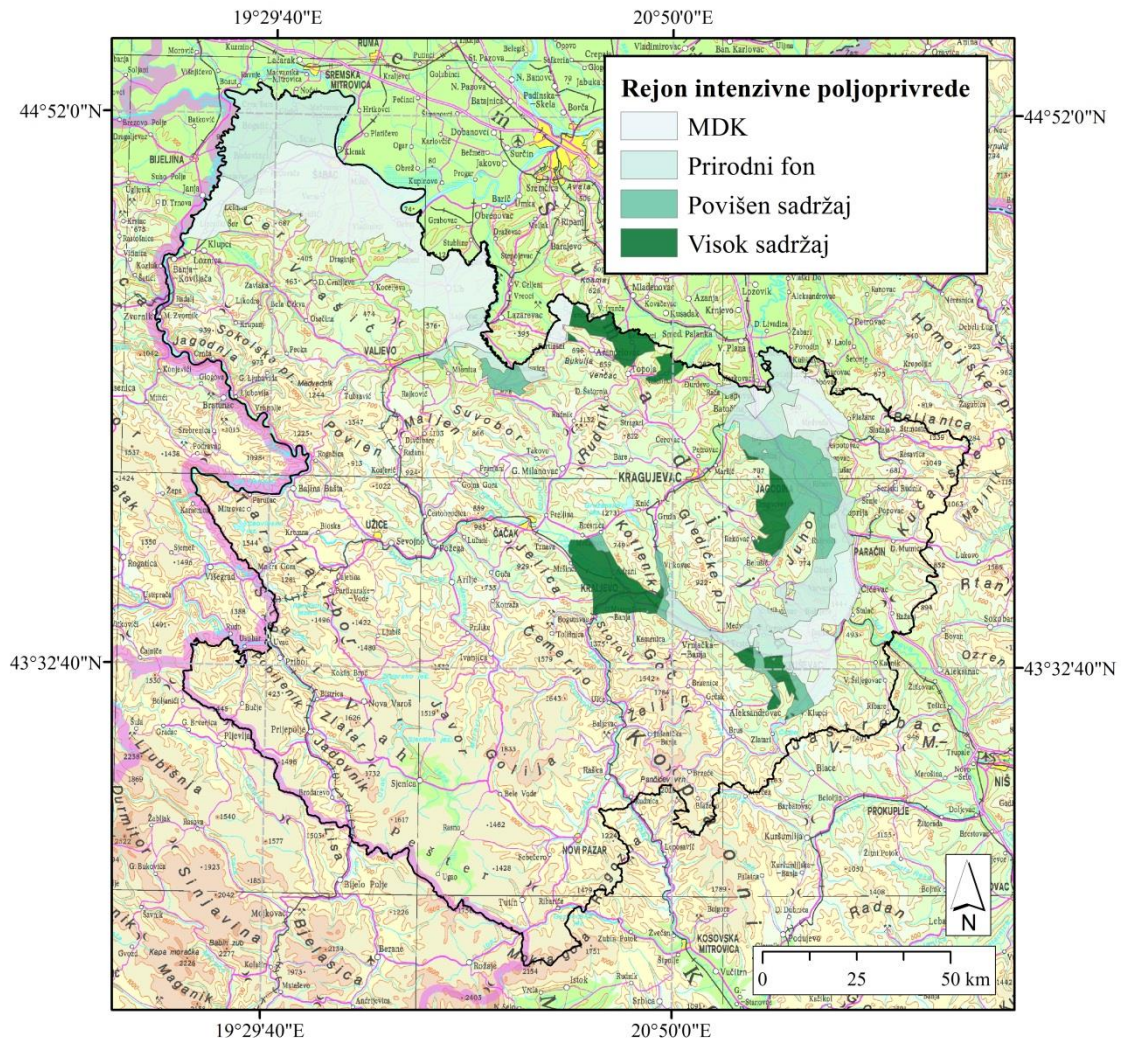
Rejoni poljoprivredne proizvodnje	km <sup>2</sup>	%
Rejon intenzivne poljoprivrede	4655,63	17,57
Rejon poluintezivne poljoprivrede	7861,94	29,67
Rejon poluekstenzivne poljoprivrede	5039,06	19,02
Rejon ekstenzivne poljoprivrede	8938,37	33,74
<b>Ukupno</b>	<b>26495,00</b>	<b>100,00</b>



Slika 43. Geografski raspored reiona poljoprivredne proizvodnje u zapadnoj Srbiji

U rejonu intenzivne poljoprivredne proizvodnje sa povišenim sadržajem Ni, izdvajaju se površine u okolini Ljiga, i šira okolina Jagodine. Na navedenom području, moguće je gajiti uz adekvatnu kontrolu povrtarske kulture poput kupusa i zelene salate za koje imaju afinitet za

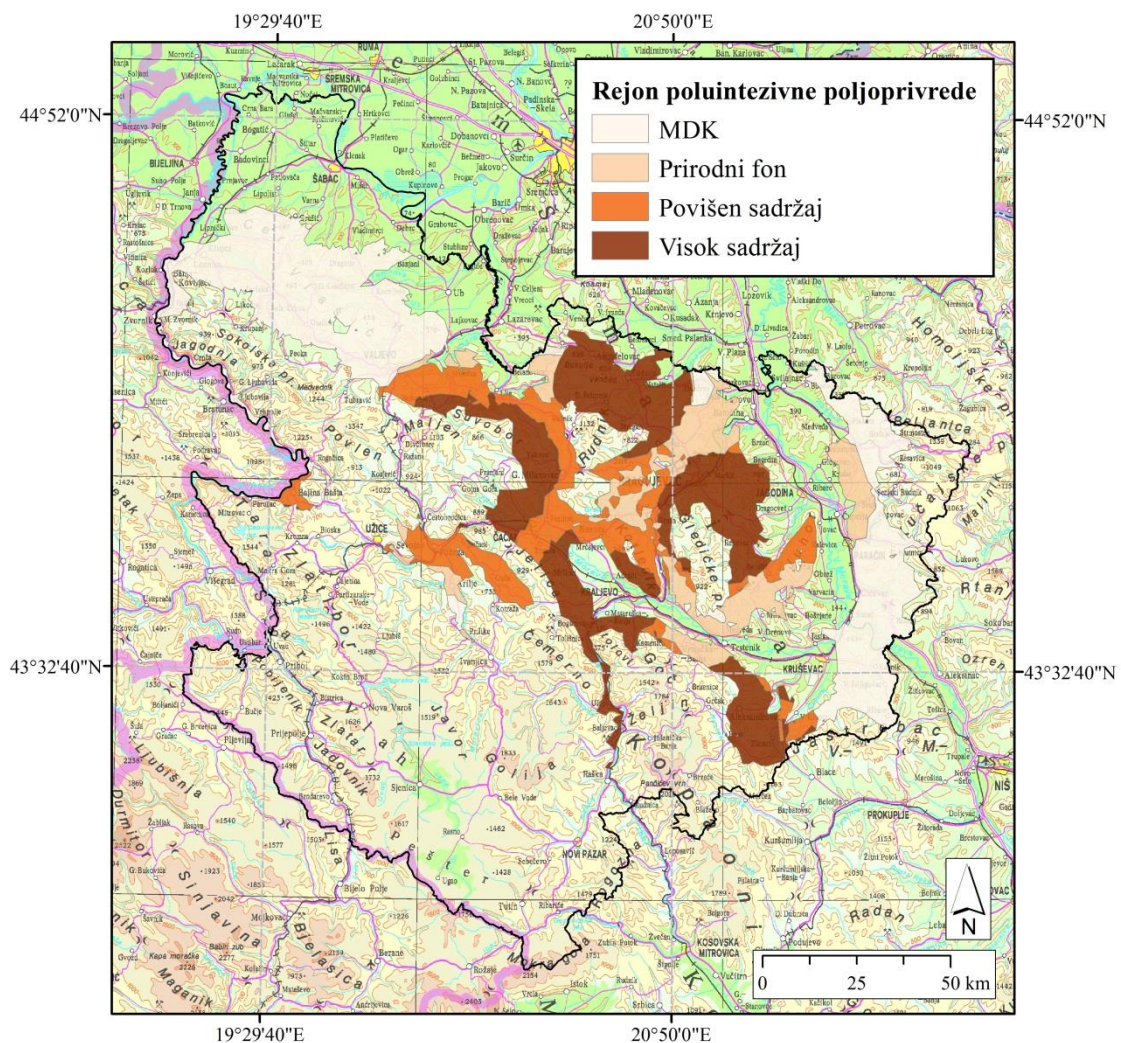
akumulaciju povišenog sadržaja potencijalno toksičnih elemenata u listovima koji se koriste u ishrani. Međutim, oblasti sa visokim sadržajem Ni, koja obuhvataju širu okolinu Kraljeva, Arandjelovca i Jagodine zahtevaju dalja istraživanja koja uključuju i korekciju MDK za pojedine kulture na tim zemljištima (Slika 44).



Slika 44. Rejon intenzivne poljoprivredne proizvodnje i referentne vrednosti

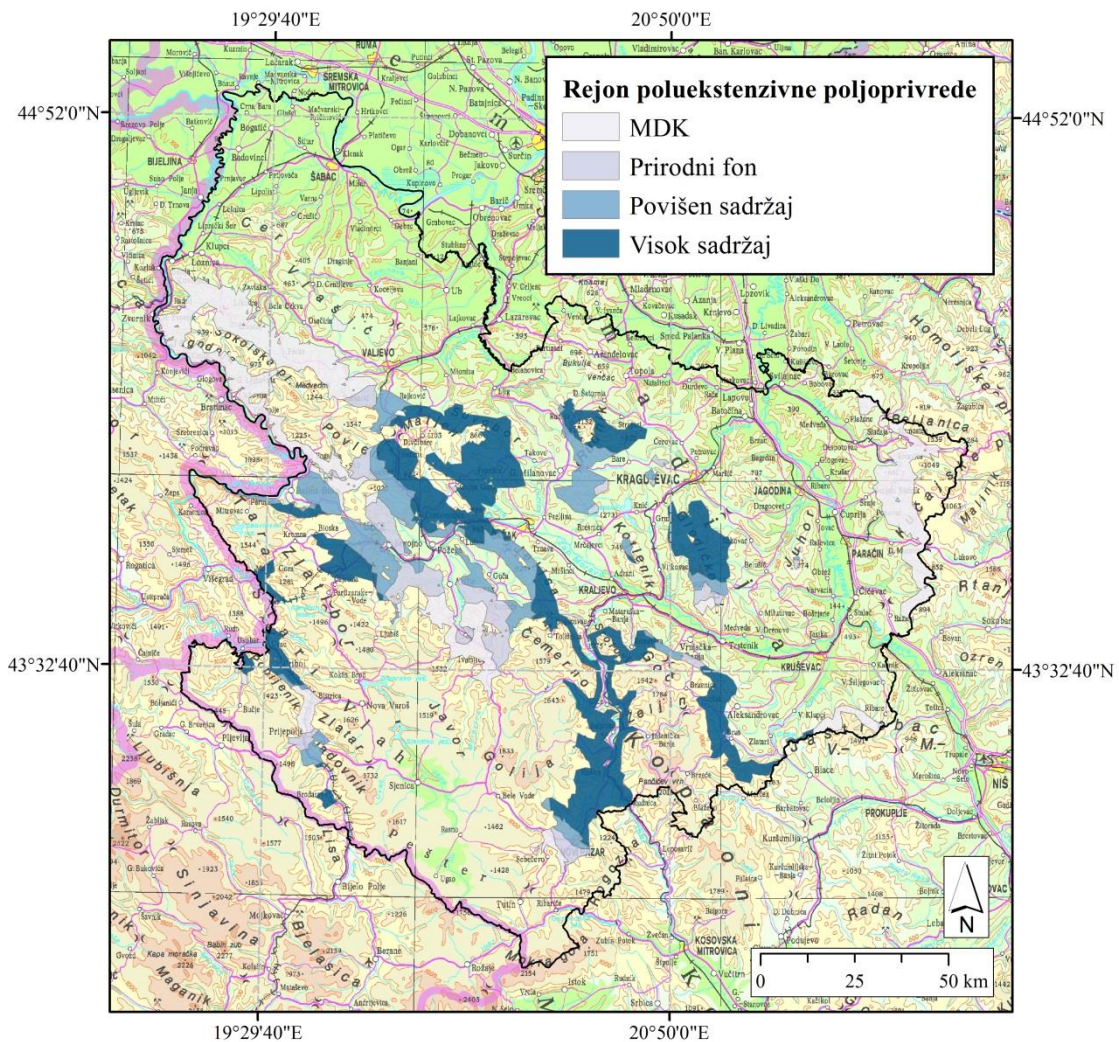
Rejon poluintenzivne poljoprivredne proizvodnje karakterišu velike površine zemljišta sa visokim sadržajem Ni (logaritamski izračunate vrednosti prirodnog fona). Ovaj rejon zahvata zapadne delove Suvobora (lokaliteti Mionica, Preljina, Trnava), zatim podnožje

planine Rudnik u zoni oko Kragujevca, kao i šire područje Požege i Guče. Za ovaj rejon, preporučuje se gajenje ratarskih i voćarskih kultura, uz odgovarajuću kontrolu. Vrlo visok sadržaj Ni je utvrđen na području Takova, Arandelovca i Topole, u podnožju planine Rudnik, zatim na istočnim padinama Gledičkih planina skoro do Jagodine, na severnim padinama planina Jelice i Čemerna kao i u široj okolini Aleksandrovca (Slika 45). Na ovim područjima trebalo bi stimulisati voćarsku proizvodnju, naravno uz adekvatnu kontrolu kultura. Takođe, preporučuje se i utvrđivanje lokalne MDK vrednosti za potencijalno toksične elemente uključujući Ni.



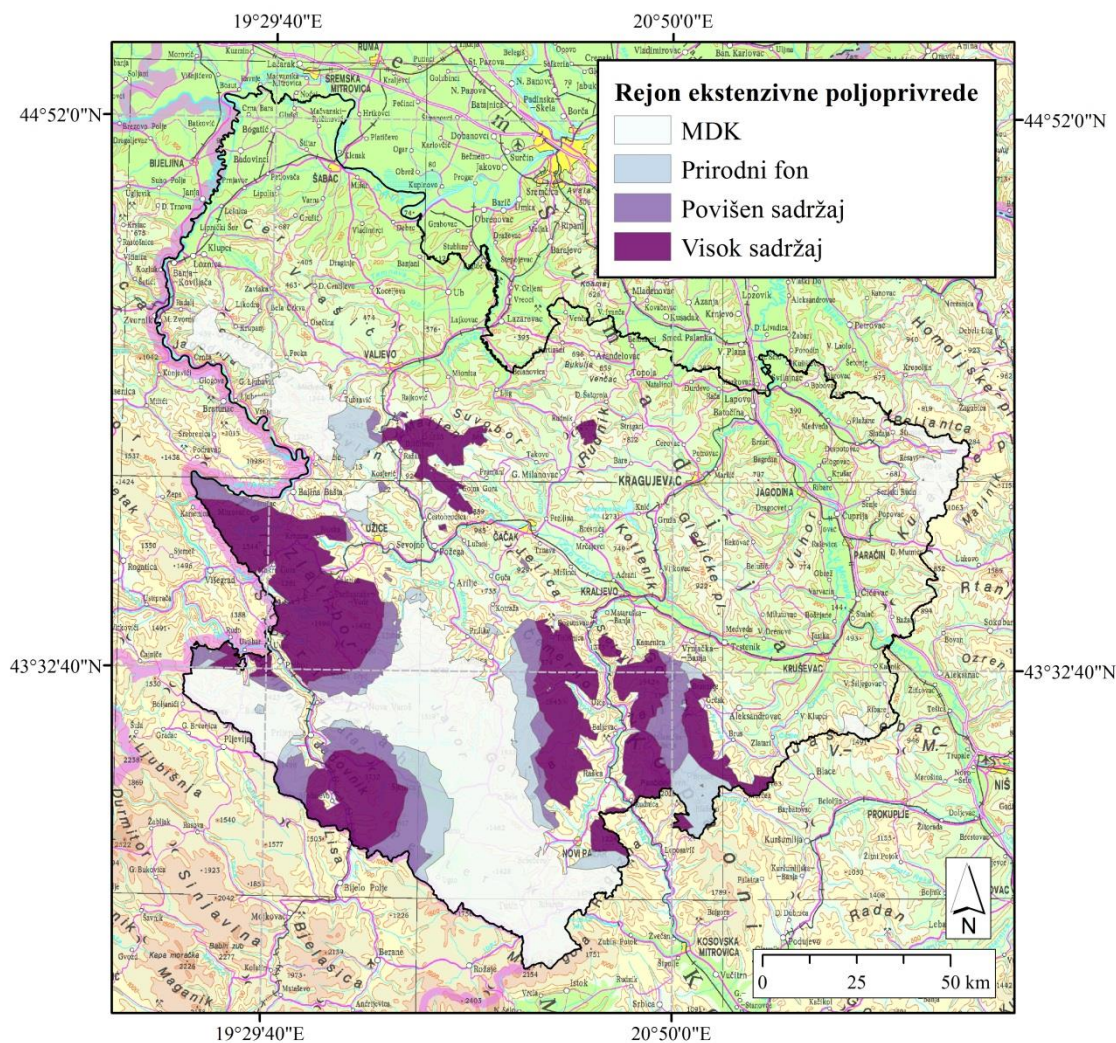
Slika 45. Rejon poluintezivne poljoprivredne proizvodnje i referentne vrednosti

Povišen sadržaj nikla u oblasti poluekstenzivne poljoprivredne proizvodnje su utvrđeni na obroncima planine Zlatibor, u okolini Čajetine i Bajine Bašte, u okolini Kosjerića, zatim u okolini Arilja i na planini Jelici, u podnožju Rudnika kod Gornjeg Milanovca, te na severnim obroncima Maljena (Slika 46). Preporuka je da na tom području treba da dominiraju pašnjaci ali je moguće i gajenje voćarskih kultura, uz povremenu kontrolu. Vrlo visoki sadržaji Ni su utvrđeni u zemljištima na obroncima Zlatibora, Maljena, Rudnika, Gledičkih planina, i Kopaonika. U navedenim zonama, preporučljivo je podizanje livada i pašnjaka, dok se gajenje voćarskih kultura preporučuje uz adekvatnu kontrolu, kao i utvrđivanje lokalne vrednosti MDK za toksične elemente.



Slika 46. Rejon poluekstenzivne poljoprivredne proizvodnje i referentne vrednosti

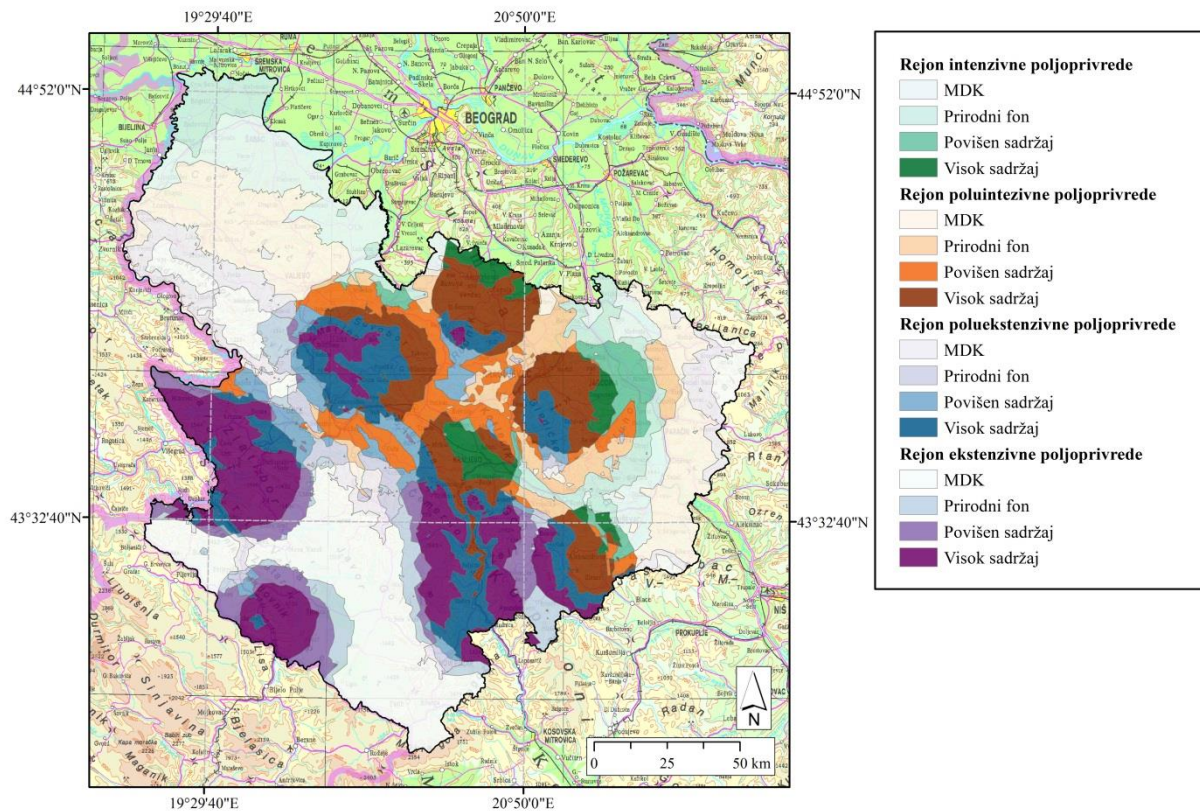
Povišeni i visoki sadržaj Ni u rejonu ekstenzivne poljoprivredne proizvodnje obuhvataju područja viših planinskih oblasti Zlatibora, Jadovnika, Maljena, Čemerna, Stolova i Kopaonika (Slika 47). U ovim oblastima, dominiraju poljoprivredne površine pod livadama i pašnjacima, na kojima je povremeno potrebno kontrolisati sadržaj Ni u zemljištu i njegov efekat na lanac ishrane.



Slika 47. Rejon ekstenzivne poljoprivredne proizvodnje i referentne vrednosti



U cilju boljeg sagledavanja međusobne povezanosti reiona u odnosu na sadržaj Ni u ispitivanim zemljištima, prikazana je sintezna mapa koja obuhvata sve reione klasifikovane u odnosu na referentne vrednosti sadržaja Ni u zemljištu (Slika 48).



Slika 48. Rejoni poljoprivredne proizvodnje klasifikovani u odnosu na vrednosti sadržaja Ni

## 8. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Istraživanjima u okviru studije „Utvrdjivanje prirodnog prirodnog fona pojedinih štetnih i opasnih materija u zemljištu“ obuhvaćena je teritorija statističkog regiona Šumadija i zapadna Srbija, površine 26495 km<sup>2</sup>. Područje obuhvaćeno istraživanjima je vrlo kompleksno u pogledu topografije terena pri čemu zemljišta na nadmorskoj visini iznad 500 m zauzimaju više od 50% površine i uglavnom su skoncentrisana u zapadnim delovima ispitivanog područja. Kompleksnosti ispitivanog područja doprinose i specifične klimatske karakteristike koje se ogledaju u prosečno višim temperaturama u južnom i istočnom delu područja i većom

količinom padavina u zapadnim delovima područja sa karakterističnim planinskim masivima. Pored reljefa i klime, specifičnost i raznovrsnost geološkog supstrata utiče na sadržaj potencijalno toksičnih elemenata, pre svega Ni i Cr, u zemljištima u zonama sa serpentinskim stenama, karakterističnim za planinske masive Zlatibora, Maljena, Stolova, Jadovnika i Kopaonika. Preovlađujuća brdsko planinska konfiguracija terena je usloвила najveću zastupljenost zemljišta tipa Leptosol naročito u zapadnim delovima istraživanog područja. U ravničarskim delovima područja, zastupljena su zemljišta tipa Stagnosol, kao i velike površine zemljišta u dolinama reka tipa Fluvisol. U pobrđima, zastupljena su zemljišta tipa Eutrični kambisol ili Distrični kambisol, što je prvenstveno uslovljeno karakteristikama matičnog supstrata. Na ispitivanom području, u skladu sa topografskim i klimatskim karakteristikama, poljoprivredno zemljište je zastupljeno na manje od polovine ukupne površine pri čemu je dominantna voćarska proizvodnja.

Ispitivanja sadržaja potencijalno toksičnih elemenata su pokazala prosečni sadržaj Cd iznosi 0,79 mg/kg pri čemu nisu identifikovane zone sa povišenim sadržajem ovog elementa. Prosečna vrednost Zn u zemljištu iznosi 58,47 mg/kg, ali bez izrazitih ekstremnih vrednosti. Kada je o bakru reč, utvrđen je prosečan sadržaj od 24,78 mg/kg i isto tako nisu konstatovane ekstremno visoke vrednosti na ispitivanom području. Prosečan sadržaj Hg u zemljištu istraživanog područja iznosi 0,125 mg/kg i u slučaju ovog elementa nisu ustanovljene ekstremne vrednosti. Za razliku od navedenih elemenata, utvrđen je prosečni sadržaj As od 12,98 mg/kg, pri čemu su izmerene ekstremne vrednosti  $> 25$  mg/kg u zemljištima u okolini Loznice, Ivanjice kao i u zemljištima u podnožju Kopaonika. Takođe, utvrđen je visok prosečni sadržaj Cr od 105,87 mg/kg i Ni od 127,88 mg/kg što je rezultat uticaja matičnog supstrata serpentinita karakterističnim za planinske masive Zlatibora, Maljena, Stolova, Jadovnika i Kopaonika uključujući i njihov uticaj u formiranju aluvijalnih zemljišta u rečnim dolinama, Zapadne Morave, Velike Morave i Ibra. Isto tako, utvrđen je prosečni sadržaj Pb od 45,61 mg/kg, ali i ekstremne vrednosti ( $>100$ mg/kg) u zemljištima u zoni planine Rudnik kao i u podnožju Kopaonika.

Za izračunavanje prirodnog fona zemljišta primenjene su tri metode, jedna računaska na osnovu medijane i dve grafičke dopunske, Box-plot i metoda Kumulativne krive (CDF dijagrami). Na osnovu dobijenih vrednosti sadržaja elemenata i njihove prostorne distribucije utvrđeno je da najpouzdanije rezultate daje matematička metoda koja je zasnovana na prirodnim vrednostima. Sadržaj potencijalno toksičnih elemenata utvrđen primenom

matematičke metode na bazi logaritma je poslužio za izdvajanja poljoprivrednih površina pogodnih za gajenje kultura.

Prostorna distribucija prirodnog fona potencijalno toksičnih elemenata na području zapadne Srbije je pokazala da sadržaj As u okviru prirodnog fona (14,69 mg/kg) zauzima 77% istraživanog područja, a sadržaj > MDK samo 6,25% teritorije na kojoj postoje potencijalna ograničenja u pogledu gajenja poljoprivrednih kultura. Sadržaj Cd u okviru prirodnog fona (1,3 mg/kg) obuhvata čak 98% istraživanog područja i na bazi utvrđenih vrednosti može se zaključiti da ne postoji rizik za gajenje poljoprivrednih kultura na istraživanom području. Kada je u pitanju Cr, sadržaj u prirodnog fona od 97 mg/kg je utvrđen na oko 66% od ukupno istraženih površina. Na bazi utvrđenih vrednosti za ovaj element može se zaključiti da postoji rizik na 10,92% i visok rizik na 21,87% površine za gajenje poljoprivrednih kultura na istraživanom području. Sadržaj prirodnog fona za Cu u zemljištima od 31 mg/kg je zastupljen na oko 88% površina pri čemu nije utvrđen rizik za gajenje biljnih kultura. Kada je reč o Ni, sadržaj u okviru prirodnog fona zemljišta koji iznosi 81 mg/kg je utvrđen na 54% teritorije istraživanog područja, međutim utvrđeno je da postoji rizik na 12,21% i visok rizik na čak 33,85% površina za gajenje poljoprivrednih kultura na istraživanom području. Vrednosti sadržaja Hg u okviru prirodnog fona (0,193 mg/kg) obuhvata čak 90% ukupnih istraženih površina i može se zaključiti da ne postoji rizik po životnu sredinu istraživanog područja. Teritorija koja je u okviru prirodnog fona za Pb (64 mg/kg) zahvata 92 % od ukupne površine istraživanog područja pri čemu se samo 2% ukupne teritorije može smatrati rizičnom za poljoprivrednu proizvodnju. U pogledu sadržaja Zn, nisu utvrđene površine zemljišta na kojima je ovaj element limitirajući faktor za proizvodnju biljnih kultura jer su vrednosti sadržaja Zn u okviru prirodnog fona od 80 mg/kg utvrđene na 95 % ukupnih površina.

Izdvajanje rejonu poljoprivredne proizvodnje je pokazalo da je rejon ekstenzivne poljoprivredne proizvodnje ugrožen povišenim sadržajem Ni u zemljištima na ispitivanom području. Međutim, u cilju bolje procene efekata štetnih i opasnih materija u zemljištu na životnu sredinu, veoma je važno prethodno ispitati mobilnost i biodostupnost potencijalno toksičnih elemenata u zemljištu, a potom i utvrditi nivo njihove akumulacije u svim biljnim kulturama kako bi se procenio nivo zdravstvene bezbednosti za korišćenje u ishrani ljudi i životinja.

Na osnovu rezultata istraživanja obuhvaćenih ovom studijom zaključeno je da je neophodno nastaviti istraživanja utvrđivanja prirodnog fona elemenata u zemljištima u

drugim područjima Srbije. Iza toga, trebalo bi uskladiti utvrđene vrednosti za sva ostala područja u Srbiji a potom utvrditi referentnu vrednost za svaki element, za celu teritoriju Republike Srbije, uz uvažavanje specifičnosti na nivou regiona. Na taj način bi se stekli uslovi za formiranje odgovarajućih zakonom propisanih vrednosti sadržaja potencijalno toksičnih elemenata u zemljištu, odnosno definisanje graničnih i remedijacionih vrednosti za pojedine elemente, kao i vrednosti maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK).

## 9.LITERATURA

- Adriano, D.C., (2001) Trace Elements in the Terrestrial Environment, 2nd edition. Springer-Verlag, New York.
- Alloway B.J. (1995) Heavy Metals in Soils. Chapman & Hall, London.
- Baize, D., Sterckeman, T. (2001) Of the necessity of knowledge of the natural pedo-geochemical background content in the evaluation of the contamination of soils by trace elements. *Science of the Total Environment* 264, 127-139.
- Bech, J., Tume, P., Sokolovska, M., Reverter, F., Sanchez, P., Longan, L., Bech, J., Puerte, A., Oliver, T. (2008) Pedo-geochemical mapping of Cr, Ni, and Cu in soils of the Barcelona Province (Catalonia, Spain): relationships with soil physico-chemical characteristics. *Journal of Geochemical Exploration* 96, 106–116.
- Čakmak, D., Perović, V., Antić-Mladenović, S., Kresović, M., Saljnikov, E., Mitrović, M., Pavlović, P. (2018) Contamination, risk, and source apportionment of potentially toxic microelements in river sediments and soil after extreme flooding in the Kolubara River catchment in Western Serbia. *J Soils Sediments* 18, 1981–1993.
- Dimitrijević, M.D. (ed.) 1992. Geološki atlas Srbije 1 : 2.000.000. Republički fond za geološka istraživanja i Katedra za Metode geološkog kartiranja, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.
- EBU-POM (Eta Belgrade University - Princeton Ocean Model)
- Facchinelli, A., Scchi, E., and Mallen, L. (2001) Multivariate statistical and GIS-based approach to identify heavy metal sources in soils. *Environmental Pollution* 114, 313–324.
- Galán, E., Fernández-Caliani, J. C., González, I., Aparicio, P., Romero, A. (2008) Influence of geological setting on geochemical baselines of trace elements in soils. Application to soils of Southwest Spain. *Journal of Geochemical Exploration* 98, 89–106.
- Hu Y, Liu X, Bai J, Shih K, Zeng EY, Cheng H (2013) Assessing heavy metal pollution in the surface soils of a region that had undergone three decades of intense industrialization and urbanization *Environ. Science of the Pollution Research* 20, 6150-6159.
- ISO (2002) ISO 10381–2 (2002) Soil quality–Sampling–Part 2: guidance on sampling techniques.

- Jakovljević, M., Kostić, N., Stevanović, D., Blagojević, S., Wilson, M., Martinović, Lj. (1997) Factor influence the distribution of heavy metals in the Alluvial soils of the Velika Morava river valley, Serbia Applied Geochemistry 12, 637-642.
- Karadžić, B. (2017) Chasmophytic forests of *Ostrya carpinifolia* in west-Serbian canyons. Biologica Nyssana 8, 73-81.
- Karadžić, B. (2017a) Beech forests (order *Fagetalia sylvaticae* Pawlowski 1928) in Serbia. Botanica Serbica, 42, 91-107.
- Kříbek, B., Majer, V., Veselovský, F., Nyambe, I. (2010) Discrimination of lithogenic and anthropogenic sources of metals and sulphur in soils in the central northern part of the Zambian Copperbelt Mining District: a topsoil vs. Subsurface soil concept. Journal of Geochemical Exploration 104, 69-85.
- LUCAS, Land Use and Coverage Area frame Survey (2015) [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/LUCAS - Land use and land cover survey](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/LUCAS_-_Land_use_and_land_cover_survey).
- Luo, W., Lu, Y., Giesy, J.P., Wang, T., Shi, Y., Wang, G., Xing, Y. (2007) Effects of land use on concentrations of metals in surface soils and ecological risk around Guanting Reservoir, China. Environmental Geochemistry and Health 29, 459-471.
- Ministarstvo poljoprivrede šumarstva vodoprivrede (1994) Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama za njihovo ispitivanje. SG RS 23/94 s.553-554.
- Mrvic, V., Kostić-Kravljanić, Lj., Čakmak, D., Sikirić, B., Brebanović, B., Perović, V., Nikołoski, M. (2011) Pedogeochemical mapping and background limit of trace elements in soils of Branicevo Province (Serbia). Journal of Geochemical Exploration 109, 18–25.
- Mrvic, V., Zdravković, M., Sikirić, B., Čakmak, D., Kostić-Kravljanić, Lj. (2009) Stetne i opasne materije u zemljištu. U: Plodnost i sadržaj opasnih i štetnih materija u zemljištima centralne Srbije. Institut za zemljište, Beograd, Srbija, pp. 75-144.
- Mrvić, V., Antonović, G., Čakmak, D., Perović, V., Maksimović, S., Saljnikov, E., Nikołoski, M. (2013) Pedological and pedogeochemical map of Serbia. The 1st International Congress on Soil Science XIII National Congress in Soil Science, September 23rd-26th, Belgrade, Serbia, pp. 93-105.
- Mucina, L., Bültmann, H., Dierßen, K., Theurillat, J.P., Raus, T., Čarni, A., Šumberová, K., Willner, W., Dengler, J., García, R.G., Chytrý, M., Hájek, M., Di Pietro, R., Lakushenko, D., Pallas, J., Daniëls, F. J. A. Bergmeier, E., Guerra, A. S. Ermakov, N., Valachovič, M., Schaminée, J. H. J., Lysenko, T., Didukh, Y., P., Pignatti, S., Rodwell, J. S., Capelo, J., Weber, H. E., Solomeshch, A., Dimopoulos, P., Aguiar, C., Hennekens, S. M. & Tichý, L.. (2016) Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. Applied Vegetation Science 19, 3–264.
- Pavlović P, Kostić N, Karadžić B, Mitrović M (2017) The soils of Serbia. Springer Science+Business Media, Dordrecht.
- Pavlović, P., Mitrović, M., Đorđević, D., Sakan, S., Slobodnik, J., Liška, I., Csany, B., Jarić, S., Kostić, O., Pavlović, D., Marinković, N., Tubić, B., Paunović, M. (2016) Assessment of the contamination of riparian soil and vegetation by trace metals – the Danube River case study“. Science of the Total Environment 540, 396-409.

- Pepper, A.E., Norwood, L.E. (2001) Evolution of *Caulanthus amplexicaulis* var. *barbarae* (*Brassicaceae*), a rare serpentine endemic plant: a molecular phylogenetic perspective. *American Journal of Botany* 88, 1479-1489.
- Proctor, J. (1999) Toxins, nutrient shortages and droughts: the serpentine challenge. *Trends in Ecology and Evolution* 14, 334-335.
- Profil i SWOT analiza NSTJ2 Regiona Šumadija i Zapadna Srbija (2012) 1-52.
- Studija (2008/2009) „Melioracije kiselih zemljišta na području opštine Krupanj u cilju proizvodnje visokovredne hrane“, (ev.br. 320–15).
- Studija (2012) „Melioracije kiselih zemljišta na području opštine Ljubovija u cilju proizvodnje visokovredne hrane“, (ev.br. 400–71/2009–02).
- Studija (2014) „Melioracije kiselih zemljišta na području opštine Mali Zvornik cilju proizvodnje visokovredne hrane (ev.br. 404–31/6).
- Studija (2016) „Stanje nepoljoprivrednog zemljišta industrijskih zona većih gradova u Republici Srbiji sa aspekta biološkog i hemijskog kvaliteta“. (ev. br. 321–01–00240/1/2014).
- Reimann, C., Garrett, R.G. (2005) Geochemical background concept and reality. *The Science of the Total Environment* 350, 12–27.
- Roca, N., Susana Pazos, M., Bech, J. (2008) The relationship between WRB soil units and heavy metals content in soils of Catamarca (Argentina). *Journal of Geochemical Exploration* 96 (2-3), 77-85.
- Ross, S. (1994) Sources and Forms of Potentially Toxic Metals in Soil-Plant Systems. In: Ross, S. (ed) *Toxic Metals in Soil-Plant Systems*. John Wiley and Sons Ltd, Chichester, pp.3-25.
- Salminen, R., Tarvainen, T. (1997) The problem of defining geochemical baselines. A case study of selected elements and geological materials in Finland. *Journal of Geochemical Exploration* 60, 91–98.
- Sastre, J., Sahuquillo, A., Vidal, M., Rauret, G. (2002) Determination of Cd, Cu, Pb and Zn in environmental samples: microwave-assisted total digestion versus aqua regia and nitric acid extraction. *Analytica Chimica Acta* 462, 59-72.
- Tukey, J.W. (1977) *Exploratory Data Analysis*. Addison-Wesley, Reading.
- Ungaro, F., Ragazzi, F., Cappellin, R., Giandon, P. (2008) Arsenic concentration in the soils of the Brenta Plain (North Italy): mapping the probability of exceeding contamination thresholds. *Journal of Geochemical Exploration* 96, 117-131.
- Vlada republike Srbije (2010) Uredba o programu sistematskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologiji za izradu remedijacionih programa. SG RS 88/10 s. 226-231
- Xu, Z., Ni, S., Tuo, X., Zhang, C. (2008) Calculation of heavy metals' toxicity coefficient in the evaluation of potential ecological risk index. *Environmental Science and Technology* 31(2),112-115.

Tabela 104. Sadržaja PTE u 137 tačaka uzorkovanja na prostoru zapadne Srbije

Element	Al	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Br.	%	mg/kg							
1	6,54	10,29	0,352	95,79	46,60	0,086	81,56	38,16	89,92
2	4,81	88,55	0,433	84,06	36,50	0,048	80,13	24,43	71,43
3	5,75	7,16	0,847	77,89	44,27	0,161	67,36	47,87	93,42
4	3,84	10,13	0,223	48,19	21,31	0,000	23,15	21,12	56,11
5	4,63	10,63	0,647	61,64	40,43	0,113	53,84	46,83	82,68
6	3,44	12,87	0,306	35,68	16,77	0,008	18,77	21,70	44,01
7	4,06	10,51	0,439	40,80	21,74	0,000	23,57	19,12	49,37
8	3,46	36,12	0,179	37,73	17,65	0,000	19,29	16,44	43,97
9	2,86	21,60	0,417	30,72	15,82	0,044	16,08	29,05	65,81
10	4,00	13,58	0,409	42,14	21,84	0,026	23,42	22,33	46,11
11	3,35	11,65	0,116	97,36	15,53	0,087	53,31	20,98	46,11
12	4,51	11,35	0,371	45,39	28,92	0,047	21,87	18,63	63,11
13	2,32	9,48	0,000	19,79	14,37	0,604	10,34	34,31	68,15
14	3,48	11,19	0,174	63,46	17,72	0,084	55,96	21,82	48,40
15	4,24	12,59	0,269	46,45	20,31	0,064	23,22	19,97	48,19
16	4,74	7,58	0,408	49,90	23,82	0,042	24,27	21,13	56,22
17	6,36	10,43	0,560	58,26	26,14	0,083	20,61	19,96	44,65
18	4,32	15,79	0,287	41,13	18,90	0,039	20,94	24,93	48,66
19	4,78	25,25	0,243	42,50	30,65	0,341	27,41	42,23	96,78
20	3,89	13,05	0,338	43,07	19,94	0,251	27,33	24,83	53,32
21	3,75	10,64	0,285	41,66	22,79	0,024	23,44	20,54	45,85
22	3,89	12,37	0,417	48,52	22,41	0,071	29,56	28,25	49,56
23	4,16	2,38	0,313	49,55	25,19	0,028	26,02	24,23	51,65
24	2,91	10,05	0,000	26,84	14,21	0,077	13,38	83,97	38,69
25	3,91	15,76	0,281	45,68	17,34	0,049	22,97	22,38	47,22
26	4,55	9,85	0,359	51,98	20,86	0,040	27,63	22,29	56,45
27	3,62	2,28	0,055	36,87	17,18	0,018	15,63	17,49	47,87
28	4,71	10,02	0,415	38,46	20,26	0,173	23,11	25,44	55,27
29	7,95	19,18	0,872	57,48	44,88	0,411	28,30	24,08	68,81
30	4,62	24,23	1,755	65,84	43,52	0,311	43,93	839,04	128,51
31	4,22	11,62	0,390	47,86	21,90	0,046	28,37	26,50	55,64
32	3,32	16,65	0,253	43,95	18,09	0,021	26,91	22,39	42,27
33	3,65	8,68	0,505	70,31	32,20	0,014	60,97	22,13	51,64
34	3,37	12,12	0,832	36,90	69,74	0,023	21,20	14,20	51,01
35	3,51	10,57	0,093	35,52	18,74	0,034	19,95	20,18	39,75
36	4,24	13,77	0,454	118,09	40,83	0,194	91,66	24,53	64,79
37	2,20	8,69	0,000	16,32	5,44	0,089	8,34	28,17	37,71
38	1,89	11,89	0,171	14,29	11,66	0,000	7,72	10,68	55,61
39	2,72	13,84	0,872	385,10	23,39	0,085	431,47	18,87	49,77
40	6,84	13,42	2,060	69,49	36,03	0,204	51,44	26,40	98,65
41	5,34	10,70	0,861	24,53	32,62	0,043	25,42	36,93	86,28
42	5,37	8,89	0,628	42,51	32,55	0,064	25,74	37,56	78,47
43	3,74	10,32	0,217	28,76	18,87	0,038	18,48	22,33	53,43

44	4,61	9,17	0,290	37,87	31,83	0,034	17,94	22,98	52,27
45	4,31	7,62	0,332	56,27	27,03	0,068	38,19	26,42	60,08
46	4,08	12,34	0,400	55,85	22,38	0,055	38,21	25,31	51,61
47	4,01	9,26	0,263	131,51	20,73	0,104	90,89	27,64	50,30
48	5,15	8,86	0,643	76,22	49,12	0,099	71,65	40,13	118,76
49	3,62	11,50	0,125	41,47	15,32	0,081	21,08	26,53	44,23
50	4,24	7,32	0,391	74,02	25,24	0,094	58,85	28,45	59,03
51	3,00	12,78	2,396	514,76	21,64	0,049	1975,61	16,39	56,21
52	2,86	10,69	1,715	507,05	21,26	0,034	1228,08	20,08	52,18
53	3,74	15,12	0,000	64,15	17,01	0,029	50,61	20,18	42,25
54	3,88	5,13	0,577	40,32	43,14	0,065	32,32	20,67	73,45
55	2,80	11,74	0,037	32,73	9,33	0,028	15,35	19,90	36,00
56	4,13	14,63	0,275	30,47	29,95	0,049	16,24	24,39	49,11
57	3,82	11,36	0,537	77,58	27,43	0,101	86,40	22,40	56,14
58	3,91	8,95	0,301	48,10	21,61	0,086	27,64	23,07	44,05
59	4,44	10,84	0,320	92,16	24,53	0,084	51,33	19,68	46,39
60	3,32	4,44	0,285	44,45	15,58	0,089	20,96	26,76	35,66
61	3,82	11,74	0,128	52,59	17,96	0,138	32,60	25,16	42,60
62	5,35	7,20	0,493	77,63	27,14	0,087	51,64	27,50	57,53
63	3,25	5,72	0,434	98,60	19,79	0,072	70,70	22,31	40,87
64	5,94	14,91	0,887	63,89	27,56	0,126	48,69	27,77	68,50
65	4,06	24,91	0,252	33,17	21,55	0,133	17,92	21,83	59,95
66	5,25	7,86	0,905	81,23	24,25	0,136	55,39	31,01	68,26
67	7,36	9,22	1,009	74,28	41,72	0,204	74,16	28,81	93,33
68	4,81	27,55	1,282	119,40	20,80	0,144	108,65	53,73	62,94
69	3,91	5,54	0,524	39,61	20,03	0,181	23,03	24,91	49,38
70	4,16	10,64	0,359	55,13	27,04	0,170	38,54	21,98	53,10
71	1,59	10,12	0,000	20,88	7,05	0,126	12,11	23,38	28,82
72	4,29	10,11	0,322	49,42	27,27	0,104	32,25	22,14	50,33
73	4,49	14,93	0,415	98,12	41,49	0,153	87,87	21,84	74,51
74	4,84	9,13	0,153	65,36	19,66	0,185	15,89	16,93	46,43
75	3,62	12,17	0,547	115,36	25,20	0,212	122,19	25,80	53,37
76	3,74	15,12	0,211	69,16	15,78	0,261	36,91	40,28	49,18
77	5,00	21,95	1,008	92,16	38,72	0,087	81,67	17,43	75,45
78	3,29	308,67	0,134	36,30	14,29	0,084	18,27	23,01	39,78
79	5,55	11,96	2,066	147,54	31,89	0,076	165,52	35,24	76,00
80	3,76	8,19	1,100	208,71	40,17	0,060	246,61	15,27	50,37
81	5,73	9,83	0,680	104,99	31,15	0,005	80,29	28,95	55,61
82	3,71	8,21	0,186	57,82	84,69	0,000	49,63	19,88	55,96
83	2,79	6,56	0,200	37,15	11,09	0,000	25,53	21,90	34,01
84	5,30	9,77	0,618	74,58	33,39	0,000	52,19	26,49	68,35
85	4,03	2,59	0,530	70,72	71,34	0,000	62,72	24,97	62,22
86	4,06	25,91	0,238	71,76	18,18	0,091	37,27	23,00	46,33
87	3,80	5,09	1,516	557,50	31,59	0,170	979,11	22,10	58,63
88	3,61	8,98	1,915	551,09	35,17	0,135	434,15	23,95	62,04
89	5,11	14,41	1,036	78,09	19,97	0,368	54,70	36,07	71,38
90	4,56	15,19	1,092	49,35	20,87	0,068	28,63	24,76	64,13



91	4,55	12,52	0,326	40,51	80,59	0,171	36,54	25,26	60,37
92	1,18	11,65	2,285	1098,71	21,59	0,150	1675,51	17,40	41,36
93	1,89	5,40	3,197	840,66	32,99	0,058	2095,57	11,66	55,43
94	3,63	9,31	0,091	22,79	15,65	0,108	8,49	17,04	36,03
95	3,29	27,39	0,200	56,37	13,72	0,158	22,19	28,29	59,30
96	4,85	7,06	1,604	49,05	54,58	0,087	37,43	16,43	90,08
97	4,59	19,38	0,527	63,27	37,60	0,155	46,71	33,73	85,42
98	5,79	6,81	1,042	142,70	23,26	0,120	63,44	20,91	56,56
99	2,30	9,61	2,475	750,52	19,58	0,103	1870,82	14,12	67,80
100	4,88	16,73	0,000	39,01	11,51	0,082	13,84	35,35	47,04
101	3,02	33,15	0,583	29,37	24,14	0,106	22,75	20,31	55,05
102	6,39	44,46	0,420	60,29	27,35	0,179	25,21	24,50	84,24
103	4,36	12,38	0,975	35,76	37,24	0,201	34,31	34,97	111,55
104	1,74	10,80	0,000	51,01	13,78	0,076	63,49	6,55	25,89
105	3,23	8,45	0,125	38,71	14,81	0,145	23,23	20,44	44,94
106	7,55	6,44	0,562	58,38	39,32	0,228	26,19	28,20	85,67
107	4,04	6,36	0,162	41,95	22,26	0,081	25,77	22,10	54,21
108	3,88	87,82	0,715	62,97	21,67	0,095	40,62	21,84	66,86
109	3,46	12,49	0,244	46,57	16,56	0,109	26,70	21,06	58,16
110	5,68	12,03	0,490	81,63	29,34	0,101	54,00	29,03	68,24
111	2,93	35,91	1,190	92,98	16,27	0,169	34,98	15,69	38,78
112	3,87	12,49	0,472	45,44	21,72	0,320	41,40	76,40	74,47
113	4,26	5,10	0,730	98,07	31,89	0,126	97,41	51,64	95,51
114	5,58	7,89	0,306	55,17	22,66	0,106	19,45	33,09	85,53
115	6,93	7,88	0,443	43,41	24,32	0,115	21,71	27,35	82,44
116	3,53	11,10	0,520	20,26	27,13	0,134	18,48	43,69	71,74
117	5,63	8,83	0,396	54,03	79,56	0,186	40,75	21,88	65,71
118	4,58	11,14	0,200	44,14	15,58	0,147	18,32	21,61	43,82
119	3,88	11,68	1,117	152,99	53,47	0,291	153,51	224,27	97,01
120	1,81	6,88	0,266	13,42	13,28	0,180	12,30	26,81	22,37
121	1,92	8,31	2,086	809,64	21,45	0,142	1471,14	40,18	60,51
122	3,86	5,00	0,657	78,31	26,77	0,177	62,20	73,35	91,15
123	7,40	11,08	1,963	51,63	26,77	0,150	38,14	35,88	92,51
124	3,92	16,34	0,099	24,09	15,57	0,217	17,28	27,84	50,36
125	4,15	10,85	0,200	40,89	21,55	0,188	23,35	22,32	55,83
126	2,56	16,49	1,635	682,80	27,31	0,109	1376,92	13,80	43,18
127	6,12	10,29	0,343	53,96	19,51	0,130	22,31	31,00	78,98
128	4,46	88,55	5,977	374,19	19,90	0,188	195,24	241,54	1123,60
129	4,73	7,16	0,000	42,32	17,82	0,123	18,98	26,38	46,02
130	6,70	10,13	6,581	50,01	31,82	0,172	37,74	44,37	146,00
131	3,46	10,63	0,385	26,61	12,00	0,133	12,08	33,31	39,31
132	3,95	12,87	0,705	131,05	54,79	0,155	76,95	21,43	59,89
133	4,72	10,51	0,303	17,09	9,22	0,117	3,79	37,99	49,10
134	4,45	36,12	0,182	32,10	20,17	0,070	17,79	32,34	64,47
135	6,17	21,60	1,084	44,31	53,90	0,104	45,14	45,56	88,25
136	3,94	13,58	1,118	79,49	27,37	0,251	84,09	33,94	76,41
137	2,26	11,65	0,562	55,11	162,45	0,191	81,56	31,57	48,65

