

EKOLOŠKI KVALITET ZEMLJIŠTA U SLIVU I UTICAJ NA KVALITET VODA BUDUĆE AKUMULACIJE "SELOVA"*

KADOVIĆ Ratko, BELANOVIĆ Snežana, KNEŽEVIĆ Milan
Šumarski fakultet, Univerziteta u Beogradu

REZIME

U ovom radu je analiziran ekološki kvalitet zemljišta u slivu akumulacije «Selova» i mogući uticaj na kvalitet voda buduće akumulacije. Ekološki kvalitet zemljišta je u funkciji: pristupačnosti elemenata biljne ishrane (azota, fosfora, baznih katjona), statusu acidifikacije, akumulaciji ugljenika, i indikatora sorpcije teških metala. Proučavanja su obavljena za devet tipova zemljišta na osnovu analiza pojedinih zemljišnih svojstava. Voda je najznačajnija komponenta za transport hranljivih materija u zemljištu, gde zemljište ima glavnu filtersku ulogu. Stoga je poznavanje ekološkog kvaliteta zemljišta značajan parametar za utvrđivanje kvaliteta voda u slivnom području.

Ključne reči: tip zemljišta, teški metali, ekološki kvalitet zemljišta, indikatori kvaliteta, kvalitet voda

1. UVOD

Zemljište predstavlja prirodni kapital, u smislu značenja nasleđa koje tokom vremena obezbeđuje održivost životne sredine i ekonomskog razvoja. S obzirom na značaj zemljišta u održavanju funkcija ekosistema može se definisati kao ograničen, strateški i praktično, neobnovljiv prirodni resurs. Zemljište, predstavlja prirodni dinamički sistem koji karakterišu fizički, hemijski i biološki procesi, vršeći čitav niz funkcija.

Funkcije zemljišta objedinjene su u prirodne funkcije zemljišta, kulturna funkcija zemljišta, i funkcije korišćenja zemljišta. Od posebnog značaja je prirodna funkcija zemljišta za ekološku ravnotežu, naročito u kruženju vode i hranljivih materija. Zemljište ima

takođe i funkciju filtra, pufera i transformatora između atmosfere, podzemnih voda i biljnog pokrivača, štiteći životnu sredinu i naročito rezerve podzemnih voda.

Promene u zemljištu koje su rezultat delovanja brojnih procesa, naročito globalnih, odvijaju se popstepeno i teško su primetne u kraćim vremenskim intervalima, a uslovljavaju promene funkcija ekosistema. Zbog toga se, poslednjih godina, intenziviraju proučavanja i analize sa aspekta ekološkog kvaliteta zemljišta, kao značajnog elementa održivog upravljanja terestričnim ekosistemima. Koncept kvaliteta zemljišta, kao osnova za održivi razvoj, je nastao početkom 1990. godina, kao posledica brojnih naučnih rasprava, studija i analiza. Zamišljen je kao sistem koji obezbeđuje integraciju tri osnovne komponente: održivu biološku produkciju, zdravstveno stanje biljaka i životinja i kvalitet životne sredine. Društvo za proučavanje zemljišta SAD (SSSA) (1995, cit. *Karlen et.all*, 1997) daje detaljniju definiciju: «kvalitet zemljišta je kapacitet specifičnog tipa zemljišta da funkcioniše unutar prirodnih ili gazdinskih granica ekosistema, da održi biljnu i životinjsku produktivnost, sačuva ili poveća kvalitet vode i vazduha i podrži zdravlje i standard ljudi».

Poznavanje ekološkog kvaliteta zemljišta je od velikog značaja, za očuvanje produktivnosti zemljišta, a time i kvaliteta voda i uopšte životne sredine.

2. MATERIJAL I METOD RADA

Sliv reke Toplice uzvodno od brane "Selova" zauzima površinu od 349 km². U slivu, uzvodno od brane, otvoreni su pedolški profili na mestima gde se prema pedološkoj karti nalaze najzastupljeniji tipovi zemljišta, vodeći pri tom računa i o načinu korišćenja zemljišta.

* Ovaj članak rezultat je rada na projektu 410023 - Kontrola vodne erozije i uređenje bujica u funkciji zaštite vodoprivrednih objekata i kvaliteta voda

Otvoreno je devet profila, a uzorci su uzeti po fiksnim dubinama.

U okviru osnovnih pedoloških istraživanja proučena su morfološka svojstva i set standardnih fizičkih i hemijskih svojstava neophodnih za pedološku karakterizaciju. Pored osnovnih pedoloških proučavanja obavljene su analize sadržaja teških metala u organskim i organo-mineralnim slojevima.

Osnovna fizička i hemijska svojstva zemljišta određena su prema metodama JDPZ (1966. i 1997), a koje su u skladu s dozvoljenim izmenama u metodici UNEP-UN/ECE (1994). Sadržaj teških metala (fokus na Zn, Pb i Cd) u zemljištu određen je metodom atomske apsorpcione spektrofotometrije, na aparatu Varian AA-10. Konzervacija i priprema uzoraka za pseudo – ukupan sadržaj ovih elemenata urađena je prema UNEP-UN/ECE (1994).

Klasa ekološkog kvaliteta izračunava se na osnovu jednačine (Belanović, 2006) :

$$I_{EQ} = \left(\frac{I_{pe}}{I_{so}} \right) \div I_{As}$$

gde su,

I_{pe} – indikator pristupačnosti biogenih elemenata

$I_{pe} = I_N + I_p + I_{BEC} + I_{C_c} + I_{Al/Ca+Mg}$;

I_{so} – indikator sorpcije teških metala, $I_{so} = I_{Ad}/RI$,

Gde su: I_N – indikator pristupačnosti azota (Vanmechelen, 1997); I_p - indikator pristupačnosti fosfora (Vanmechelen, 1997); I_{BEC} - indikator pristupačnosti baznih katjona (Vanmechelen, 1997); I_{C_c} – klasa akumulacije ugljenika (Vanmechelen, 1997); I_{AS} – status acidifikacije (Vanmechelen, 1997); $I_{Al/Ca+Mg}$ – indikator odnosa Al/Ca+Mg (Belanović, 2006); RI – retencioni indikator prema (Hellweg, 2000) I_{Ad} – indikator adsorpcije (Belanović, 2006).

3. REZULTATI I DISKUSIJA

U slivu reke Toplice uzvodno od akumulacije Selova, proučavanjima definisana su sledeća zemljišta prema klasifikaciji Škorića i sar. (1985): litosol na serpentinitu pod zasadam crnog bora, distrični ranker na peščaru u šumskom ekosistemu, distrični ranker na flišu u šumskom ekosistemu, distrični ranker na dacitu zatim, eutrični ranker na serpentinitu i eutrični ranker na škrljicama pod travnom vegetacijom, posmeđen ranker na peščaru i eutrično smeđe zemljište na škrljicama u šumskom ekosistemu, i aluvijalno zemljište pod travnom vegetacijom

Na osnovu analiza hemijskih svojstava litosol na serpentinitu karakteriše bazna reakcija (pH u H_2O - 8,00). Sadržaj humusa je nizak, a odnos C/N uzak.

Distrični ranker na flišu, distrični ranker na dacitu, i distrični ranker na peščaru karakteriše slabo kisela reakcija. Sadržaj humusa u površinskom sloju je visok i značajno je niži na dubini 10-20 cm, dok je odnos C/N uzak. Step en zasićenosti adsorptivnog kompleksa bazama je u površinskom sloju 0 – 10 cm je veća od 50% (distični ranker na flišu), a u slučaju distričnog rankera na dacitu ispod 50%. U sloju 10 – 20 cm zasićenost bazama je ispod 10%. Obezbeđenost azotom je visoka.

Eutrični ranker na serpentinitu karakteriše neutralna do alkalna reakcija pH u H_2O od 6,83 – 7,54, a eutrični ranker na škrljicama alkalna reakcija pH H_2O od 7,50 – 7,90. Sadržaj humusa u površinskom sloju je visok i opada sa dubinom, odnos C/N je uzak, a obezbeđenost azotom i zasićenost bazama su visoki.

Reakcija zemljišta kod posmeđenog rankera na peščaru je slabo kisela, obezbeđen je humusom koji sa dubinom opada. Obezbeđenost azotom je visoka.

Eutrično smeđe zemljište na škrljicama slabo kisele reakcije. Sadržaj humusa je visok u površinskom sloju, zatim opada. Odnos C/N u organomineralnim slojevima je uzak, a obezbeđenost azotom visoka.

Aluvijalno zemljište se karakteriše baznom reakcijom sa srednjom obezbeđenošću humusom i azotom. Odnos C/N je uzak.

Pristupačnost hranljivih materija za biljke najviše zavisi od prirode hranljivih materija u zemljišnom rastvoru. Pristupačnost azota determinisana je brzinom raspadanja biljnih ostataka i brzinom mineralizacije humusnih i drugih organskih materija u površinskim slojevima zemljišta. Takođe, pristupačnost fosfora mnogo više zavisi od brzine razlaganja organske materije, nego od ukupne rezerve fosfora u zemljištu. Brzinu razlaganja značajno određuju elementi klime a definiše odnos C/P. Bazni katjoni (kalcijum, magnezijum i kalijum) u većini slučajeva, nalaze se u zemljištima u dovoljnim količinama. Suma adsorbovanih baznih katjona i stepen zasićenosti bazama izražavaju kapacitet mineralnih slojeva zemljišta da zadrže izmenljive bazne katjone.

Teški metali akumulacijom u zemljištu, uključuju se u biohemijske procese kruženja elemenata, gde podležu

različitim nivoima promena, koje utiču na njihovu pokretljivost, vezivanje i ispiranje ili površinski transport erozionim procesima, i na taj način doppevaju u površinske i podzemne vode. Kretanje metala kroz

profil zemljišta, ili površinski transport erozionim procesima, u ovim uslovima, ima veliki praktični značaj sa aspekta uticaja na kvalitet voda i njihove veze sa površinskim akumulacijama.

Tabela 1: Osnovna hemijska svojstva proučavanih zemljišta

Tip zemljišta	Sloj (cm)	pH (H ₂ O)	pH (CaCl ₂)	C %	Humus %	N%	C/N	CEC cmol (+) kg ⁻¹
Litosol na serpentinitu	Ol	4,93	4,58	44,14	76,10	0,96	46,0	
	0-10	8,00	7,36	1,40	2,41	0,13	10,8	8,56
Distrični ranker na peščaru	Ol	5,69	5,14	36,03	62,13	1,34	26,9	
	0-10	5,62	4,71	4,16	7,16	0,40	10,4	15,99
	10-20	5,57	4,58	1,58	2,72	0,20	7,9	26,32
	20-40	6,04	4,92	0,76	1,31			16,14
Distrični ranker na flišu	Ol	5,56	5,07	41,05	70,77	1,30	31,6	
	0-10	6,00	5,07	3,86	6,64	0,31	12,5	13,73
	10-20	5,03	4,02	1,60	2,76	0,20	8,0	67,13
Distrični ranker na dacitu	0-10	5,98	5,28	5,80	9,98	0,49	11,8	22,93
	10-20	5,83	4,94	3,15	5,42	0,31	10,2	14,23
Eutrični ranker na škriljcima	0-10	7,50	6,97	2,54	4,37	0,20	12,7	20,34
	10-20	7,73	7,02	1,54	2,65	0,17	9,1	17,23
	20-40	7,90	7,08	0,63	1,08			13,11
Eutrični ranker na serpentinitu	0-10	6,83	6,17	5,45	9,37	0,46	11,8	34,08
	10-20	7,20	6,45	1,99	3,42	0,21	9,5	30,21
	20-40	7,54	6,55	0,72	1,24			27,50
Posmeđeni ranker na peščaru	Ol	5,50	4,98	38,89	67,04	1,55	25,1	
	0-10	4,93	4,10	4,37	7,52	0,38	11,5	67,14
	10-20	5,21	4,15	1,36	2,34	0,22	6,2	69,38
	20-40	5,93	4,77	0,96	1,65			
Eutrično smeđe zemljište na škriljcima	Ol	5,97	5,49	39,74	68,51	1,20	33,1	
	0-10	6,10	5,34	3,64	6,26	0,32	11,4	28,19
	10-20	6,20	5,22	1,47	2,53	0,15	9,8	20,96
	20-40	6,77	5,72	0,80	1,38			20,83
Aluvijalno zemljište	0-10	7,76	7,04	1,37	2,36	0,20	6,9	16,73
	10-20	7,78	7,09	1,29	2,22	0,18	7,2	16,76
	20-40	7,83	7,03	1,09	1,87			17,61

Pri proceni opterećenosti zemljišta teškim metalima, veliki problem predstavljaju brojni uticajni faktori i njihove interakcije. Iako ukupna koncentracija ukazuje na opterećenost zemljišta nekim elementom, generalno, pruža malu informaciju o rastvorljivosti elemenata u zemljišnom rastvoru, odnosno o pristupačnosti biljkama. Pristupačnost pojedinih metala biljkama zavisi od oblika u kojem se javlja i od biljne vrste (Kadović, Knežević, 2002).

Sadržaj teških metala (Zn, Cu, Pb, Cd Ni i Cr) u proučavanim zemljištima, prikazan je u tabeli 2 i tabeli 3.

Sadržaji Pb, Zn i Cd u proučavanim zemljištima sa dubinom opadaju. Izmerene koncentracije teških metala u ovim zemljištima upoređene su u odnosu na kritična ograničenja koja važe u većini zemalja Evrope, a koja su saglasna konceptu obezbeđenja multifunkcionalnog korišćenja zemljišta, i prema de Vries & Bakker (1998), izražene u mg kg⁻¹, kreću se u sledećim granicama: za

Pb - 25 - 100; Cd - 0,3 - 2, Zn 50-200; Cu: 30-70; Ni: 10-85 i Cr 20-130. Izmereni sadržaji Zn i Cu u proučavanim zemljištima su u okviru predloženih graničnih vrednosti i znatno niže od maksimalne predložene koncentracije. U odnosu na granične vrednosti olova za multifunkcionalo korišćenje, izmereni sadržaji u distričnom rankeru na dacitu i u aluvijalnom zemljištu znatno su veći od najveće predložene granične vrednosti. Za razliku od distričnog rankera na flišu, distrični ranker na dacitu se karakteriše smanjenjem CEC-a sa dubinom profila što ukazuje na mogućnost veće mobilnosti olova u ovom zemljištu. Aluvijalno zemljište se karakteriše alkalnom reakcijom, što ima značajan uticaj na retenciju teških metala. Sadržaji Cd niži su od graničnih vrednosti.

Tabela 2: Sadržaj teških metala (Zn, Cu, Pb, i Cd) u proučavanim zemljištima

Tip zemljišta	Sloj	Zn	Cu	Pb	Cd
	cm	mg kg ⁻¹			
Litosol na serpentinitu	O1	29,47	2,00	5,99	0,20
	0-10	51,95	10,49	7,99	
Distrični ranker na peščaru	O1	48,53	22,01	30,52	0,05
	0-10	106,99	39,00	55,00	
	10-20	104,90	40,46	43,46	
	20-40	105,44	42,48	26,49	
Distrični ranker na flišu	O1	36,96	10,49	10,99	
	0-10	105,00	39,00	46,00	
	10-20	113,43	43,47	36,98	
Distrični ranker na dacitu	0-10	73,44	8,49	126,90	
	10-20	64,02	10,50	97,52	
Eutrični ranker na škriljcima	0-10	129,38	52,95	35,47	
	10-20	122,98	54,99	33,00	
	20-40	121,48	50,49	15,50	
Eutrični ranker na serpentinitu	0-10	98,90	27,97	68,43	
	10-20	84,51	27,50	28,50	
	20-40	82,48	28,49	11,50	
Posmeđen ranker na peščaru	O1	40,42	11,98	19,46	0,20
	0-10	106,45	33,98	66,97	
	10-20	112,97	41,49	22,99	
	20-40	123,91	50,46	14,99	
Eutrično smeđe zemljište na škriljcima	O1	51,99	8,50	9,50	0,00
	0-10	124,96	43,99	65,48	
	10-20	138,46	43,49	50,48	
	20-40	127,97	44,49	29,49	
Aluvijalno zemljište	0-10	137,43	37,48	300,85	
	10-20	135,37	35,97	284,23	
	20-40	135,87	37,96	297,72	

Za kvalitet vode u akumulaciji Selova, pored biološke pristupačnosti Zn, Cu, Pb i Cd, veliki značaj imaju i koncentracije Ni i Cr u zemljištu. Ovo se, pre svega, odnosi na ona zemljišta koja su obrazovana na supstratima sa visokim sadržajem ovih elemenata i zemljišta koja se obogaćuju Ni i Cr procesima sekundarne akumulacije u slivu. U slivu akumulacije Selova to su: eutrični ranker na serpentinitu i litosol na serpentinitu, kao i aluvijalna zemljištima (tabela 3)

Tabela 3: Sadržaj Ni i Cr u nekim proučavanim zemljištima

Tip zemljišta	Sloj cm	Ni mg kg ⁻¹	Cr mg kg ⁻¹
Aluvijalno zemljište	0 - 10	399,80	274,86
	10 - 20	449,57	324,69
	20 - 40	349,67	449,57
Eutrični ranker na serpentinitu	0 - 10	2047,85	1348,58
	10 - 20	2375,24	1275,13
	20 - 40	2424,52	1149,77
Litosol na serpentinitu	0 - 10	2347,77	849,19

Sadržaji Ni i Cr veće su od kritičnih ograničenja (Ni - 10 - 85 mg kg⁻¹; Cr - 30 - 130 mg kg⁻¹), koja su saglasna konceptu multifunkcionalnog korišćenja prema Vries & Bakker (1998). Izmerene koncentracije veće su i od kritičnih prema važećem Pravilniku o maksimalno dozvoljenim količinama, opasnih i štetnih materija za poljoprivredna zemljišta (Službeni glasnik R. Srbije 11/91): Ni - 50 mg kg⁻¹, Cr - 100 mg kg⁻¹). Sadržaji Ni i Cr se povećavaju sa dubinom u eutričnom rankeru, dok su u aluvijalnom zemljištu ujednačene koncentracije. Izmerene koncentracije Ni i Cr u eutričnom rankeru kao i u sirozemu su uobičajene za zemljišta formirana na serpentinitima. Belanović (2000) navodi da su u zemljištima formiranim na serpentinitu, koncentracije Ni i Cr visoke, ali hemijskom ekstrakcijom utvrđeno je da su ovi elementi vezani za rezidijum kao i za okside Fe i Mn, što ukazuje na njihovu nepristupačnost. Međutim, sadržaji u aluvijalnom zemljištu, iako znatno niži od izmerenih u rankeru, su veći od kritičnih, što je posledica transporta nanosa iz gornjih delova sliva sa zemljišta formiranih na serpentinitima.

Štetni efekti teških metala uglavnom se pripisuju jonskim formama rastvorljivim u vodi ili adsorbovanim na suspendovanim česticama, tj. kompleksiranim sa mineralnom i organskom komponentom. Ovaj problem podrazumeva kompleksna modelska proučavanja fluksa voda za slojeve dublje od zemljišnog profila, za različite tipove zemljišta i tipove šuma.

Bez obzira na poreklo teških metala u zemljištu (prirodno, antropogeno), procesima površinskog oticanja i taloženja, teški metali sa suspendovanim česticama zemljišta iz slivnog područja, dospevaju u vodne akumulacije. Kao rezultat ovih procesa, teški metali adsorbovani na suspendovanim česticama premeštaju se iz komponente vode u komponentu nanosa. Resuspenzija čestica nanosa je rezultat turbulencije na nivou „voda-nanos“. U ovim uslovima, polutanti adsorbovani na česticama nanosa, premeštaju se iz komponente nanosa u komponentu vode. Razmera ovih procesa u slivu, brzine sedimentacije i resuspenzije se uvećavaju odnosom površine akumulacije i površine sliva. (dr Vries i Bakker, 1996). Transport nanosa iz gornjih delova sliva Toplice taložiće se u akumulaciji i uticaće na kvalitet vode. Stoga je neophodno kompletno antieroziono uređenje gornjeg dela sliva reke Toplice.

Voda je najznačajnija komponenta za transport hranljivih materija u zemljištu. Kruženje hranljivih materija se obezbeđuje kroz hidrološki ciklus. Kroz ove procese kruženja vode i hraniva, kruže i druge materije kao što su đubriva ili neki pesticidi i teški metali, gde zemljište ima glavnu filtersku ulogu. Stoga je poznavanje ekološkog kvaliteta zemljišta značajan parametar za utvrđivanje kvaliteta voda u slivnom području.

Na osnovu izmerenih osnovnih fizičkih i hemijskih svojstava zemljišta, sadržaja teških metala, i izračunatih indikatorskih vrednosti izračunata je klasa ekološkog kvaliteta zemljišta. Klasa ekološkog kvaliteta zemljišta ukazuje na potencijal zemljišta da prihvati negativne uticaje, pre svega depoziciju teških metala i zadrži ih, a da pri tom ne ošteti druge komponente ekosistema, živi svet i vode. Klasa ekološkog kvaliteta zemljišta je u direktnoj vezi sa klasom indikatorske pristupačnošću azota, fosfora, baznih katjona, ugljenika i odnosa Al i baznih katjona Ca i Mg. Sa povećanjem sadržaja teških metala kao i sa povećanjem vrednosti indikatora statusa acidifikacije smanjuje se ekološki kvalitet zemljišta. Sva zemljišta se svrstavaju u klase od: vrlo niske – I, niska – II, srednja – III, zatim visoka IV i vrlo visoka V klasa ekološkog kvaliteta.

Eutrični ranker na serpentinitu pripada V klasi ekološkog kvaliteta, zatim IV klasi pripadaju aluvijalno zemljište, eutrično smeđe zemljište na škriljcima, i eutrični ranker na škriljcima. U III klasu svrstava se distrični ranker na flišu, distrični ranker na dacitu, distrični ranker na peščaru i litosol na serpentinitu, i u I klasi posmeđen ranker na peščaru. Razlike u ekološkom kvalitetu proučavanih zemljišta uslovljene su različitim

svojstvima zemljišta, pre svega, funkcijama pufernog kapaciteta zemljišta.

Tabela 4: Klasa ekološkog kvaliteta proučavanih zemljišta

Tip zemljišta	I _{EO}	Klasa
Litosol na serpentinitu	2,96	III
Distrični ranker na peščaru	3,01	III
Distrični ranker na flišu	3,16	III
Distrični ranker na dacitu	5,79	III
Eutrični ranker na škriljcima	7,00	IV
Eutrični ranker na serpentinitu	9,99	V
Posmeđen ranker na peščaru	0,78	I
Eutrično smeđe zemljište na škriljcima	6,03	IV
Aluvijalno zemljište	6,34	IV

Ekološki kvalitet zemljišta ima značajan uticaj kako na produktivnost zemljišta tako, i na kvalitet voda i uopšte na životnu sredinu. Na kvalitet voda pored navedenog, utiču i ostali stanišni uslovi u slivu u toku hidrološke godine.

4. ZAKLJUČAK

Zemljište, predstavlja prirodni dinamički sistem koji karakterišu fizički, hemijski i biološki procesi, vršeci čitav niz funkcija. Poznavanje ekološkog kvaliteta zemljišta je od velikog značaja, za očuvanje produktivnosti zemljišta, a time i kvaliteta voda i uopšte životne sredine. U slivu reke Toplice uzvodno od akumulacije Selova, proučavanjima definisana su sledeća zemljišta prema klasifikaciji Škorića i sar. (1985): litosol na serpentinitu pod zasadam crnog bora, distrični ranker na peščaru u šumskom ekosistemu, distrični ranker na flišu u šumskom ekosistemu, distrični ranker na dacitu zatim, eutrični ranker na serpentinitu i eutrični ranker na škriljcima pod travnom vegetacijom, posmeđen ranker na peščaru i eutrično smeđe zemljište na škriljcima u šumskom ekosistemu, i aluvijalno zemljište pod travnom vegetacijom

Kretanje metala kroz profil zemljišta, ili površinski transport erozionim procesima, u ovim uslovima, ima veliki praktični značaj sa aspekta uticaja na kvalitet voda i njihove veze sa površinskim akumulacijama. Izmerene koncentracije teških metala u ovim zemljištima upoređene su u odnosu na kritična ograničenja koja važe u većini zemalja Evrope, a koja su saglasna konceptu obezbeđenja multifunkcionalnog korišćenja zemljišta, i prema de Vries & Bakker (1998). Sadržaji Pb, Zn i Cd u proučavanim zemljištima sa dubinom opadaju. Izmereni sadržaji Zn i Cu u proučavanim zemljištima su u okviru predloženih

graničnih vrednosti i znatno niže od maksimalne predložene koncentracije. U odnosu na granične vrednosti olova za multifunkcionalo korišćenje, izmereni sadržaji u distričnom rankeru na dacitu i u aluvijalnom zemljištu znatno su veći su od najveće predložene granične vrednosti. Sadržaji Cd niži su od graničnih vrednosti. Sadržaji Ni i Cr veće su od kritičnih ograničenja. Štetni efekti teških metala uglavnom se pripisuju jonskim formama rastvorljivim u vodi ili adsorbovanim na suspendovanim česticama, tj. kompleksiranim sa mineralnom i organskom komponentom. Belanović (2000) navodi da su u zemljištima formiranim na serpentinitu, koncentracije Ni i Cr visoke, ali hemijskom ekstrakcijom utvrđeno je da su ovi elementi vezani za rezidijum kao i za okside Fe i Mn, što ukazuje na njihovu nepristupačnost.

Voda je najznačajnija komponenta za transport hranljivih materija u zemljištu. Kruženje hranljivih materija se obezbeđuje kroz hidrološki ciklus. Kroz ove procese kruženja vode i hraniva, kruže i druge materije kao što su đubriva ili neki pesticidi i teški metali, gde zemljište ima glavnu filtersku ulogu. Stoga je poznavanje ekološkog kvaliteta zemljišta značajan parametar za utvrđivanje kvaliteta voda u slivnom području. Zemljišta prema ekološkom kvalitetu (Belanović, 2006) se svrstavaju u klase od: vrlo niske – I, niska – II, srednja – III, zatim visoka IV i vrlo visoka V klasa ekološkog kvaliteta. Sva proučavana zemljišta pripadaju klasi srednjeg (III) do vrlo visokog (V) ekološkog kvaliteta, sem posmeđenog rankera na peščaru koji pripada klasi vrlo niskog ekološkog kvaliteta (I). Razlike u ekološkom kvalitetu proučavanih zemljišta uslovljene su različitim svojstvima zemljišta, pre svega, funkcijama pufernog kapaciteta zemljišta.

Nanos koji dospeva iz gornjih delova sliva taložiće se u budućoj akumulaciji i uticaće na kvalitet vode. Stoga je neophodno kompletno antieroziono uređenje gornjeg dela sliva reke Toplice. Takođe, značajno je razmatrati kroz dalja istraživanja: šta su kritične koncentracije u pogledu receptora u našim uslovima; šta je osnovna ekotoksikološka kritična vrednost za površinske vode u odnosu na stanje ekološkog kvaliteta zemljišta?

LITERATURA:

- [1] Belanović, S., (2000): Proučavanje sadržaja teških metala u zemljištu i nanosu u oglednim slivovima pod zasadima smrče i crnoga bora na serpentinitima Goča, magistarski rad, Univerzitet u Beogradu, Beograd, str. 146.
- [2] Belanović, S. (2006): Ekološki kvalitet zemljišta brdsko – planinskog područja istočne Srbije, doktorska disertacija, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, 210 str.
- [3] De Vries W., Bakker D. J. (1998): Manual for calculating critical loads of heavy metals for terrestrial ecosystems. Guidelines for critical limits, calculation methods and input data. Wageningen, DLO Winand Staring Centre, Report 166, 144 pg
- [4] De Vries W., Bakker D.J. (1996): Manual for calculating critical loads of heavy metals for soils and surface waters, Preliminary guidelines for critical limits, calculation methods and input data, DLO Winand Staring Centre, Report 114, Wageningen (173)
- [5] Kadović, R., Knežević, M. (2002): "Teški metali u šumskim ekosistemima Srbije", Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Ministarstvo za zaštitu prirodnih bogatstava iz životne sredine R. Srbije, Beograd, 278 str.
- [6] Karlen, D. L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G., Harris, R.F. and Schuman, G.F. (1997): Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. Soil Science Society of America Journal 61, 4 - 10 pp.
- [7] Vanmechelen, L., ed.(1997): Forest Soil Condition in Europe - Results of Large-Scale Soil Survey, Prepared by Forest Soil Co-ordinating Centre, Report EC-UN/ECE, Brussels, Geneva.
- [8] Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M. (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije, AN BiH, knjiga LXXVIII, Sarajevo
- [9] (1997): METODE ISTRAŽIVANJA I ODREĐIVANJA FIZIČKIH SVOJSTAVA ZEMLJIŠTA, JDPZ
- [10] (1966): HEMIJSKE METODE ISPITIVANJA ZEMLJIŠTA, KNJIGA 1, JDPZ

ECOLOGICAL QUALITY OF SOILS IN THE WATERSHED OF THE FUTURE
«SELOVA» STORAGE RESERVOIR AND THEIR IMPACT ON THE WATER QUALITY

by

KADOVIĆ Ratko, BELANOVIĆ Snežana, KNEŽEVIĆ Milan
Faculty of Forestry, University of Belgrade

Summary

The ecological quality of the soils in watershed of the storage reservoir created by the "Selova" dam is analyzed, as well as their possible influence on the reservoir water quality. The ecological quality of soils depends upon the availability of plant nutrient elements (nitrogen, phosphorus and base cations), status on acidification, carbon accumulation and indicators of heavy metal sorption. The study was conducted for nine

soil types. Water is the most important component for heavy metals transport in the soil, where the soil acts as the main filter. Hence, the assessment of the ecological quality of soils is the most important indicator for the evaluation of water quality in the watershed.

Key words: soil type, heavy metals, soil ecological quality, quality indicators, water quality

Redigovano 04.12.2007.