

## VODNO-SONI REŽIM ZEMLJIŠTA U NAVODNJAVANJU SA ASPEKTA PROBLEMA ZASLANJIVANJA U SURČINSKOM DONJEM POLJU\*

Svetimir DRAGOVIĆ, Mile BOŽIĆ, Dragiša STEVIĆ  
Institut za vodoprivredu «Jaroslav Černi»-Zavod za naučno istraživački rad  
Dragan RUDIĆ, Gradimir VASIĆ, Poljoprivredni fakultet Zemun-Beograd

### REZIME

Korišćenje vodnih resursa u poljoprivredi primenom navodnjavanja, u cilju povećanja prinosa i stabilizacije proizvodnje hrane, strateški je cilj poljoprivrednih proizvođača i društva u celini. Pri tom, mora se voditi računa o zaštiti i očuvanja zemljišta i životne sredine, jer se sve više koristi voda neodgovarajućeg kvaliteta, slabije ili jače mineralizovana, ili otpadne vode iz različitih izvora. U tom cilju, izvršena su ispitivanja vodno-sonog režima na oglednom punktu na površinama sistema za navodnjavanje «Donje Polje» poljoprivrednog gazdinstva "7.juli" Jakovo, PKB Korporacija AD

Tip zemljišta na kojem su vršena ispitivanja je ritska crnica karbonatna. Po mehaničkom sastavu u humusnom horizontu je glina sa preko 40% koloidne gline, blago kisele do neutralne reakcije, sa 3,5-5% humusa. Količina i raspored padavina u 2005 godini bila je na nivou prosečnih, pa je bilo potrebno tri puta zalivati lucerku, kada je dato ukupno 100 mm vode. Godina 2006 je bila sa visokim padavinama u periodu vegetacije, te nije bilo potrebe za navodnjavanjem. Na oglednoj parceli gajena je lucerka.

Nivo podzemne vode u većem delu vegetacionog perioda bio je visok u obe godine ispitivanja, a u pojedinim periodima dostizao je do blizu površine. Kvalitet podzemne vode je povoljan, te bez obzira na visok nivo, nije uticala na povećanje saliniteta.

Vrednosti električnog konduktiviteta (ECe) povećane su u površinskom sloju u odnosu na dublje slojeve i iznose 0,08% u sloju 0-20 cm i 0,06% u sloju 20-40 cm.

Kvalitet vode za navodnjavanje po US salinity laboratory pripada klasi C3S1, sa dosta visokim vrednostima ECw, od 900 do 1700  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

**Ključne reči:** navodnjavanje, vodni režim, soni režim, podzemna voda, kvalitet vode elektrokonduktivitet, podzemna voda.

### 1. UVOD

Izvori kvalitetne vode za navodnjavanje su većinom ograničeni, te poljoprivredni proizvođači sve više koriste slabije ili jače mineralizovane vode, ili otpadne vode stočnih farmi, urbanih sredina, ili prerađivačke industrije. Upotreba ovakve vode za navodnjavanje utiče, ne samo na kontaminaciju i zaslanjivanje zemljišta, nego i na biljke i njene proizvode za ljudsku i stočnu ishranu, čineći ih štetnim i opasnim po ljudsko zdravlje.

Ovi problemi prisutni su prvenstveno u područjima gde se za navodnjavanje koristi voda sa koncentracijom soli iznad maksimalno dozvoljene granice. Pored kvaliteta vode za navodnjavanje, važan uslov za zaslanjivanje zemljišta je i mineralizovana podzemna voda, čiji je visok nivo u periodu vegetacije, naročito kada ne postoji odgovarajuća prirodna ili veštačka drenaža. Pored toga, na proces zaslanjivanja utiču klimatski i zemljišni uslovi, vreme i način navodnjavanja, prekomerna primena mineralnih đubriva i pesticida i drugo. U ovakvim uslovima, navodnjavanje može da predstavlja ozbiljnu opasnost za zaslanjivanje i degradaciju zemljišta.

\* Ovaj članak rezultat je rada na projektu 410049 - Upravljanje vodno-sonim režimom zemljišta u uslovima navodnjavanja

Problem zaslanjivanja i degradacije zemljišta u navodnjavanju u agroklimatskim uslovima Vojvodine utvrđeni su i ranijim istraživanjima. U okviru realizacije projekta "Zaštita zemljišta od sekundarnog zaslanjivanja i opadanja plodnosti u sistemima za navodnjavanje" izvršene su analize zemljišta na velikom broju sistema za navodnjavanje u Vojvodini, na sadržaj ukupnih soli u zoni korenovog sistema i sadržaj pojedinih anjona i katjona, kao i drugih štetnih materija. Na 60 sistema za navodnjavanje ispitivanja su vršena samo u orničnom sloju (0-30 cm) gde nije utvrđena povećana koncentracija soli iznad dozvoljene granice. Međutim, analizom zemljišta u dubljim slojevima (0-125 cm.), od 14 analiziranih sistema u 7 je utvrđena povećana koncentracija vodorastvorljivih soli, od 0,11 do 0,28%, (Dragović, 1993). Zaslanjena i degradirana zemljišta umanjuju mogućnost biljaka da normalno koriste vodu i hraniva, zaostaju u porastu i umanjuju prinos.

Potšto se voda za navodnjavanje u Vojvodini koristi iz različitih izvora, prvenstveno iz kanala Hs DTD, podzemnih voda, kanalske mreže za odvodnjavanje i iz drugih, kvalitet često nezadovoljava. Iz tog razloga, potrebno je stalno vršiti provjere kvaliteta vode za navodnjavanje i analize sonog i vodnog režima zemljišta, u cilju zaštite zemljišta od zaslanjivanja i degradacije. U prilog tome, relizovan je Projekat "Upravljanje vodno-sonim režimom zemljišta u uslovima navodnjavanja", koji je finansiran od strane Republičkog ministarstva za nauku i životnu sredinu i Ministarstva za Poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo. Projektom su ispitivani glavni parametri koji mogu dovesti do zaslanjivanja i degradacije zemljišta primenom navodnjavanja u uslovima koji su zastupljeni na odabranom lokalitetu.

Na osnovu rezultata ispitivanja utvrđeno je, da postoje inicijalni uslovi za povećanje saliniteta u površinskom sloju zemljišta, ako se ne pokloni odgovarajuća pažnja i ne preduzmu odgovarajuće mere. Povećanje saliniteta u zoni korenovog sistema zemljištu, umanjilo bi njegov proizvodni potencijal i ograničilo proizvodnju biljnih vrsta osetljivih i na malu koncentraciju soli.

## 2. MATERIJAL I METOD RADA

U cilju utvrđivanja i definisanja karaktera i stepena zaslanjenosti i degradiranosti zemljišta u sistemu za navodnjavanje, pod uticajem navodnjavanja i/ili visine nivoa podzemne vode, izvršena su ispitivanja na površinama sistema za navodnjavanje Donje polje

Poljoprivrednog gazdinstva "7 juli" Jakovo, koje je u sastavu PKB Koorporacije. Voda za navodnjavanje korišćena je iz kanala za odvodnjavanje, čiji kvalitet ne zadovoljavao za potrebe navodnjavanja.

Na terenu su prikupljeni podaci o hidrološkim uslovima i sistemu za navodnjavanje iz raspoložive dokumentacije, o efektima navodnjavanja u biljnoj proizvodnji, a u laboratorijama izvršene su sledeće analize:

- hemijskih, fizičkih i vodno-vazdušnih svojstava zemljišta,
- ukupan sadržaj i vrste vodorastvorljivih soli u saturisanoj zemljišnoj pasti,
- električni konduktivitet u saturisanom vodnom ekstraktu (Ece 25° C, mS/m),
- dinamika vlage u zemljištu,
- kvalitet vode za navodnjavanje,
- nivo i kvalitet podzemne vode na ugrađenim pijezometrima
- prikupljeni i analizirani veremenski uslovi u predhodnom periodu i u periodu, ispitivanja,
- analize drugih parametara koji su od značaja za utvrđivanje promena vodnog i sonog režima u zemljištu u uslovima navodnjavanja.

Meteorološki podaci mereni su na automatskoj agrometeorološkoj stanici instaliranoj na oglednom punktu za potrebe naučno-istraživačkih projekata (slika 1).

## 3. REZULTATI ISPITIVANJA I DISKUSIJA

### 3.1. Vremenski uslovi

Klimatski uslovi značajno utiču na zaslanjivanje zemljišta, količinom i rasporedom padavina, kao i temperaturom vazduha. U sušnim godinama, ili sušnim periodima u toku vegetacionog perioda, sa visokim temperaturama, potrebe biljaka za vodom se povećavaju, a tolerantnost prema solima se smanjuje. Prekomerne padavine takođe mogu uticati na zaslanjivanje zemljišta podizanjem nivoa podzemne vode u sloj korenove zone, a s time i rastvorljive soli, ako je zaslanjena podzemna voda. Voda se troši na transpiraciju i na isparavanje sa površine zemljišta, a soli se zadržavaju blizu površine zemljišta, ili na samoj površini.



Slika 1. Agrometeorološka stanica na oglednom punktu polj. Gazdinstva "7 juli" Jakovo

Sa aspekta problema zaslanjivanja zemljišta vrlo je značajan odnos sume padavina i potrošnje vode od strane biljaka, odnosno evapotranspiracije, (ET), u vegetacionom periodu. Potrebe ratarskih biljaka za vodom, odnosno potencijalna evapotranspiracija (ETP), prema Dragoviću (1987), iznose od 400 do 600 mm, u zavisnosti od biljnih vrsta, klimatskih uslova, svojstava zemljišta, agrotehnike i dr.

U Vojvodini prosečne padavine u vegetacionom periodu se značajno razlikuju iz godine u godinu sa vrednostima od 138 do 683 mm, prosečno za period od 1923 do 2003 godine 348 mm (Dragović et al. 2004). Međutim, u julu i avgustu su najveće potrebe za vodom, a isparavanje sa površine zemljišta je vrlo visoko, dok je količina padavina u većem broju godina nedovoljna. Dragović et al. (2005), analizom padavina u julu i avgustu u periodu od 80 godina (1924-2003), utvrdio je da 83,7% godina ima padavina u julu manje od 100 mm, kolike su prosečne potrebe većine biljaka, odnosno 52,5% godina manje od 50 mm. U avgustu je 86,2% godina sa padavinama ispod 100 mm, odnosno 50,0% godina sa manje od 50 mm.

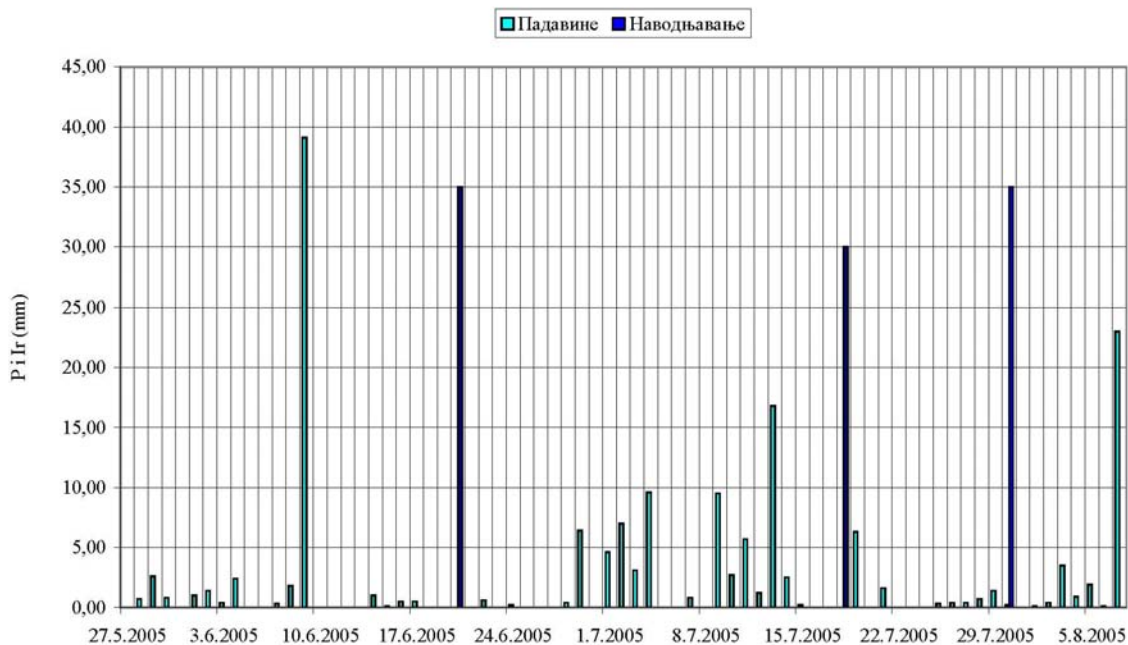
U ovakvim uslovima, sva pristupačna voda iz korenove zone zemljišta se utroši na ET biljaka i isparavanje sa površine zemljišta, a soli ostaju i vremenom se nagomilavaju u zemljište. Ako nema većih padavina u zimskom periodu da soli isperu u dublje slojeve van zone korenovog sistema, dolazi do značajnog nakupljanja soli, (Dragović et al. 1993a).

Na oglednom punktu, u analiziranom periodu, suma padavina u vegetacionom periodu (april-septembar) u 2005 godini iznosila je 460, a u 2006 godini 490 mm, tako da nije bilo uslova za značajnije nakupljanje soli u površinskom sloju. Količina i raspored padavina, kao i vreme navodnjavanja i zalivne norme u 2005 i 2006 godini, prikazani su grafikonima, (slika 2 i slika 3). Na parceli na kojoj su vršena ispitivanja zasejana je lucerka. Usled nedovoljnih padavina u prvom delu vegetacionog perioda u 2005 godini izvršeno je navodnjavanje lucerke 24 juna sa 35 mm vode. Za drugo navodnjavanje ukazala se potreba 22 jula, kada je dato 30 mm, a treće zalivanje izvršeno je 5 avgusta sa 35 mm vode (slika 2).

U 2006 godini, usled visokih padavina, koje su u prvom delu vegetacionog perioda bile uvišku nije bilo potrebe za navodnjavanjem, (slika 3).

Temperatura vazduha, pored padavina, ima veliki uticaj na transpiraciju biljaka i isparavanje vode sa površine zemljišta, a time i na zaslanjivanje zemljišta, ako za to postoje drugi uslovi. Iz tog razloga, analizirana je minimalna, srednja, i maksimalna temperatura na oglednom punktu u 2005 godini (slika 4) i maksimalna i minimalna u 2006 godini (slika 5). Godina 2005 bila je na nivou prosečnih, sa temperaturama iznad 30° krajem maja i početkom juna, početkom jula i u prvoj polovini avgusta. U 2006 godini, temperature iznad 30° bile su nekoliko navrata u junu, julu i avgustu, ali sa kratkim intervalima.

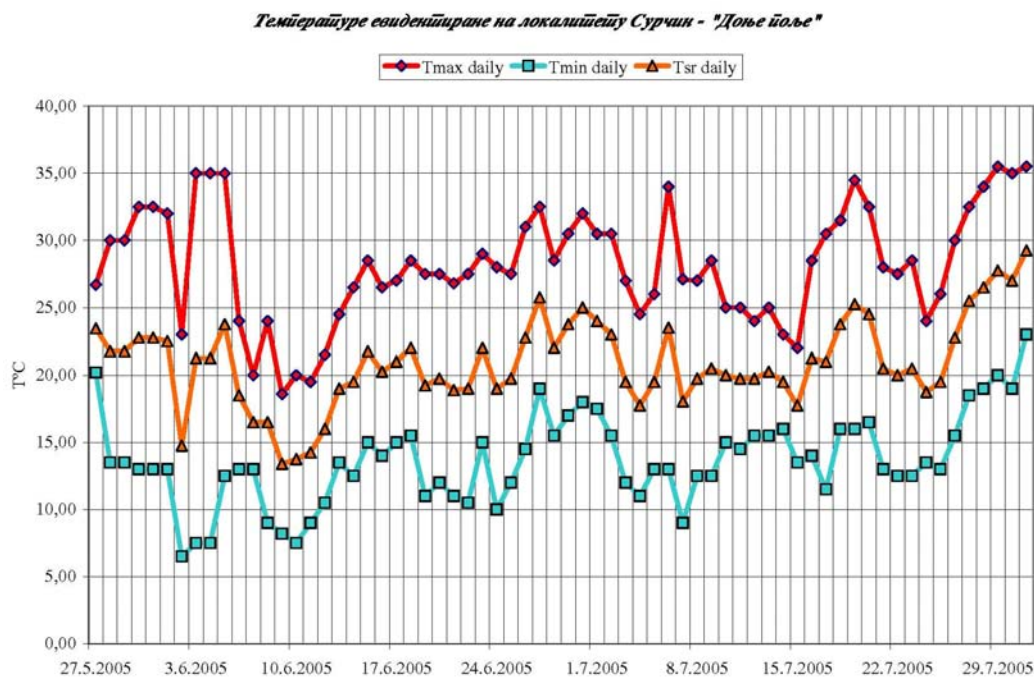
*Падавине и наводњавање регистровани на локалитету Сурчин - "Доње поље"*



Slika 2. Suma padavina i navodnjavanje na oglednom punktu «Donje Polje» u 2005. godini



Slika 3. Suma i raspored padavina na oglednom punktu «Donje Polje» u 2006 godini



Slika 4. Srednje dnevne, maksimalne i minimalne temperature vazduha u 2005 godini



Slika 5. Maksimalne i minimalne temperature vazduha u 2006 godini

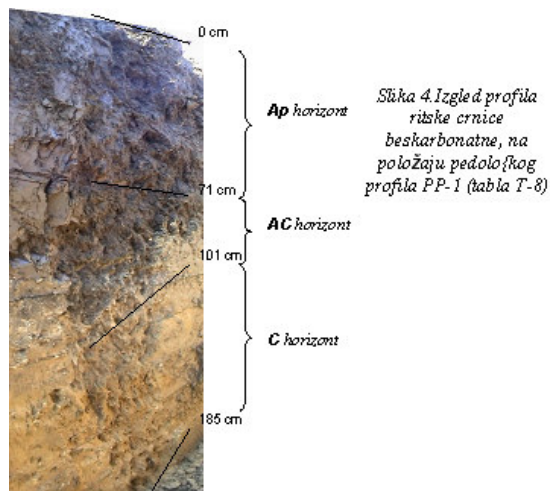


### 3.2. Zemljišni uslovi

Na parceli na kojoj su vršena ispitivanja zastupljeno je hidromorfno zemljište sa dva podtipa: karbonatna ritska crnica i beskarbonatna ritska crnica, sa karakterističnim svojstvima za ovaj tip zemljišta. Najveći deo površina pod sistemom za navodnjavanje pripada karbonatnoj ritskoj crnici, pa su prezentovani podaci sa ovog tipa zemljišta, (slika 6).

#### 3.2.1. Hemijska svojstva i mehanički sastav

Hemijske osobine karbonatne ritske crnice, pokazuju visok sadržaj karbonata, koji se po dubini povećava od 4,93% u sloju 0-20 cm do 29,81 % u sloju 180- 200 cm. Reakcija zemljišta u nKCl u humusnom horizontu je blago kisela do neutralna, ( pH 6,6-7,2), a po dubini je neutralna do blago alkalna, (pH 7,3-7,6). U humusnom horizontu (0-60cm) humusa ima od 4,92 do 3,53%. U ukupnom azotu je srednje obezbeđeno ( ukupni N od 0,24 do 0,17%). Lako pristupačnim fosforom je slabo do srednje obezbeđeno, (P2O5 od 20,0 do 14,6 mg/100 gr.zemljišta). Lako pristupačnim kalijumom je srednje obezbeđeno, (od 31,2 do 19,5 mg./100 gr. zemljišta), (Tabela 1).



Slika 6. Morfološki izgled profila zemljišta ritske crnice karbonatne

Po mehaničkom sastavu u akumulativno-humusnom sloju pripada glinama, sa procentom koloidne gline iznad 40%, a po dubini profila procenat koloidne gline se smanjuje od 39,72 do 20,35%, te pripada od ilovaste gline do ilovače, (tabela 2).

Tabela 1. Hemijska svojstva zemljišta tipa ritska crnica karbonatna na oglednom punktu

Dubina Uzorka cm	CaCO3 %	pH		Humus %	N %	Lako pristupačan	
		U H2O	U KCl			P2O5 Mg/100 gr	K2O Mg/100 gr
0-20	4,93	7,6	6,6	4,92	0,24	20,0	31,2
20-40	5,02	7,8	6,8	4,45	0,22	16,8	24,6
40-60	7,41	7,8	6,8	3,53	0,17	14,6	19,5
60-80	13,50	7,9	6,8				
80-100	17,84	8,2	7,2				
100-120	20,83	8,2	7,3				
120-140	23,30	8,4	7,4				
140-160	28,88	8,4	7,5				
160-180	25,63	8,4	7,5				
180-200	29,81	8,5	7,6				

Smanjenje pristupačne vode za biljke u zemljištu je najnepovoljniji efekat povećane koncentracije vodorastvorljivih soli, jer se narušava odnos ukupne količine vode i dela pristupačne vode za biljke. Zaslanjenost zemljišta manifestuje se kao nedostatak vode, što prouzrokuje opadanje prinosa biljaka. Bernstein (1955) utvrdio je, da povećanjem koncentracije soli u zemljištu pristupačnost vode za biljke opada. Navedeni autor ističe, da ako je u nezaslanjenom

zemljištu, pri poljskom vodnom kapacitetu, 50% vode pristupačna za biljke, kod visoke koncentracije soli, samo jedna desetina vode je pristupana za biljke, pri istom ukupnom sadržaju vode.

Analize vodorastvorljivih katjona i anjona daju pouzdane podatke o ukupnom sadržaju i vrstama soli u zemljištu. Od katjona analizovani su dvovalentni Ca i Mg i jednovalentni K i Na, ( tabela3).

Tabela 2. Mehanički sastav zemljišta tipa ritska crnica karbonatna na oglednom punktu

Dubina Uzorka, cm	Pesak %		Prah %	Glina %	Ukupno	
	krupni	sitni			Fizički Pesak %	Fizička Glina %
0-20	3,83	27,13	28,04	41,00	30,96	69,04
20-40	3,94	26,00	28,20	41,86	29,94	70,06
40-60	3,79	27,43	27,10	41,68	31,22	68,78
60-80	4,32	28,52	28,44	39,72	32,84	67,16
80-100	3,66	29,50	29,56	37,28	33,16	66,84
100-120	3,46	30,57	30,70	35,27	34,03	65,997
120-140	3,12	32,86	35,42	28,60	35,98	64,02
140-160	1,69	40,00	34,82	23,49	41,69	58,31
160-180	1,22	39,18	37,22	22,37	40,40	59,60
180-200	0,82	42,33	36,50	20,35	43,15	56,85

Tabela 3. Vrednosti analiza saturisanog vodnog ekstrakta zemljišta karbonatne ritske crnice

Dubina uzorka, cm	Katjoni, meg/l				Anjoni, meg/l			
	Mg	Ca	K	Na	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>
0-20	3,4	18,8	0,19	0,94	0,0	12,7	2,8	6,57
20-40	2,4	12,7	0,14	0,87	0,0	6,7	1,5	1,90
40-60	3,4	6,1	0,05	0,85	0,0	6,0	1,3	3,09
60-80	3,9	7,0	0,11	1,10	0,0	6,3	1,5	9,25
80-100	2,0	6,1	0,05	1,31	0,1	4,4	1,3	2,57
100-120	1,7	5,4	0,05	2,00	0,1	3,3	1,2	4,72
120-140	2,4	5,6	0,05	1,92	0,2	5,1	1,2	3,56
140-160	2,8	4,0	0,04	2,16	0,1	3,1	1,4	3,59
160-180	2,5	2,9	0,05	2,23	0,1	2,6	1,2	3,75
180-200	3,4	1,6	0,05	2,10	0,1	2,5	1,4	5,40

Sadržaj Ca je najveći u površinskom sloju (0-20 cm) od 18,8 meg/l i po dubini profila opada, da bi u sloju 180-200 cm iznosio samo 1,6 meg/l. Sadržaj Mg je nizak, od 1,7 do 3,9 meg/l i po dubini profila prilično je ujednačen. Sadržaj kalijuma je vrlo nizak, a natrijuma nešto veći u odnosu na K, od 0,85 do 2,23 meg/l. Prisustvo natrijuma u saturisanom zemljišnom vodnom rasvoru ispitivanog zemljišta je malo te ne predstavlja opasnost sa aspekta alkalizacije i zaslanjivanja zemljišta. Visok sadržaj natrijuma, pored štetnog uticaja na biljke, nepovoljno utiče i na svojstva zemljišta, jer povećava disperznost koloidnih čestica i tako pogoršava vodno-fizička svojstva. Veća koncentracija natrijuma naročito nepovoljno utiče na brzinu upijanja vode i vodosprovodljivost zemljišta.

Sadržaj vodorastvorljivih anjona u saturisanom vodnom ekstraktu karakteriše najveće prisustvo bikarbonata i to u sloju od 0-20 cm 12,7 meg/l i po dubini se značajno smanjuje, slično kao i sulfata, od 1,90 do 6,57 meg/l. Sadržaj hlorida je prilično nizak, od 1,2 do 2,8 meg/l, a

sadržaj karbonata nije prisutan, ili samo u tragovima (tabela 3).

### 3.3. Problem zaslanjivanja

Soli u zemljištima Vojvodine poreklom su od raspadanja minerala eruptivnih stena i kristalastih škrljaca planina Karpata, koje okružuju Panonsku ravnicu sa istoka, severoistoka i severa, ili mladih maritimnih sedimentskih stena (Nejgebauer 1953). Procesom raspadanja ovih stena oslobađaju se soli koje u niziju dospevaju površinskim ili podzemnim vodama. Prema Kukinu, (1972) izvori soli u zemljištu mogu se dovesti i u vezu s postojanjem velikog broja arterskih bunara, kojih u Vojvodini ima oko 2000. Iz tog razloga, stepen mineralizacije podzemnih voda u mnogim krajevima Vojvodine je visok.

Izvor rastvorljivih soli u zemljištu može biti i od vode koja se koristi za navodnjavanje. Navodnjavanje na zaslanjivanje zemljišta može uticati dvojako:

neposredno, kada je voda kojom se navodnjava mineralizovana i posredno, ako se voda dodaje nekontrolisano pa proceđivanjem podiže nivo podzemne vode koja je mineralizovana, (Dragović et al., 1993). Da Vojvodini preti opasnost od zaslanjavanja zemljišta, zbog klimatskih i zemljišnih uslova, ranije su ukazivali Nejgebauer et al. (1958), Miljković, (1963), Živković et al. (1967, i drugi. Hadžić et al. (1989) ispitivali su problem zaslanjavanja zemljišta u sistemu za navodnjavanje "29 novembar" u Kikindi na više lokaliteta. Na parcelama gde je podzemna voda visoke koncentracije soli, a nivo vode u vegetacionom periodu

iznad kritičnog, a navodnjavanje je vršeno vodom nepovoljnog kvaliteta, što je sve uticalo na povećanje koncentracije soli (ECe) u sloju zemljišta od 0-60 cm, za 0,16 – 0,48 mS/cm.

Ukupna koncentracija vodorastvorljivih soli u zemljištu određena je preko elektrokonduktiviteta (ECe), koji je u pozitivnoj korelaciji sa koncentracijom soli. Koncentracija soli na ispitivanom lokalitetu najveća je u površinskom sloju, od 0-20 cm 0,08% i sloju 20-40 sm 0,06%. Po dubini značajno opada, (tabela 4).

Tabela 4 Vrednosti analiza saturisane zemljišne paste karbonatne ritske crnice

Dubina Uzorka, cm	ECe (25°C) mS/cm	% Soli	SAR	SP	PH
0-20	1,82	0,08	0,30	68,45	6,8
20-40	1,30	0,06	0,32	70,25	7,2
40-60	0,79	0,03	0,36	65,00	7,2
60-80	1,20	0,05	0,35	60,72	7,2
80-100	0,85	0,02	0,74	56,44	7,5
100-120	0,79	0,02	1,06	55,31	7,5
120-140	0,65	0,02	1,15	54,28	7,7
140-160	0,68	0,02	1,29	48,02	7,6
160-180	0,64	0,02	1,36	47,12	7,5
180-200	0,78	0,02	1,08	48,35	7,9

Prema Butchert-u (1984) zemljište se smatra zaslanjenim za većinu poljoprivrednih kultura pri vrednosti ECe od 4 mS/cm i vlažnosti iznad 75% od poljskog vodnog kapaciteta. Međutim, isti sadržaj soli pri nižoj vlažnosti zemljišta (ispod 25% od PVK), čini zemljište zaslanjenim i ograničava proizvodnju većeg broja poljoprivrednih kultura. Vučić (1992), navodi da koncentracija soli u zemljištu deluje na isti način kao i kapilarni kapacitet. Pri nižoj vlažnosti zemljišta prag zaslanjenosti za većinu biljaka smatra se pri ECe 2 mS/sm.

Električni konduktivitet zemljišta na oglednom punktu analiziran je na više parcela i u više navrata u toku 2005 i 2006 godine, ali su prezentovane samo vrednosti na parcelama označene sa PB-1, koja nije navodnjavana (kontrolna parcela) i PB-3 koja je navodnjavana. Na obe analizirane parcele vrednosti ECe su slične, ma da se u površinskom sloju do 30 cm dubine zapažaju nešto veće vrednosu na navodnjavanoj parceli i to u julu mesecu. Takođe se zapaža da su vrednosti ECe u avgustu na parceli bez navodnjavanja slične po dubini profila i neznatno su iznad 2 mS/cm, (slika 7), sto se razlikuje u odnosu na parcelu sa navodnjavanjem, (slika 7), gde su u sloju do 30 cm dubine vrednosti ECe iznad 2,5

mS/cm. Ovo ukazuje, da je isušivanjem površinskog sloja u avgustu došlo do povećanja koncentracije soli u ovom sloju, za razliku od dubljih slojeva, jer po dubini profila opada. Vrednosti analiza urađenih krajem septembra i početkom oktobra u obe godine, na obe parcele su takođe najveće u sloju zemljišta od 0 do 1 m dubine, (slika 8).

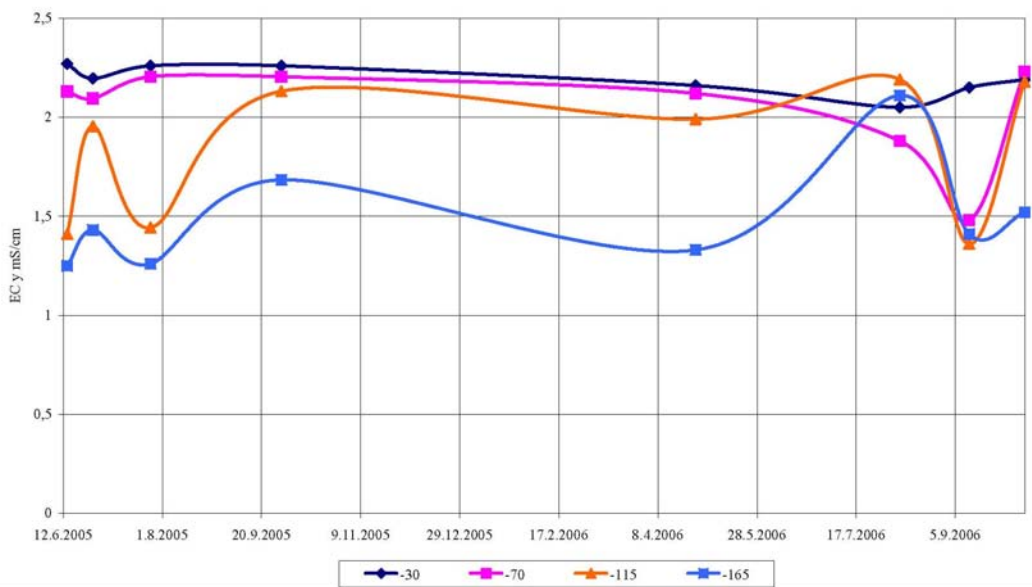
### 3.4. Vlažnost zemljišta

Dinamika vlage u zemljištu praćena je tokom celog perioda vegetacije u obe godine ispitivanja na više parcela, ali su prezentovane vrednosti samo na nenavodnjavanoj parceli (PB-1) i navodnjavanoj (PB-3). Za obe analizirane parcele u 2005 godini karakteristično je da je vlažnost u prvom delu vegetacionog perioda visoka, iznad 30% volumnih, osim površinskog sloja, a u drugom delu vegetacije bila je iznad 20% volumnih, Međutim, tokom celog perioda vegetacije bila je iznad nivoa pristupačne zabiljke (slike 9a i 9b).

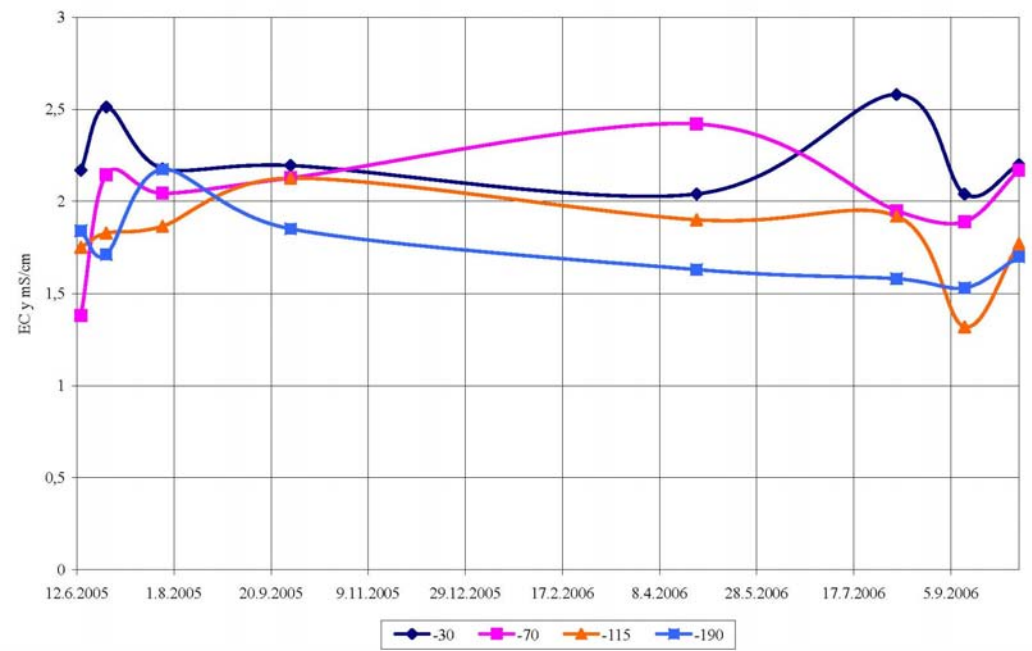
U 2006 godini vlažnost zemljišta je bila takođe visoka tokom celog perioda vegetacije (iznad 30% volumnih), osim početkom septembra, kada se u sloju od 0-70 cm spustila ispod 20% volumnih, (slike 9a i 9b).



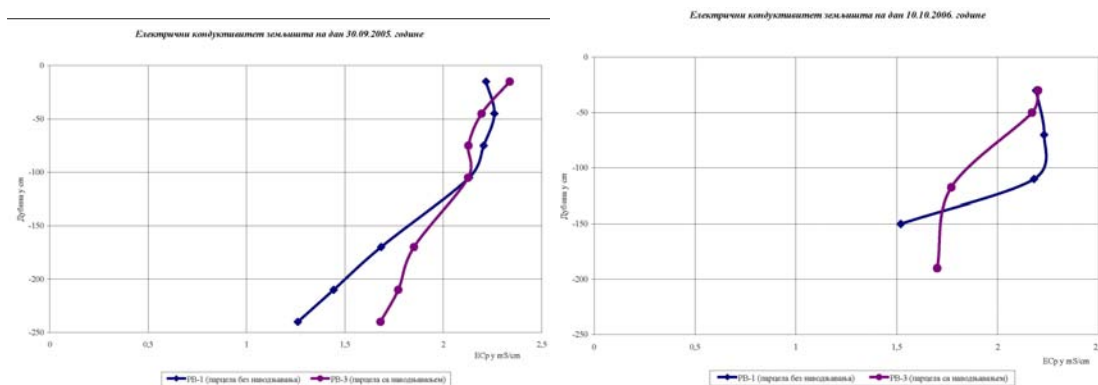
*Електрични кондуктивитет земљишта на огледном пункту РВ-1 (контролна парцела, без наводњавања)*



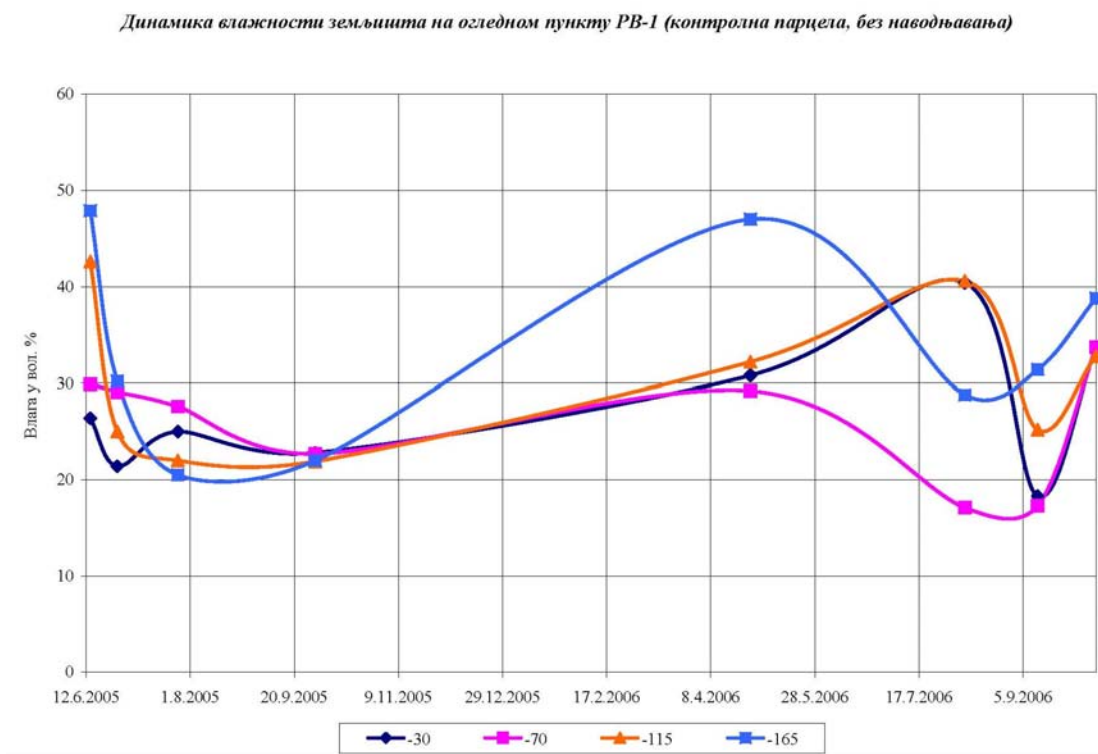
*Електрични кондуктивитет земљишта на огледном пункту РВ-3 (парцела са наводњавањем)*



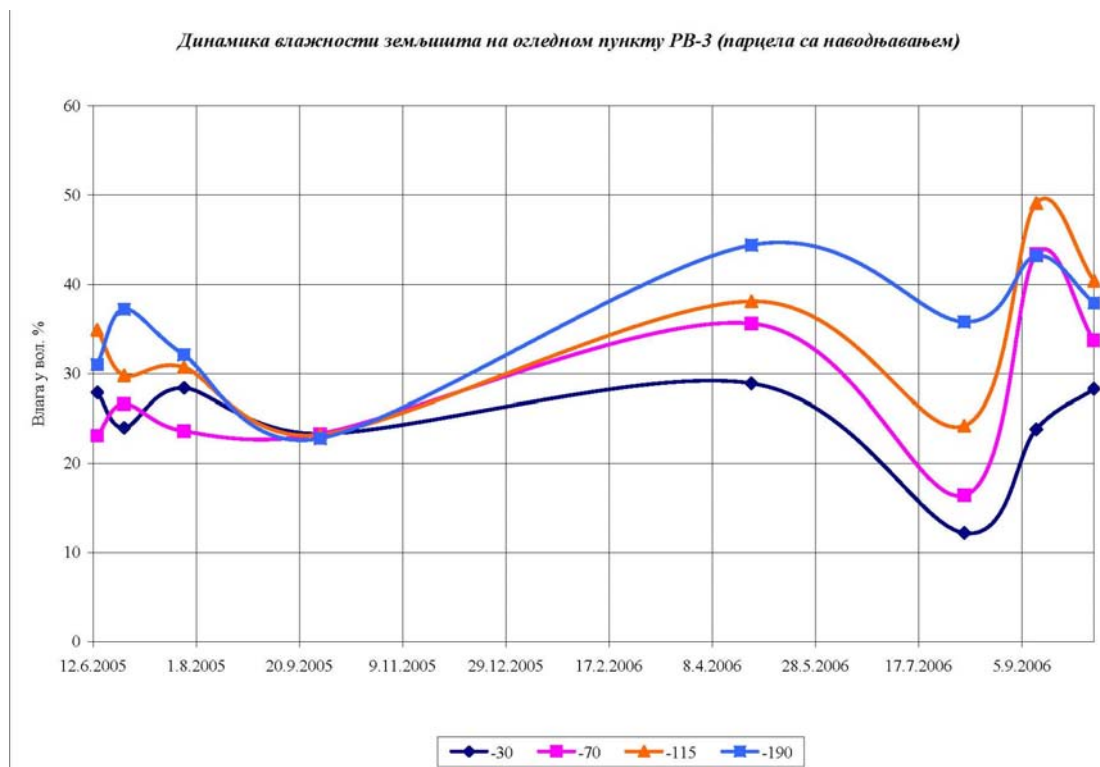
Slika 7. Električni konduktivitet zemljišta po datumima u periodu vegetacije na parcelama u navodnjavanju i bez navodnjavanja



Slika 8. Električni konduktivitet zemljišta po dubini profila na kraju perioda vegetacije u 2005 i 2006 godini na parcelama u navodnjavanju i bez navodnjavanja



Slika 9a. Vlažnost zemljišta u periodu vegetacije u 2005. i 2006 godini



Slika 9b. Vlažnost zemljišta u periodu vegetacije u 2005. i 2006 godini

### 3.5. Nivo i kvalitet podzemnih voda

Podzemne vode visinom nivoa i kvalitetom mogu značajno da utiču na povećanje saliniteta zemljišta u zoni korenovog sistema, naročito ako je nivo iznad kritičnog duži period vremena. Na oglednom punktu nivo podzemne vode menjao se u toku godine, naročito u periodu vegetacije. Rzlike su izražene i kod pijezometara, pošto su postavljeni na dve parcele oglednog punkta.

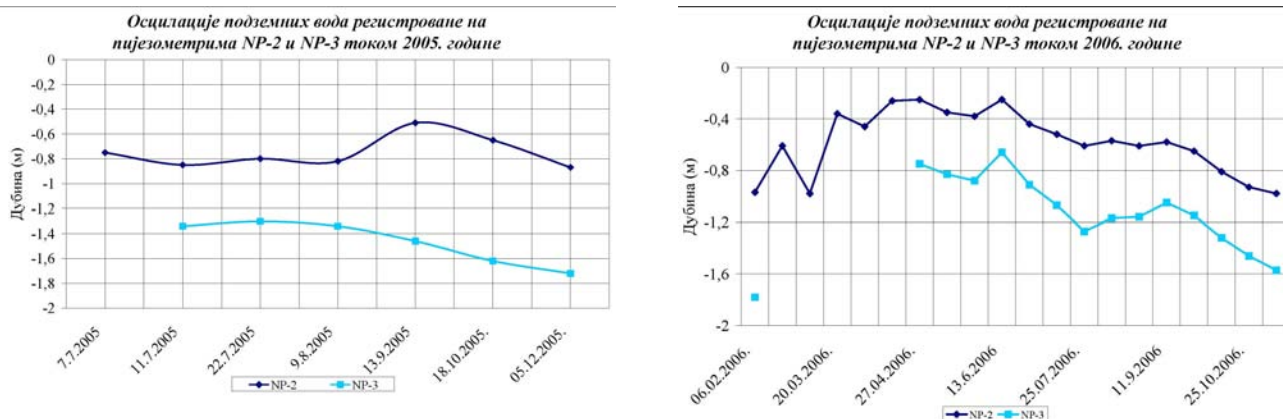
U 2005 godini na pijezometru NP-2 nivo podzemne vode tokom čitavog perioda vegetacije kretao se između 0,5 i 0,9 m od površine zemljišta (slika 10), dok je u pijezometru NP-3 bila između 1,2 i 1,8 m od površine zemljišta. Međutim, u 2006 godini variranje nivoa u toku godine bilo je znatno izraženije u odnosu na predhodnu. Kod pijezometra NP-2 nivo vode u februaru inosio je 1 m od površine, da bi se već od početka aprila podigao na 0,4 m i tako se zadržao sve do kraja juna. U narednom periodu do kraja septembra postepeno je opadao do 0,8 m. U pijezometru NP-3 nivo podzemne vode bio je za oko 0,5 m niži od NP-2 (slika 14).

Analizirani nivo podzemne vode je vrlo visok i mogao bi da utiče na povećanje saliniteta u površinskom delu zemljišta, da je koncentracija soli u podzemnoj vodi povišena ili visoka, što se na oglednom punktu u analiziranom periodu nije utvrdilo.

Visina kapilarnog uspona podzemne vode sa rastvorenim solima prvenstveno zavisi od nehaničkog sastava zemljišta. Kritični nivo podzemne vode u strukturnim zemljištima, sa aspekta opasnosti od zaslanjivanja zemljišta, prema Nejgebaueru (1952), iznosi 200-250 cm od površine zemljišta. Miljković et al. (1977) navodi da kritična dubina podzemne vode na ilovastom lesu iznosi 247 cm, a za ilovaču 225 cm.

Longenecker and Lyerly (1974) navode, da kapilarni uspon kod ilovastog zemljišta iznosi od 150 do 300 cm, a kod ilovače sa vrlo finim kapilarima od 6 do 9 m za duži period vremena.

Kvalitet podzemne vode, pored visine nivoa, može značajno da utiče na povećanje saliniteta u zoni korenovog sistema, naročito ako je nivo vode duži period iznad kritičnog.



Slika 10. Kretanje nivoa podzemne vode na oglednom punktu

Ovi problemi su izraženiji u sistemima za navodnjavanje, naročito u sušnim predelima.

Analiza kvaliteta podzemne vode vršena je u vegetacionom periodu 2005 i 2006 godine dva puta

mesečno, a prikazane su samo mesečne vrednosti u vegetacionom periodu 2006 godine, jer su vrednosti svih parametara u svim datuma u obe godine slični, kao i na svim mernim mestima, (Tabela 5).

Tabela 5. Hemijska analiza podzemne vode na piježometru NP-2 u 2006. godini.

Elementi	Merna jedinica	1.april	30.april	30.maj	27.juni	25.juli	25.avg.	26.sept.	Pro-sečno
PH		7,8	8,2	7,6	7,7	7,4	7,5	7,4	7,6
ECw		450	480	590	672	730	750	1200	633
Suvi ost.	Mg/l	280	300	370	325	320	420	852	404
Ca	Meq/l	2,60	2,80	2,40	3,80	3,20	5,00	5,60	3,70
Mg	Meq/l	3,00	2,80	2,40	2,20	4,00	4,60	4,80	3,28
K	Meq/l	0,04	0,03	0,04	0,07	0,04	0,04	0,09	0,04
Na	Meq/l	0,85	0,90	0,77	0,75	1,25	1,70	3,10	1,23
CO <sub>3</sub>	Mg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO <sub>3</sub>	Mg/l	4,80	3,00	5,05	4,90	6,00	7,00	8,50	5,69
Cl	Mg/l	0,70	0,80	0,70	0,60	1,00	1,00	2,00	0,85
SO <sub>4</sub>	Mg/l	0,77	0,49	0,44	1,04	1,30	3,26	2,98	1,36
NO <sub>3</sub>	Mg/l	0,22	0,24	0,32	0,08	0,19	0,08	0,11	0,21
SAR		0,50	0,53	0,45	0,43	0,65	0,77	1,36	0,64

### 3.6. Kvalitet vode za navodnjavanje

Kvalitet vode za navodnjavanje ocenjuje se na osnovu koncentracije i sastava rastvorljivih hemijskih materija, odnosno soli. Glavni parametri na osnovu kojih se ocenjuje kvalitet vode za navodnjavanje su električni konduktivitet (ECw), koji predstavlja ukupan sadržaj soli, zatim odnos adsorpcije natrijuma prema kalcijumu i magnezijumu (SAR), koncentracija toksičnih materija za biljke i dr. Soli dodate vodom za navodnjavanje brzo se nakupljaju u zemljište. Longenecker i Lyerli (1974)

ističu, da ako voda sadrži 1 tonu soli u 3000 m<sup>3</sup> koja se smatra vodom dobrog kvaliteta, za dve godine može da se nakupi dovoljno soli u zemljište da štetno utiče na osetljive biljke prema solima. Za 4 godine navodnjavanja ovakvom vodom može ozbiljno da se ugrozi gajenje većine biljaka. Ovo se odnosi na predele u kojima ne postoje uslovi za ispiranje soli ispod zone korenovog sistema u toku vanvegetacionog perioda.

Voda za navodnjavanje koristi se iz Kanala «Petrač» označenog na karti kao PV-3. Analiza vode vršena je u

više navrata u periodu vegetacije u toku 2005 i 2006 godine. Kvalitet je C3S1 po metodi US Salinity Laboratory. Kvalitet je sličan kod svih analiza u toku obe godine, pa se prezentuju rezultati analiza 2005, (tabela 6).

Pored koncentracije i vrste soli, kvalitet vode za navodnjavanje zavisi i od prisustva natrijumovih jona. Negativan uticaj natrijuma je više izražen na vodno-fizička i hemijska svojstva zemljišta nego na biljke,

mada može biti toksičan i za biljke, jer je sastavni deo toksičnih jona.

Na osnovu odnosa adsorbovanog natrijuma prema Ca i Mg (SAR), voda koja se koristi za navodnjavanje na oglednom punktu pripada prvoj klasi. Upoređivanjem vrednosti po datumima analiza vode, zapaža se, da su vrednosti svih parametara najveće početkom avgusta, kada se i najviše koristi za navodnjavanje, što može da ima nepovoljan uticaj na povećanje saliniteta u zemljištu.

Tabela 6. Hemijska analiza vode u kanalu Petrac koja se koristi za navodnjavanje

Elementi	Merna jedinica	5. april	5. juli	5. avgust	5. septembar
PH		7,6	8,4	8,6	8,2
ECw		1150	900	1700	1000
Suvi ostatak	Mg/l	860	530	1165	592
Ca	Meq/l	84,0	60,0	56,0	50,0
Mg	Meq/l	72,9	85,1	172,7	86,3
K	Meq/l	8,6	11,7	62,4	62,4
Na	Meq/l	78,2	78,2	195,5	89,7
CO <sub>3</sub>	Mg/l	0,0	60,0	150,0	24,0
HCO <sub>3</sub>	Mg/l	610,0	549	448,0	524,6
Cl	Mg/l	39,1	35,5	106,5	46,1
SO <sub>4</sub>	Mg/l	126,7	77,8	528,5	209,2
NO <sub>3</sub>	Mg/l	5,0	5,0	6,0	3,0
SAR		1,50	1,52	2,91	1,77
SSP		24,5	24,8	31,4	25,8
Klasa	C3S1	C3S1	C3S1	C3S1	C3S1

#### 4. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata ispitivanja vodno-sonog režima na ritskoj crnici karbonatnoj u sistemu za navodnjavanje "Donje polje" poljoprivrednog gazdinstva "7 juli" Jakovo, mogu se doneti sledeći zaključci.

Prema višegodišnjim prosečnim vrednostima vremenskih uslova i utvrđenom nivou i kvalitetu podzemnih voda, hemijskim svojstvima zemljišta i kvalitetu vode za navodnjavanje, postoje uslovi za postepeno povećanje koncentracije soli u zoni korenovog sistema za duži vremenski period, što može dovesti do umanjavanja proizvodnih vrednosti zemljišta.

S obzirom da su ispitivanja vršena u kratkom vremenskom intervalu ( 3 godine), a neka samo dve godine, od kojih je jedna po količini padavina bila iznad prosečnih, dobiveni rezultati ukazuju na inicijalno zaslanjivanje u površinskom sloju zemljišta, što u

sušnim godinama u periodu vegetacije, može predstavljati ograničavajući faktor visokih prinosa biljaka koje su osetljive i na manju koncentraciju soli u zemljištu.

Za pouzdane zaključke problema zaslanjivanja zemljišta u navodnjavanju potrebna su višegodišna ispitivanja i monitoring glavnih parametara koji utiču na povećanje saliniteta u zemljištu u zoni korenovog sistema biljaka.

#### LITERATURA

- [1] Bernstein, L., Fireman, M., Reeve, R.S. (1955): Control of salinity in the Imperial Valley, California, USDA, ARS, Report 41-4, 16 p
- [2] Butchert, R. J., and Staf. 1984: Water Conservation and Management. Handbook-Salinity Management. Westlands Water District, Fresno, California, USA

- [3] Dragović, S. (1987): Navodnjavanje ratarskih kultura, potrebe u vodi i efekat navodnjavanja. Poljoprivredne aktuelnosti, vol. 28, broj 1-2, Zagreb, 215-226.
- [4] Dragović, S. (1993): Opasnost od zaslanjivanja zemljišta u sistemima za navodnjavanje u Vojvodini. Teški metali i pesticidi u zemljištu – teški metali I pesticidi u zemljištima Vojvodine. Poljoprivredni fakultet, Institut za ratarstvo I povrtarstvo, Novi Sad, 269-290.
- [5] Dragović, S. (1993a): Zaslanjivanje zemljišta u navodnjavanju. Teški metali i pesticidi u zemljištu – teški metali i pesticidi u zemljištima Vojvodine. Poljoprivredni fakultet, Institut za ratarstvo I povrtarstvo, Novi Sad, 155-290
- [6] Dragović, S., Ćirović, M., Hadžić, V. (1993): Problemi zaslanjivanja zemljišta u navodnjavanju i utical kvaliteta vode. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Sveska 21, Novi Sad, 111-126.
- [7] Dragovic, S., Maksimovic, L., Cicmil, M., Radojevic, V. (2004): Relationships Between Drought Intensity and Crop Production in Serbia and Montenegro. Proceedings, Conference on Water Observation and Information System for Decision Support, Ohrid, Republic of Macedonia, CD
- [8] Dragović, S., Maksimović, L., Radojević, V., Cicmil, M. 2005: Irrigation Requirements and their Effect on Crop Yields in Serbia and Montenegro. Proceedings of ICID 21<sup>st</sup> European Regional Conference 2005., Frankfurt (Oder), Germany and Slubice-Poland, CD, 1-9.
- [9] Hadžić, V., Dragović, S., Nešić, Lj., Belić, M. 1989: Soni režim u nekim hidromorfnim zemljištima u uslovima navodnjavanja. Vodoprivreda Br.119-120, Beograd, 313-321
- [10]Kukin, A., (1972): Lokalne pojave sulfatnog zaslanjivanja u Vojvodini. Knjiga, Novi Sad.
- [11]Longenecker,d. e., Lysterly, P. J. (1974): Control of Soluble Salts in Farming and Gardening. The Texas Agrucultural Experiment Station, 36 p.
- [12]Miljković, N. (1963): Karakteristike Vojvodanskih slatina. Savez vodnih zajednica, Novi Sad
- [13]Miljković, N., Kukin, A., Stojšić, M. 1977: Faktori koji utiču na kritični nivo podzemne vode s posebnim osvrtom na brzinu kretanja vode izdanskog toka i njenog kapilarnog uspona sa gledišta odvodnjavanja i zaštite od zaslanjivanja zemljišta u Bačkoj. Vodoprivreda, Vol. 9, broj 45-46, 62-64
- [14]Nejgebauer, V. 1952:Činioci stvaranja zemljišta u Vojvodini. Zbornik Matice srpske. Serija prirodnih nauka, II, Novi Sad, 63-134
- [15]Nejgebauer, V. (1953): Pedološka karta Vojvodine razmere 1:400.000 sa komentarom. Institut za poljoprivredna istraživanja Novi Sad.
- [16]Nejgebauer, V., Tanasijević, Đ., Živković, B., Pavićević, N., Miljković, N.(1958). Pedološka karta Vojvodine 1:100.000 sa komentarom. Institut za poljoprivredna istraživanja, Novi Sad.
- [17]Vučić, N. 1992: Higijena zemljišta. Monografija,Vojvođanska akademija nauka i umetnosti, Novi Sad
- [18]Živković, B., Dragović, S., Hadžić, V. (1967): Korelacija između visine podzemne vode I stepena oglejanosti lesa severnog dela Južne Bačke. Zbornik radova Instituta za poljoprivredna istraživanja Novi Sade, Sv.5, 103-108.



## WATER AND SALINITY REGIME OF IRRIGATED SOIL FROM SALINITY CONTROL ASPECT IN FLAT SREM

by

PhD Svetimir DRAGOVIĆ, Mile BOŽIĆ B.Sc., Dragiša STEVIĆ B.Sc.  
Institute for water resources "Jaroslav Černi"-R&D Department and Information Center  
PhD Dragan RUDIĆ, PhD Gradimir VASIĆ, Faculty for Agriculture Belgrade

### Summary

The strategic goal of agriculture and of the entire society is to make use of the water resources in agriculture by providing irrigation, which should increase the harvest. In doing so, protection of the soil and environment should be of priority, because trend to use for irrigation low quality, more or less mineralized water, and even waste water. Having in mind this occurrence, the water and salt regime was investigated on the experimental field of the irrigated area of "Donje Polje", belonging to the agricultural property "7.juli", Jakovo - PKB Corporation AD.

At the investigated area, the soil type is calcareous black soil (fluviglay), with clayey texture of the topsoil humus horizon (with over 40% of colloid clay), slightly acid up to neutral pH, with humus amounting to 3,5-5%. At the experimental field alfalfa was grown.

The quantity and distribution of precipitation during the year 2005 were close to the average values, and it was three times necessary to irrigate the alfalfa plantations,

delivering a total of about 100 mm of water. The next year 2006 was humid during the vegetation period, hence the irrigation was not required.

All through the vegetation season, groundwater levels were mostly very high and occasionally reached the surface. The quality of the groundwater was estimated as favorable, so it didn't have any influence on increasing of soil salinity despite of high groundwater levels. Values of electric conductivity (ECe) were higher in the topsoil in comparison to deeper layers and they amounted to 0,08% in depth 0-20 cm and 0,06% in depth 20-40 cm

The quality of irrigation water, belongs to class C3S1 (in US salinity laboratory terminology) which has high ECw values - from 0,9 to 1,7 mS/cm.

Key words: water salt regime, irrigation, precipitation, groundwater, water quality

Redigovano 03.12.2007.