

**DJELOTVORNOST RAZLIČITIH SUSTAVA DETALJNE OD-
VODNJE CIJEVNOM DRENAŽOM NA TEŠKOM PSEUDO-
GLEJ-GLEJNOM TLU SREDNJE POSAVINE**

**EFFECTIVE OF DIFFERENT DRAINAGE SYSTEMS ON PSEUDO-
GLEJ-GLEJ SOIL OF SAVA-RIVER VALEY**

F. Tomić, I. Šimunić, D. Petošić

SAŽETAK

Na eksperimentalnom melioracijskom polju Jelenščak, koje se nalazi na području srednje Posavine (Lonjsko polje-kazeta 8), izvršeno je istraživanje utjecaja različitih sustava detaljne odvodnje na reguliranje suvišne vode pseudoglej-glej-nog tla u svrhu ostvarivanja sigurne, rentabilne i ekološki prihvatljive biljne proizvodnje.

Utvrđeno je da različiti sustavi detaljne odvodnje (razni razmaci cijevne drenaže: 15 m, 20 m, 25 i 30 m, s ugradbom hidrauličkog filter-materijala i bez njega, te s vertikalnim dubinskim rahljenjem tla + kalcifikacija i bez tih mjera) na eksperimentalnom melioracijskom polju djelotvorno utječu na reguliranje površinske i potpovršinske stagnirajuće vode na prihvatljivu dubinu za uzgoj ratarskih kultura. Isto je tako utvrđen zadovoljavajući prosječni godišnji intenzitet drenažnog istjecanja vode koji je iznosio 1,5 mm/dan. Prosječno godišnje ispiranje nitratnog i amonijskog dušika za sve varijante iznosilo je 37,4 kg/ha NO₃-N i 3,52 kg/ha NH₄-N. Praćena je i utvrđena visina prinosa kukuruza u pokusu. Prosječni prinos iznosio je 80 dt/ha suhog zrna, stim što se raspon u visini prinosa kretao od 55,7 dt/ha do 93,4 dt/ha. Statističkom analizom varijance (metodom split-split plot) f-testom utvrđena je opravdana razlika u visini prinosa varijanti, dok je t-testom utvrđena opravdana razlika za svaki istraživani čimbenik.

Ključne riječi: Sustavi detaljne odvodnje, hidraulički filter, dubinsko rahljenje, kalcifikacija, odvodnja teških tala.

UVOD

Mogućnosti proizvodnje hrane u svijetu su ograničene. Bonitet zemljišta, klimatski uvjeti i način korištenja tla čimbenici su koji određuju i limitiraju razinu proizvodnje hrane. Za intenzivniji i brži razvitak agrara i ukupne proizvodnje hrane u nas u svezi s ukupnim nacionalnim potrebama i razvojnim mogućnostima veoma je važna osmišljena politika koja će omogućiti cjelovito, razumno i intenzivno korištenje zemljišnih resursa kao i ukupni prirodni potencijal naše države. Kao prostorna kategorija, poljoprivredno je zemljište u jednoj društvenoj zajednici dvostruko ograničeno. S jedne strane, ono ovisi o prirodnim zemljišnim obilježjima određenoga područja, a s druge je strane ograničeno ukupnim zemljišnim prostorom (teritorijem). To također upozorava da se površina poljoprivrednog zemljišta može ograničeno povećavati i to na račun nepoljoprivrednog, dosad neiskorištenog zemljišta. Osim toga, poljoprivredna proizvodnja može se povećati podizanjem plodnosti i proizvodnje na raspoloživim obradivim površinama primjenom različitih melioracijskih mjera. Može se reći da je neuređenost proizvodnih površina jedan od ograničavajućih čimbenika na većem dijelu hidromorfni tala Hrvatske. Od ukupnih 5 654 526 ha površine Hrvatske, na poljoprivredne površine otpada 3 240 788 ha ili 57% (Butorac i Tomić, 1987), od čega je obradivih 2 078 716 ha i neobradivih 1 162 072 ha. Od ukupno obradivih površina, na oko 60% (1 247 300 ha) površina biljna proizvodnja je nesigurna ili uopće nije moguća zbog nereguliranog vodnog režima tla. Može se zaključiti da se veliki potencijali za povećanje proizvodnje hrane u nas nalaze u postojećim neobradivim površinama odnosno u uređenju njihova vodnog režima. Osim toga, potencijalna mogućnost za povećanje poljoprivredne biljne proizvodnje također je popravak vodozračnog režima na dijelu postojećih obradivih površina. Na neobradivim i obradivim površinama u dolini rijeke Save zastupljena su pseudoglejno-glejna tla teške teksture. S obzirom na veoma skromna iskustva, a nerijetko i suprotstavljena stajališta glede izbora optimalnog sustava odvodnje, rješavanje problema reguliranja suvišnih voda na ovim tlima je značajno, ali i veoma složeno i izazovno područje istraživanja.

1. METODIKA RADA

Istraživanja su obavljena na melioracijskom pokusnom polju Jelenščak Kutina, smještenom na području Lonjskog polja, kazeta 8. Područje se nalazi na prosječnoj nadmorskoj visini 97,4 m. Prije uređenja polje je bilo rabljeno kao ekstenzivni pašnjak s pretežitom hidrofilnom vegetacijom. Drenske cijevi su postavljene 1989.

godine i ulijevaju se izravno u odvodne kanale razmaka 200 m. Razmak drenskih cijevi je: 15, 20, 25 i 30 m. Svaki je razmak u kombinaciji s filter-materijalom, (šljunak Ø 5-25 mm je postavljen na 0,4 m od površine tla) i bez filter-materijala - šljunka, što čini 8 kombinacija, a dalje je svaka od navedenih kombinacija s dopunskim zahvatima (vertikalno dubinsko rahljenje - podrivanje + kalcifikacija) i bez dopunskih zahvata. To čini ukupno 16 varijanti (shematski prikaz u tablici 1).

Tablica 1 Ispitivane varijante i kombinacije detaljne odvodnje

Razmak cijevne drenaže	Filtracijski materijal (šljunak)	Vertikalno dubinsko rahljenje	Označivanje varijanti
15 m	sa	sa	1-1-1
		bez	1-1-0
	bez	sa	1-0-1
		bez	1-0-0
20 m	sa	sa	2-1-1
		bez	2-1-0
	bez	sa	2-0-1
		bez	2-0-0
25 m	sa	sa	3-1-1
		bez	3-1-0
	bez	sa	3-0-1
		bez	3-0-0
30 m	sa	sa	4-1-1
		bez	4-1-0
	bez	sa	4-0-1
		bez	4-0-0

Rebraste perforirane drenske cijevi postavljene su na prosječno dubini 1,0 m i Ø 65 mm s uzdužnim padom $I = 3 ‰$.

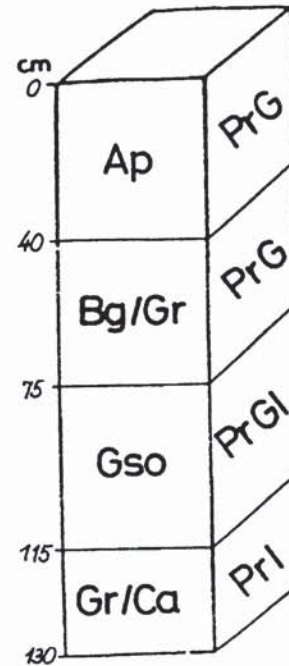
Vertikalno dubinsko rahljenje (podrivanje) izvedeno je na dubini 0,65 m u razmaku 0,75 m.

Kalcifikacija je obavljena s količinom 9,0 t/ha. Prema našoj klasifikaciji, tlo na kojemu su vršena istraživanja označuje se kao pseudoglej-glej, hidromeliorirani. Građa profila s temeljnim hidropedološkim podacima prikazana je na grafikonu

1, dok su fizikalne i kemijske značajke prikazane u tablici 2.

Grafikon 1 Građa profila pseudoglej-gleja i temeljni hidropedološki podaci

1. Tip tla: Pseudoglej-glej, hidromeliorirani, srednje duboki, (srednje duboka podzemna voda)
2. Temeljni način vlaženja tla: pseudoglejni i hipoglejni
3. Hidraulička provodljivost tla za vodu: vertikalna (lab. metoda)
40-75 cm - 0,011 m/dan (vrlo mala)
75-115 cm - 0,011 m/dan (vrlo mala)
4. Uslojenost profila tla: Ap-Bg/Gr-Gso-Gr/Ca
5. Dubina do nepropusnog horizonta D u m: do oko 2,0 m
6. Maksimalno podizanje razine podzemne vode mjereno od površine tla u m: 0,75 m



Tablica 2

Važnije fizikalno-kemijske značajke tla

Dubina u cm	Kv		Kz %	gr/cm ³ tla		Glina %	Prah %	pH u n-KCl	mg/100 gr tla		Humus %
	vol %	mm		Stv	Stp				P ₂ O ₅	K ₂ O	
0-40	44	176	4,2	1,35	2,65	46	47	5,39	5,9	5,04	4,52
40-75	42	147	3,9	1,48	2,73	44	50	5,20	0	4,07	0,53
75-115	46	184	5,6	1,39	2,70	34	60	7,01	0	0,5	0
115-130	45	67,5	3,6	1,46	2,74	25	63	7,35	0	0	0

Prema uobičajenoj agrotehnici, pokusno polje gnojeno je kompleksnim gnojivima s naglašenim fosforom i kalijem. U temeljnoj (8:26:26) gnojidbi dodano je 600 kg/ha, a u startnoj (15:15:15) 300 kg/ha. Prihranom je još dodano 120 kg/ha UREA-e (46% N) i 200 kg/ha KAN (27% N), što sveukupno čini 202 kg/ha dušika. Uzgajan je kukuruz, i to hibrid Bc 492, uz primjenu standardnih biljno-uzgojnih zahvata u intenzivnoj proizvodnji.

U istraživanoj godini neprekidno su praćeni slijedeći elementi:

1. Mjerenje dubine potpovršinske stagnirajuće vode,
2. Mjerenje drenažnog istjecanja i određivanje njegova trajanja,
3. Povremeno su uzimane drenažne vode za određivanje ispiranja nitratnog i amonijskog dušika,
4. Mjerenje visine prinosa uzgajane kulture.

1. Mjerenje dubine potpovršinske stagnirajuće vode vršeno je u pjezometrima (dubine 1,0 m). Ukupno je bilo 5 pjezometara koji su postavljeni okomito na sredini između drenskih cijevi na sljedećim mikrolokacijama: iznad drenske cijevi; 0,5 m od drenske cijevi; 1,5 m od drenske cijevi; 4 m od drenske cijevi i na sredini svakog razmaka između drenskih cijevi. Mjerenja su vršena dekadno, a rezultati su prikazani kao srednja i najviša razina vode za svaku varijantu u razdoblju istraživanja.

2. Mjerenje drenažnog istjecanja obavljeno je pomoću automatskih mehaničkih mjerača kapaciteta 5 l. Zavisno od hidroloških prilika motrenje je vršeno u prosjeku svaka 2 do 3 dana.

3. Uzorci drenažne vode za određivanje ispiranja nitratnog i amonijskog dušika uzimani su 4 puta i to 4. siječnja; 24. svibnja; 4. listopada i 15. studenog. U laboratoriju su određivane koncentracije NO_3 spektrofotometrijski, fenoldisulfonskom kiselinom, a NH_4 Nesslerovim reagensom. Na temelju koncentracije drenažnog istjecanja, trajanja i površine, izračunata je količina nitratnog i amonijskog dušika.

Dobiveni rezultati statistički su obrađeni analizom varijance, prema metodi split-split plot, pri čemu je svako uzimanje uzoraka u analizi uzeto kao jedno ponavljanje.

4. Određivanje ukupne visine prinosa uzgajane kulture vršeno je za svaku varijantu i kombinaciju. Zatim je određivan omjer oklaska i zrna, a potom je određivana i trenutna vlažnost zrna i preračunata na 14% vlage. Prinosi su obrađivani analizom varijance, po split-split plot metodi (bilo je moguće jer je svaka varijanta bila u 4 ponavljanja).

2. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

Istraživanja su bila usmjerena na temeljne elemente vodnog režima u tlu, kao što su režim vlaženja, istjecanje vode iz drenažnih sustava odvodnje, ispiranje dušika drenažnim vodama te visina prinosa uzgajanih kultura. Na slici 1 prikazana je skica eksperimentalnog melioracijskog polja Jelenščak.

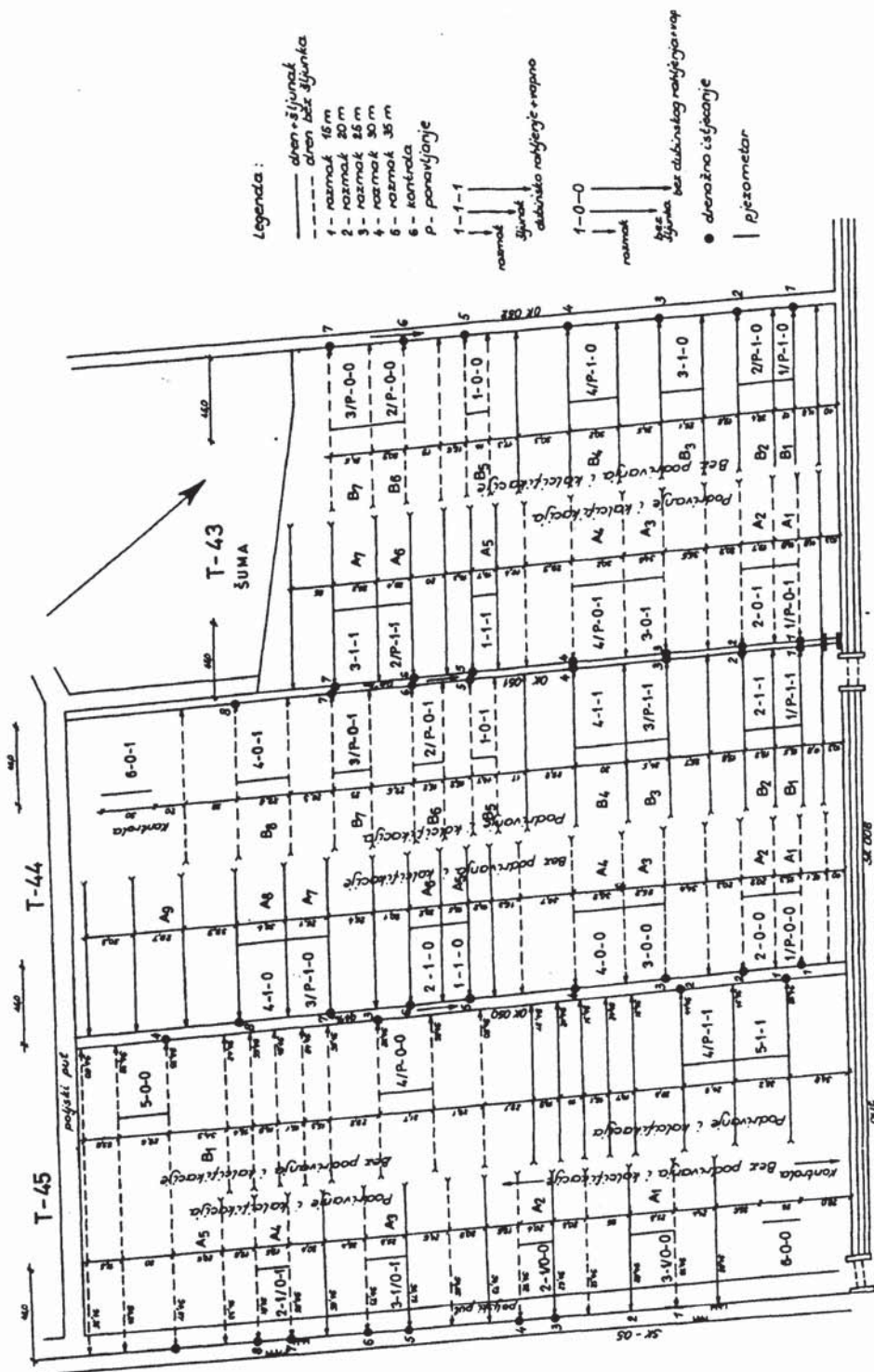
2.1. Dubina stagnirajuće vode

Rezultati praćenja srednje dubine stagnirajuće suvišne vode prikazani su u tablici 3 i najviše njezine razine u tablici 4. Na temelju prikaza očito je da je kod svih varijanti u razdoblju od 10. lipnja do 23. srpnja i od 13. kolovoza do 4. listopada razina stagnirajuće vode bila ispod 1 m, dok je u preostalom dijelu godine bila pliće ili dublje unutar 1 m. Srednja razina vode unutar 0,5 m (najmanja norma odvodnje) u tijeku istraživanja nije se nijednom pojavila kod sljedećih varijanti: 1-1-1; 1-1-0; 2-1-1; 2-1-0; 3-1-1; 3-1-0 i 4-1-0, dva put se pojavila kod varijanti 2-0-1; 2-0-0 i 4-0-1, dok je kod svih ostalih varijanti zabilježena jedan put. Najviša razina vode više puta je kod svih varijanti bila unutar minimalne norme odvodnje. Rezultate postotne zastupljenosti srednje i najviše razine površinske (do 50 cm - norma odvodnje) dajemo u tablici 5. U istoj tablici vidi se u koliko je postotnih slučajeva razina srednje i najviše razine vode prekoračila predviđenu normu odvodnje. Očito da je kod varijanti užeg razmaka drenskih cijevi s filter-materijalom i s dodatnim melioracijskim zahvatima povoljnija situacija u odnosu na varijante šireg razmaka bez hidrauličkog filter-materijala, bez vertikalnog dubinskog rahljenja i bez kalcifikacije. Iz prikazanih rezultata može se konstatirati da su postojeći sustavi detaljne odvodnje u tijeku jednogodišnjeg praćenja utjecali na sniženje razine stagnirajuće suvišne vode na prihvatljivu dubinu za uzgoj postojećih ratarskih kultura i da su uži razmaci u kombinaciji s filter-materijalom i dodatnim agromelioracijskim zahvatima signifikantno bolji u odnosu na veće razmace drenažnih sustava bez filter-materijala, tj. šljunka, i bez dodatnih agromelioracijskih zahvata.

Slične rezultate dobio je **Trafford u Engleskoj (1971)**. na šest varijanti pratio je najvišu razinu površinske vode. Na kontrolnoj varijanti najviša razina vode zabilježena na 20 cm od površine tla. Na ostalim varijantama: klasična cijevna drenaža razmaka: 20 m (25 cm od površine tla) i razmak cijevne drenaže 40 m s podrivanjem bez filtra (oko 30 cm); cijevna drenaža razmaka 80 m s krtičenjem bez filtra (oko 38 cm); cijevna drenaža razmaka 20 m s filtrom bez dodatnih mjera (oko 40 cm) te cijevna drenaža razmaka 40 m s filtrom i krtičenjem (oko 50 cm). Na temelju istraživanja autor između ostalog zaključuje da na poboljšanje vodnog režima tla značajno utječu dodatne mjere (krtičenje i podrivanje) uz ugradbu kontaktnog filtra. **Vlahinić (1985)** iznosi da se na tipovima tala pseudoglej i glej u bosanskim klimatskim uvjetima najbolji učinci polučuju kombiniranom drenažom. **Petošić (1989-1991)** na stacionaru u Potoku konstatira da sustavi detaljne odvodnje efikasno utječu na sniženje podzemne vode, a prvenstveno potpovršinske vode na prihvatljivu dubinu za uzgoj većine ratarskih kultura.

Slika 1

Pokusno polje "Jelenščak" Kutina



F. Tomić, I. Šimunić, D. Petošić: Djelotvornost različitih sustava detaljne odvodnje cijevnom drenažom na teškom pseudoglej-glejnom tlu srednje Posavine

Tablica 3 Srednja dubina stagnirajuće vode, u cm

1991	1-1-1	1-1-0	1-0-1	1-0-0	2-1-1	2-1-0	2-0-1	2-0-0	3-1-1	3-1-0	3-0-1	3-0-0	4-1-1	4-1-0	4-0-1	4-0-0
04.01	75	70	54	53	68	67	54	50	63	63	54	55	62	61	51	53
18.01	92	92	72	76	85	89	73	68	82	84	72	71	80	79	69	71
01.02	100	suh	94	94	100	99	93	94	98	99	93	93	98	99	91	90
01.03	68	64	51	54	68	63	50	53	65	61	51	52	63	54	49	53
15.03	100	99	83	84	97	98	82	79	95	95	84	80	94	94	82	80
27.03	suh	suh	82	82	98	suh	83	80	93	96	81	76	95	96	76	72
12.04	suh	suh	91	88	97	99	90	86	94	95	91	87	95	95	85	21
30.04	suh	suh	92	87	95	97	87	84	94	94	85	83	93	94	82	80
10.05	83	78	57	56	73	74	55	51	69	70	56	54	64	64	56	51
20.05	64	58	49	47	55	59	49	49	54	56	48	49	49	53	44	46
31.05	100	98	80	82	92	95	78	76	89	92	77	76	83	87	74	73
10.06	99	96	85	91	96	95	84	87	88	92	84	86	87	90	83	81
06.08	suh	99	94	95	96	99	94	92	93	96	90	92	92	91	86	85
04.10	83	77	70	74	80	74	68	69	76	70	60	66	72	67	62	63
15.10	93	86	76	79	85	80	74	71	84	81	67	69	86	81	66	63
22.10	66	62	57	64	68	62	56	57	65	59	53	58	63	58	52	56
05.11	suh	96	84	89	93	96	81	83	90	91	81	79	92	91	73	66
15.11	69	63	59	63	68	65	58	57	64	65	55	56	63	61	51	53
26.11	85	67	60	67	69	66	62	62	69	66	56	62	62	63	53	56
06.12	95	94	90	92	88	92	90	91	81	91	84	89	84	85	83	84
17.12	suh	suh	99	suh	suh	suh	99	suh	99	99	99	suh	99	99	97	99
	Voda unutar 50 cm od površine tla															

Tablica 4 Najviše vrijednosti dubine vode u pjezometrima, u cm

1991	1-1-1	1-1-0	1-0-1	1-0-0	2-1-1	2-1-0	2-0-1	2-0-0	3-1-1	3-1-0	3-0-1	3-0-0	4-1-1	4-1-0	4-0-1	4-0-0
04.01	48	43	30	30	44	42	31	28	33	32	30	31	33	30	28	26
18.01	82	85	44	55	72	77	55	49	65	69	55	53	52	48	45	50
01.02	98	suh	90	90	99	9	890	90	93	94	88	86	92	95	87	86
01.03	44	33	29	34	36	35	32	36	34	33	31	30	31	27	29	30
15.03	98	97	67	69	95	96	68	65	92	89	69	67	87	83	76	61
27.03	suh	suh	69	61	96	suh	65	60	86	93	55	50	88	89	53	46
12.04	suh	100	87	85	91	95	90	80	89	91	89	80	87	89	74	69
30.04	suh	suh	81	77	90	94	79	76	87	91	73	72	82	85	69	67
10.05	73	61	29	30	42	49	30	23	36	45	30	24	24	30	24	18
20.05	45	30	28	24	42	34	29	24	44	34	31	23	28	27	21	19
31.05	98	95	65	67	81	90	60	53	72	75	55	48	54	62	51	46
10.06	95	91	72	75	87	86	68	65	72	81	70	65	69	74	58	65
06.08	suh	98	89	88	93	95	87	79	83	87	76	79	74	69	81	60
04.10	68	56	51	55	60	52	50	51	47	44	43	45	44	38	40	44
15.10	85	74	68	69	70	59	66	55	68	63	49	52	65	55	41	41
22.10	44	34	35	39	45	35	35	34	39	31	30	34	35	29	24	31
05.11	suh	90	70	67	80	90	65	58	76	82	57	55	76	80	40	50
15.11	46	36	43	42	47	39	49	37	35	36	32	37	30	27	26	27
26.11	44	45	41	43	46	40	40	38	45	40	33	39	38	34	29	29
06.12	93	92	86	87	75	87	86	85	74	87	59	81	65	70	52	55
17.12	suh	suh	96	suh	suh	suh	96	98	96	95	97	98	96	95	90	91
	voda unutar 50 cm od površine tla															

Tablica 5 Postotna zastupljenost srednje i najviše razine stagnirajuće vode do 50 cm dubine

Varijanta	Postotna zastupljenost srednje razine potpovršinske stagnirajuće vode	Postotna zastupljenost najviše razine potpovršinske stagnirajuće vode
1-1-1	0.0	20.0
1-1-0	0.0	20.0
1-0-1	3.3	26.6
1-0-0	3.3	23.3
2-1-1	0.0	23.3
2-1-0	0.0	23.3
2-0-1	6.6	26.6
2-0-0	6.6	26.6
3-1-1	0.0	26.6
3-1-0	0.0	26.6
3-0-1	3.3	30.0
3-0-0	3.3	33.3
4-1-1	30.3	26.6
4-1-0	0.0	30.0
4-0-1	6.6	36.6
4-0-0	3.3	43.3

Husnjak (1993) je na kazeti 10 Lonjskog polja (Šašina Greda) na pseudoglej-glejnom tlu dobio također vrlo slične rezultate glede dinamike razine (dubine) stagnirajuće suvišne vode.

2.2. Količina, trajanje i srednji godišnji intenzitet drenažnog istjecanja

Temeljne značajke ukupne količine drenažnog istjecanja, vrijeme trajanja te njegov srednji godišnji intenzitet za svaku varijantu iznosimo u tablici 6. Iz tablice 6 vidi se da je prosječno godišnje drenažno istjecanje za sve varijante iznosilo 262.2 mm ili 29,3% od ukupnih oborina u istraživanoj godini. Najmanje drenažno istjecanje zabilježeno je u količini od 249,8 m (27,7%) kod varijante 3-1-1, a najveće u količini od 278,9 mm (30,9%) kod varijante 4-1-1.

Tablica 6 Količina godišnjeg istjecanja, trajanje i njegov srednji godišnji intenzitet

Varijanta	Oborine (mm)	Drenažno istjecanje		Trajanje drenažnog istjecanja (dan)	Srednji i godišnji intenzitet drenažnog istjecanja (mm/dan)
		mm	% od oborina		
1-1-1	900.3	266.4	29.6	156	1.7
1-1-0	900.3	262.4	29.1	158	1.7
1-0-1	900.3	252	27.9	170	1.5
1-0-0	900.3	259.1	28.8	182	1.4
2-1-1	900.3	261.3	29	158	1.7
2-1-0	900.3	266	29.5	165	1.6
2-0-1	900.3	264.3	29.4	188	1.4
2-0-0	900.3	262.1	29.8	192	1.4
3-1-1	900.3	249.8	27.7	163	1.5
3-1-0	900.3	255.2	28.3	172	1.5
3-0-1	900.3	251.9	29.9	195	1.3
3-0-0	900.3	250.8	27.9	200	1.3
4-1-1	900.3	278.9	30.9	181	1.5
4-1-0	900.3	277.8	30.8	185	1.5
4-0-1	900.3	265.8	29.5	203	1.3
4-0-0	900.3	270.6	30.1	205	1.3
Prosjek	900.3	262.2	29.3	180	1.5

Razlika između najmanjeg i najvećeg drenažnog istjecanja iznosi 29, 1 mm. **Matičić (1974)** za područje Pesničke doline u Sloveniji iznosi najveća drenažna istjecanja od 10,3-14,8 mm/dan. **Forgač (1977)** za područje Čehoslovačke iznosi rezultate za teško tlo na kojem je bila provedena "dvoetažna" drenaža. Prema autoru ukupno drenažno istjecanje je bilo veće od 1,0 l/sec/ha. **Petošić (1993)** je na eksperimentalnom polju u Potoku zabilježio drenažno istjecanje oko 187 mm, što čini 24% od ukupno palih oborina. Srednji godišnji intenzitet drenažnog istjecanja za sve varijante iznosio je 1,5 mm/dan. Najmanji intenzitet zabilježen je u vrijednosti 1,3 mm/dan (3-0-1; 3-0-0; 4-0-1 i 4-0-0), a najveći u iznosu 1,7 mm/dan (1-1-1; 1-1-0 i 2-1-1). Razlika iznosi 0,4 mm/dan. **Tomić i sur. (1994)** u tijeku istraživanja zabilježili su na eksperimentalnom polju u Potoku srednji

godišnji intenzitet drenažnog istjecanja u količini od 0,010 l/sec/ha. Na Črncopolju na pseudoglej - glejnom tlu maksimalno drenažno istjecanje iznosilo je 1,39 l/sec/ha (Tomić i sur. 1975). Na temelju ukupnog drenažnog istjecanja, određenog statističkom analizom varijance, nema opravdane razlike među varijantama. U istoj tablici zapaža se da između varijanti postoji razlika u trajanju drenažnog istjecanja. Kod svih varijanti drenažnog sustava istjecanje je trajalo prosječno 180 dana, stim što je najmanji broj dana (158) zabilježen kod varijante 1-1-1, a najduži (205 dana) kod varijante 4-0-0. Razlika trajanja između najkraćeg i najdužeg drenažnog istjecanja iznosila je 49 dana. Petošić (1993) je na Potoku u trogodišnjem istraživanju (1989- 1991) zabilježio trajanje oko 160 dana ili 5,33 mjeseci.

2.3 Količina ispranog nitratnog i amonijskog dušika

Budući da je nitratni oblik dušika u tlu vrlo mobilan, ispitivali smo utjecaj postojećih sustava detaljne odvodnje cijevnom drenažom na ispiranje NO₃-N i NH₄-N, iz tla drenažnim vodama. Osim toga utvrdili smo postotak ispiranja od ukupno dodanih mineralnih gnojiva. U tablici 7 prikazano je ukupno godišnje iznošenje NO₃-N i NH₄-N za svaku varijantu i postotak ispiranja.

Tablica 7 Količina i postotak ispranog nitratnog i amonijskog dušika (kg/ha)

Varijanta	NO ₃ -N		NH ₄ -N	
	kg/ha	% od ukupno gnojivog dušika	kg/ha	% od ukupne količine gnojivog dušika
1-1-1	34.1	16.9	3.10	1.5
1-1-0	43.2	21.4	2.87	1.4
1-0-1	34.6	17.1	3.61	1.8
1-0-0	33.5	16.6	3.43	1.7
2-1-1	40.2	19.9	3.14	1.6
2-1-0	41.3	20.4	2.83	1.4
2-0-1	35.8	17.7	3.87	1.9
2-0-0	32.9	16.3	3.65	1.8
3-1-1	39.6	19.6	2.83	1.4

Nastavlja se na sljedećoj stranici

F. Tomić, I. Šimunić, D. Petošić: Djelotvornost različitih sustava detaljne odvodnje cijevnom drenažom na teškom pseudoglej-glejnom tlu srednje Posavine

Varijanta	NO ₃ -N		NH ₄ -N	
	kg/ha	% od ukupno gnojenog dušika	kg.ha	% od ukupne količine gnojenog dušika
3-1-0	39.6	19.6	3.17	1.6
3-0-1	35.3	17.5	3.89	1.9
3-0-0	33.2	16.4	3.87	1.9
4-1-1	41.5	20.5	4.80	2.4
4-1-0	44.0	21.8	3.45	1.7
4-0-1	35.3	17.5	4.13	2.0
4-0-0	34.5	17.1	3.72	1.8
Prosjek	37.4	18.5	3.52	1.7

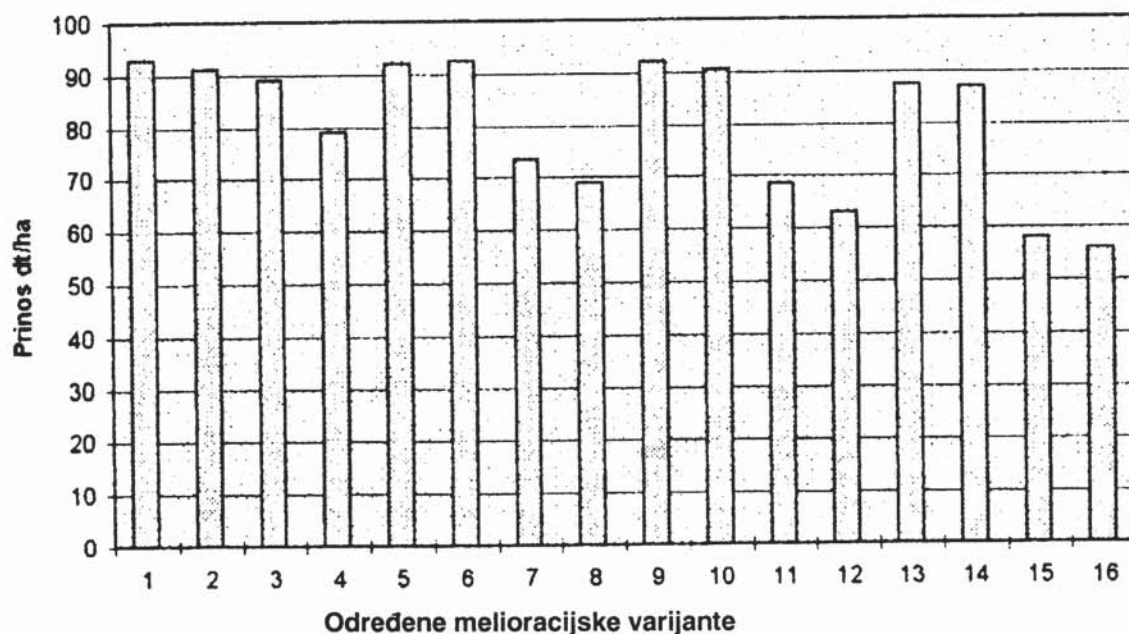
Iz tablice 7 se vidi da je prosječno godišnje ispiranje kod svih varijanti 37,4 kg/ha odnosno 18,5% od ukupno dodanog dušika gnojidbom, te 3,52 kg/ha NH₄-N ili 1,7% od ukupno dodanog dušika. Najniža vrijednost od 32,9 kg/ha (16,3%) ispranog NO₃-N zabilježena je kod varijante 2-0-0, a najviša od 43,2 kg/ha (21,4%) kod varijante 1-1-0. Razlika između varijanti u svezi količine ispranog NO₃-N iznosi 10,3 kg/ha. Najniža vrijednost ispranog NH₄-N za količinu od 2,83 kg/ha zabilježena je kod varijanti 2-1-1 i 3-1-1, dok je najveća vrijednost izračunata u količini od 4,80 kg/ha (2,4%) kod varijante 4-1-1. Razlika u količini između krajnjih varijanti iznosi 1,97 kg/ha amonijskog dušika.

Jaakkola A. (1984) u sedmogodišnjem istraživanju u Finskoj pratio je ispiranje NO₃-N. U rezultatima je dobio da se od dodanih 100 kg/ha dušika drenažnim vodama ispere 13 kg/ha NO₃-N, a površinskim vodama 4 kg/ha. **Foerster K. (1984)** je izračunao prosječnu količinu ispranog NO₃-N od 61,2 kg/ha ili 21,3% od ukupno prosječno dodanog dušika gnojidbom (286 kg/ha). Dok je iznošenje NH₄-N bilo 2,28 kg/ha ili 0,8%, prosječno drenažno istjecanje je bilo 250 mm. **Klaghofer E. (1975)** iznosi podatke o ispranom dušiku putem cijevne drenaže na pokusnom polju Scitenstetten-Hofen: cijevna drenaža je bila u razmaku 30 m, polje je gnojeno ukupno 232 kg/ha, količina oborina je 930 mm, isprano je bilo 62 kg/N/ha ili 27%. Usporedimo li naše rezultate s navedenima, onda se zapaža da su naše vrijednosti niže, što je glede gospodarenja dušikom i zaštite voda prihvatljivo, stim da bi u nas trebalo voditi računa o vremenu i količini prihranjivanja te kulturi, kako bismo imali još bolje stanje.

2.4. Visina prinosa uzgajane kulture

Prinos usjeva siguran je i pouzdan, a za odluku investitora i odlučan pokazatelj djelotvornosti svakog sustava detaljne odvodnje. To napose vrijedi za teška tla u ovom pokusu jer dubina rizosfere izravno utječe na rast i razvitak usjeva odnosno prinos. U 1991. godini na melioracijskom polju Jelenščak test kultura je bio kukuruz za zrno, a uzgajan je hibrid BC 492. Prinos suhog zrna za svaku varijantu prikazujemo na slici 2. Prosječni prinos za sve varijante iznosio je 80 dt/ha. Najviši prinos od 93,4 dt/ha zabilježen je kod varijante 1-1-1, dakle pri najmanjem razmaku drenskih cijevi, s primjenom filtra i dubinskim rahljenjem. Najniži prinos od 55,7 dt/ha utvrđen je kod varijante 4-0-0, dakle pri najširem razmaku i bez agromelioracijskih zahvata. Statističkom analizom varijance za utvrđivanje opravdanosti pojedinih čimbenika sustava detaljne odvodnje utvrđeno je (t-testom) da između 4 razmaka cijevne drenaže (15, 20, 25 i 30 m) postoji opravdana razlika. Također postoji opravdana razlika u varijanti s filter-materijalom u odnosu na varijante bez filter-materijala, kao i kod trećeg čimbenika, tj. vertikalnog dubinskog rahljenja-podrivanja + kalcifikacija u odnosu na varijante bez ovih mjera. Slične rezultate dobio je **Vlaketić (1983)** u petogodišnjem praćenju prinosa kukuruza

Slika 2 Prinos kukuruza (Bc 492) na pojedinim varijantama u dt/ha



na području Vinkovaca. Prosječni prinos je iznosio 93,28 dt/ha. **Petošići sur. (1987)** za područje Nove Gradiške iznose da je prinos kukuruza na dreniranim površinama iznosio prosječno 7,79 t/ha.

Vlahinić (1986) analizira višegodišnje rezultate polučeni prinos s pet eksperimentalnih postaja u Bosni i Hercegovini, s obzirom na primijenjene sustave detaljne odvodnje. Između ostalog iznosi da su svi sustavi dali povećanje prinosa. **Murer (1992)** iznosi (za područje zapadne Mađarske) prinos kultura za različite varijante drenažnih sustava. Najviši prinosi su polučeni na varijanti: cijevna drenaža + dubinsko rahljenje + kalcifikacija. Povećanje prinosa se kretalo od 15-29% u odnosu na isti razmak bez dodatnih mjera.

3. ZAKLJUČCI

Na temelju rezultata istraživanja djelotvornosti različitih sustava detaljne odvodnje cijevnom drenažom u 1991. godini na pokusnom melioracijskom polju Jelenščak, u gornjoj Posavini na pseudoglej-glejnom tlu, može se zaključiti:

1. Sustavi detaljne odvodnje (razni razmaci cijevne drenaže s filter-materijalom i dodatnim mjerama) djelotvorno su snizili razinu potpovršinske stagnirajuće vode na prihvatljivu dubinu (norma odvodnje) za postojeću kulturu. Manji razmaci s filter-materijalom i s dodatnim agromelioracijskim zahvatima imali su veću učinkovitost u odnosu na drenažne sustave bez filter-materijala i bez dodatnih agromelioracijskih zahvata.
2. Glede ukupnog drenažnog istjecanja i intenziteta za istraživane varijante drenažnog sustava nema opravdane razlike, ali postoji razlika u trajanju drenažnog istjecanja. Kod manjeg razmaka u kombinaciji s filter-materijalom i dodatnim mjerama trajanje istjecanja je kraće, i obrnuto.
3. Količine ispranog $\text{NO}_3\text{-N}$ i $\text{NH}_4\text{-N}$ iznose od 32,9 kg/ha (16,3 %) do 43,2 kg/ha (21,4 %) za $\text{NO}_3\text{-N}$ i od 2,83 kg/ha (1,4%) do 4,80 kg/ha (2,4%) za $\text{NH}_4\text{-N}$. Dobiveni rezultati u usporedbi s citiranim izvorima pokazuju niže vrijednosti, ali glede pravilnog gospodarenja dušikom i što veće čistoće voda, moramo uvijek biti na oprezu.
4. Na hidromelioriranim pseudoglej-glejnom tlu polučen je zadovoljavajući prinos kukuruza u prosječnoj visini od 80 dt/ha, stim što se raspon prinosa kretao od 55,7 dt/ha (4-0-0) do 93,4 dt/ha kod varijante 1-1-1.
5. Analizom varijance utvrđeno je da sva tri postojeća čimbenika: razmak drenskih cijevi, filter-materijal i vertikalno dubinsko rahljenje + kalcifikacija, daju statistički opravdane razlike istraživanih pokazatelja.

6. Uži razmaci s filter-materijalom i dodatnim agromelioracijskim zahvatima uspješnije reguliraju višak površinske i potpovršinske stagnirajuće vode na pseudoglej-glejnom tlu na području Jelenščaka. Dobiveni su statistički opravdano viši prinosi. Kako je visina i kakvoća prinosa temeljni cilj hidromelioracijskih i agromelioracijskih zahvata, takvim razmacima valja dati prednost u projektiranju sustava odvodnje cijevnom drenažom u agroekološkim uvjetima gornje Posavine.

4. SUMMARY

On the experimental melioration field Jelenščak which is situated in the middle of the river Sava, the influence of different systems of drainage for regulation of excessive water on pseudogley-gley soil has been investigated, for the purpose of safe, economical and ecologically acceptable crop production. It has been established that different systems of drainage (different distances of pipe drainage: 15 m, 20 m, 25 m and 30 m, with gravel and without it, with subsoiling plus liming and without these measures) on the experimental melioration field, act efficiently in the regulation of the excessive surface and ground water at the acceptable depth for growing crops. Moreover, the satisfactory average annual intensity of discharging water of 1,5 mm per day has been established. The average annual rinse (for all variances) of NO₃-N and NH₄-N nitrogen is 37,4 kg/ha NO₃-N and 3.52 kg/ha NH₄-N. The height of yield of maize has been traced and established. The average yield was 80 dt/ha of dry corn at the rate of 55.7 dt/ha to 93.4 dt/ha. By means of statistical analyses of variance (according to split-split plot method), applying F-test the justified difference in height of yield has been decided among the variances. With the t- test the justified difference for every examined fact is shown.

Key words: Drainage systems of heavy soils, Distance of pipe drainage, Hydraulic filter, Subsoiling and liming in land drainage.

LITERATURA

- Foerster, P.**, (1984): Stoffgehalten in Draen und im Grundwasser und Stoffanstaege un einem Standboden Nordwestdeutschlands bei Mineralduengung und bei zausaetzlicher Guel-lendüung, Kali-Briefe 17/5, 373-405, Buentehof
- Forgač, K.** (1977): Problemi i iskustva sa odvodnjavanjem na teškom tlu. Vodoprivreda br. 56. Zagreb.
- Husnjak, S.**, (1993): Stacionarna istraživanja režima vlažnosti i pedomehaničkih svojstava hidromelioriranih tala dijela srednje Posavine, magistarski rad. Agronomski fakultet, Zagreb.

- Klaghofer, E.**, (1986): Möglichkeiten zur Minimierung des Nitratreintrages in das Grundwasser, Förderungsdienst, Bundesministerium für Land-und Forstwirtschaft, S. 235-240. Wien.
- Matičić, B.**, (1970): O nekim problemima pri odvodnjavanju zemljišta u Sloveniji i uvođenju novih postupaka za bolji uspjeh drenaže na teškim tlima. Vodoprivreda, br. 5, Beograd.
- Murer, E.** (1992): Eingung der Gipsblockmethode zur Erfassung des Bodenwasserhaushaltes bei Tieflockerungsmassnahmen auf dem Versuchfeld, Szentgyörgyvölgy, Ungarn.
- Petošić, D.**, (1993): Funkcionalnost sustava detaljne odvodnje u Posavini, Disertacija, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Šimunić, I., F. Tomić, Marija Pecina i Marija Romić** (1993): Djelovanje drenaže na koncentraciju dušika u drenažnoj vodi, Hrvatske vode, broj 2, str. 93-164. Zagreb.
- Šoškić, M., I.j. Đumija, J. Manitašević, F. Pavlić**, (1987): Količina dušika u drenažnim vodama u ovisnosti različitim sistemima detaljne odvodnje. Agrohemija, No 4, 305-311, Beograd, 1987.
- Tomić, F., I. Marinčić, D. Petošić**, (1985): Primjenjene mjere detaljne odvodnje na reguliranje suvišnih voda na površinama Črnc polja. Savjetovanje Veliki odvodni sustavi. Zbornik radova, Društvo za odvodnju i navodnjavanje Hrvatske, str. 150-207, Zagreb.
- Tomić, F.**, (1987): Sistemi detaljne odvodnje za reguliranje suvišnih voda u tlu. Priručnik za hidrotehničke melioracije. Odvodnja, Knjiga 4, Društvo za odvodnju i navodnjavanje Hrvatske, str. 169-222, Zagreb.
- Tomić, F., D. Petošić, I. Šimunić, D. Romić** (1989): Detaljna odvodnja i njezin utjecaj na promjenu proizvodnih svojstava hidromorfni tala, Izvještaj Agronomski fakultet Zagreb.
- Trafford, B.D.**, (1972): Field Drainage experiments in England and Wales. Field Drainage Experimental Unit, Austey Holl, Cambridge.
- Vlahinić, M.**, (1985): Vodni bilans i stratigrafija tla - ključna podloga za dijagnozu stanja i izbor adekvatnih hidromelioracionih zahvata. Vodoprivreda br. 17, Zagreb.
- Vlaketić, K.**, (1986): Utjecaj drenaže na nekim hidromorfni tlima u Slavoniji na njihov vodni režim i prinos gajenih kultura. Vodoprivreda Hrvatske, Zagreb.

Adresa autora - Author's address:

Primljeno: 28. 9. 1992.

Prof. dr. Frane Tomić

Mr. Ivan Šimunić

Dr. Dragutin Petošić

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Zagreb, Svetošimunska 25