

# Problemi funkcionalnosti i obnove cijevne drenaže na području Slatine

---

**Vukovski, Nikola**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:845407>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-15**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**AGRONOMSKI FAKULTET**

**Nikola Vukovski**

**PROBLEMI FUNKCIONALNOSTI I OBNOVE  
CIJEVNE DRENAŽE NA PODRUČJU  
SLATINE**

**DIPLOMSKI RAD**

Zagreb 2016

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET  
Poljoprivredna tehnika- Melioracije

Nikola Vukovski

**PROBLEMI FUNKCIONALNOSTI I OBNOVE  
CIJEVNE DRENAŽE NA PODRUČJU  
SLATINE**

DIPLOMSKI RAD

Mentor: Prof.dr.sc. Dragutin Petošić

Zagreb 2016

Ovaj diplomski rad je ocijenjen i obranjen dana \_\_\_\_\_

s ocjenom \_\_\_\_\_ pred Povjerenstvom u sastavu:

1.prof.dr.sc. Dragutin Petošić \_\_\_\_\_

2.doc.dr.sc. Ivan Mustać \_\_\_\_\_

3.prof.dr.sc. Stjepan Husnjak \_\_\_\_\_

## SAŽETAK

Funkcionalnost izgrađenih hidromelioracijskih sustava detaljne površinske, a posebice podzemne odvodnje – cijene drenaže, koji su na širem području izgrađeni na oko 14.882,35 ha poljoprivrednih površina je neučinkovita(slaba). Utvrđeno je da su temeljni uzroci neadekvatne funkcionalnosti izgrađenih sustava povezani s propustuma u samoj izgradnji sustava, lošem održavanju, devastaciji sustava prilikom njegove obnove i starosti sustava.Zbog slabe funkcionalnosti hidromelioracijskih sustava, poljoprivredna proizvodnja na hidrimelioriranim poljoprivrednim površinama, sve je manje dohodovna, što predstavlja temeljni problem u daljnjem gospodarenju. Riješenje navedenog problema moguće je velikim dijelom riješiti kroz revitalizaciju izgrađenih melioracijskih sustava na širem području Slatine koja će uključiti provedbe dodatnih hidromelioracijskih zahvata, adekvatnih za eliminaciju temeljnihiu zročnika slabe funkcionalnosti analiziranih sustava.

## **SUMMARY**

Functionality built drainage and irrigation systems, more superficial, especially underground drainage – drainage prices, which are, in the wider area, built around the 14.882,35 hectares agricultural surfaces is unefficient. It was found that the root causes of inadequate functionality of built systems are associated with the failures while building it, poor maintenancing, devastation of system during its restoration and age of system. Due to poor functionality of drainage and irrigation system, agricultural production on irrigated agricultural areas is less profitable, which is the main problem in future management. The solution of this problem can be largely solved through revitalization of constructed reclamation system in the Slatina county, which will include the implementation of additional drainage and irrigation operations, adequate for the elimination of the fundamental causes of poor functionality of the analyzed system.

## Sadržaj:

1. Uvod i cilj istraživanja.....	1
2. Opis istraživanog prostora.....	2
2.1. Geografske značajke.....	2
2.2. Geomorfološke značajke.....	3
2.3. Hidrografske značajke.....	5
3. Klimatske značajke šireg područja.....	6
4. Pedološke značajke šireg područja.....	9
4.1. Pedološke značajke užeg područja istraživanja.....	13
4.1.1. Semiglejno tlo.....	13
4.1.1.1.Livadsko fluvijalno tlo.....	14
4.1.2. Amfiglejno tlo.....	15
4.1.2.1 Epiglejno tlo.....	16
5. Rezultati istraživanja.....	18
5.1. Hidromelioracijski sustavi i metode odvodnje suvišnih voda na istraživanom području.....	19
5.1.1. Površinski sustav odvodnje suvišnih voda.....	19
5.1.1.1.Podzemni sustav odvodnje – cijevna drenaža.....	21
5.2.1.Funkcionalnost površinskog sustava odvodnje na rudini turbina.....	24
5.2.2. Funkcionalnost podzemnog sustava detaljne odvodnje suvišnih voda – cijevne drenaže na rudini turbina.....	27
5.3.Potreba i mogućnost obnove sustava odvodnje.....	30
5.3.1.Obnova i revitalizacija površinskog sustava odvodnje.....	30
5.3.2.Obnova i revitalizacija podzemnog sustava odvodnje – drenaže.....	31
6. Zaključci.....	36
7. Popis literature .....	37

## 1. Uvod i cilj istraživanja

Uređenje vodnog režima hidromorfni tala predstavlja jedan od temeljnih čimbenika u suvremenoj poljoprivrednoj proizvodnji. S obzirom da je zbog naglog porasta stanovništva proizvodnja hrane dobila prvorazredno značenje, danas je taj čimbenik naročito važan. Upravo zbog toga i naša poljoprivreda u ovom području čini značajne napore s većim ili manjim uspjehom. Očito je da je potencijal hidromorfni tala vrlo velik. On je prije svega važan zbog velike površinske zastupljenosti ovih tala kao i mogućnosti njihovog korištenja u poljoprivrednoj proizvodnji. Od ukupne kopnene površine u Hrvatskoj, poljoprivredne površine zauzimaju 47,6 %, od čega 29,05% pokrivaju hidromorfna tla. Hidromorfna tla obuhvaćaju sva tla koja imaju izražene znakove prekomjernog vlaženja. To su tla s povremenim ili stalnim suficitnim vlaženjem, dijela profila ili cijelog soluma, vodom koja stagnira ili se sporo kreće.

U Hrvatskoj ima različitih podataka o izgrađenosti drenažnih sustava, pa tako Marušić (2003.) navodi da je podzemna odvodnja u Hrvatskoj potpuno izgrađena na 121.484 ha, a djelomično na 27.169 ha, odnosno na ukupno 148.653 ha poljoprivrednog zemljišta. Najveći dio poljoprivredni tala 131.839 ha ili 88,7 % drenirano je u desetogodišnjem razdoblju od 1980. do 1989. godine (Marušić, 2003)

Sustavi cijevne drenaže na poljoprivredni površinama na širem području Slatine su izvedeni u razdoblju od 1980. do 1990. godine. Najveći dio cijevne drenaže izveden je u kombinaciji s otvorenim melioracijskim kanalima III/IV reda. Propusti koji su učinjeni u samoj izgradnji, a posebice u redovitom održavanju izvedeni sustava, znatno su utjecali na smanjenje njihove funkcionalnosti, a time i na mogućnost dohodovnog gospodarenja na ovim hidromelioriranim površinama.

Cilj istraživanja u ovom radu je bio ukazati na problematiku koja se posebno razvila u vrijeme nakon izvođenja drenažni sustava, odnosno na njihovu funkcionalnost. Temeljem navedenog, valjalo je analizirati dostupnu studijsko – projektnu dokumentaciju, s predloženim rješenjima (konceptijama) cijevne drenaže na širem, a posebice i užem području u neposrednoj blizini Slatine. Pored navedenog, želilo se je potvrditi i izvedenost navedeni sustava na samom terenu, te procijeniti njihovu funkcionalnost, kao i mogućnost i isplativost njihove obnove.

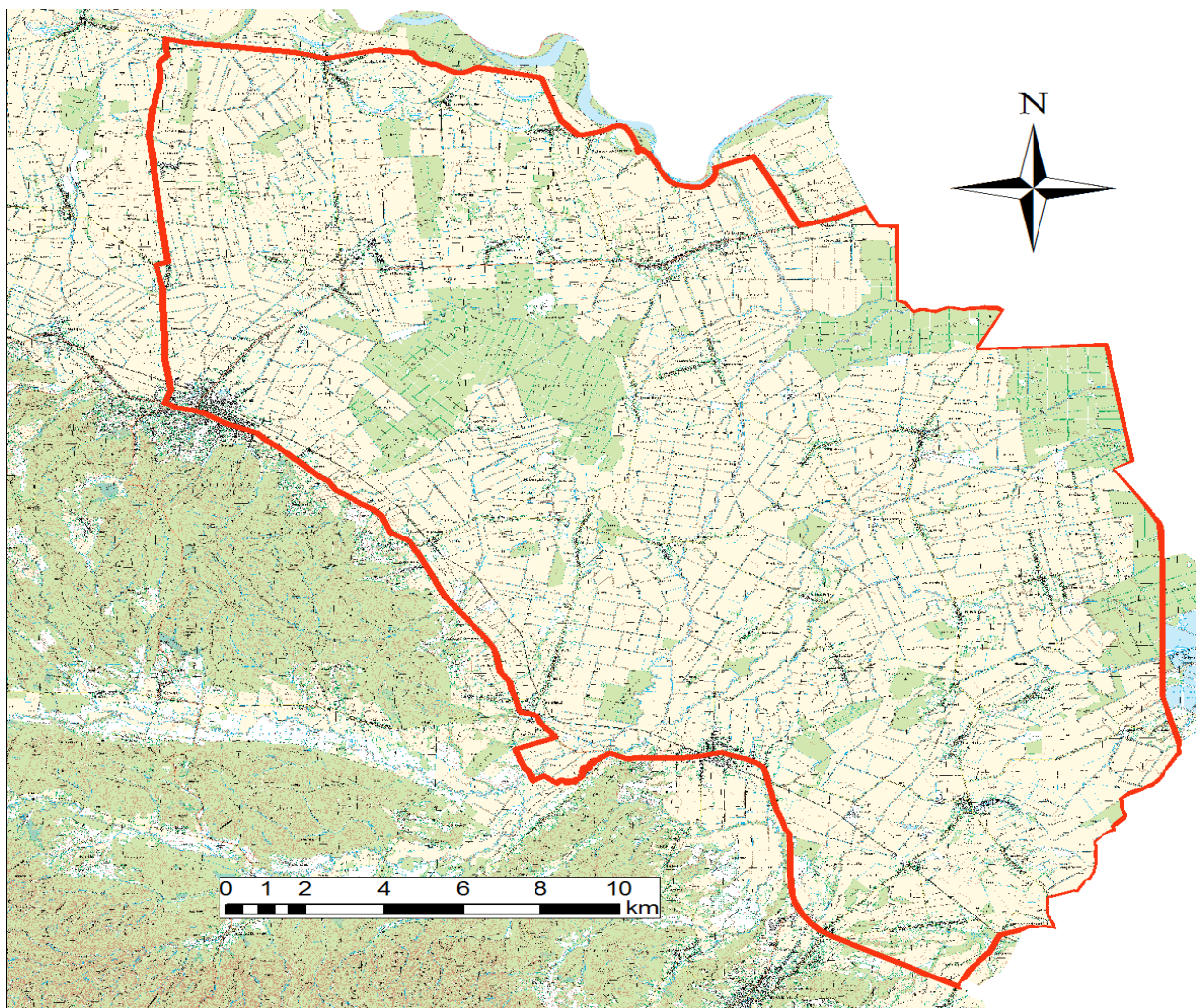


## 2. Opis istraživanog područja

### 2.1. Geografske značajke

Istraživano područje koje je analizirano u ovom radu proteže se sjevernom granicom od sela Kapinci uz rijeku Dravu do sela Martinci. Duž ove granice nalaze se veći šumski kompleksi koji su većinom nastali na starim tokovima rijeke Drave. Istočna granica područja također je jasna i proteže se od sela Martinci zapadno do sela Gezinci i dalje na jug do velikog šumskog kompleksa uz rijeku Vučicu. Granica područja zatim ide rubom te šume sve do ušća Vojlovice-Voćinke u Karašicu, a potom uz rijeku Vojlovicu do sela Četekovac. Od ovog sela granica se vraća na selo Mikleuš koje je smješteno nešto sjevernije. Navedena granica istovremeno je i granica između gradova Slatine i Orahovice.

Jugozapadna granica ide od sela Mikleuša trasom željezničke pruge do Slatine na sjever a potom prema selu Bakić i Josipovu (Ciganka). Dalje se granica pruža prema na selu Kapinci a potom uz rijeku Dravu(slika 1).



Slika 1. Geografska karta šireg područja istraživanja

Navedeno područje u cjelini, unutar navedenih granica, obuhvaća oko 26.770,00 ha. Međutim od toga obradivih površina zajedno sa putevima i kanalskom mrežom ima 22.640,00 ha. Ostalo je pod šumom i naseljima uz nešto neobradivih površina, što se vidi iz naredne tablice (tablica 1.)

Tablica 1 Pregled površina po načinu korištenja na širem području istraživanja u ha

Poljoprivredne površine	Drenirano		Šume	Naselja	Ukupno
	Obradivo	Neobradivo			
<b>22.640</b>	14.882,35	193	3.127	811	26.771

## 2.2. Geomorfološke značajke

Geomorfološke značajke ovog područja pokazuju određenu pravilnost u pogledu rasporeda pojedinih formacija tala. Međutim, sa stanovišta melioracija unutar pojedinih zona javljaju se određene specifičnosti koje imaju veliki značaj za vodni režim. Prema dosadašnjim proučavanjima, od kojih su najkompletnija ona koja je na ovom području vršeno od strane instituta "Jaroslav Černi" iz Novog Sada, teren se može podijeliti u četiri zone. Prvu zonu čini uža pojas najniže riječne terase uz desnu obalu Drave. Ona je sastavljena od pijeskuša recentnog porijekla. To područje je većinom obraslo šumom te nije u cjelini privedeno poljoprivrednoj proizvodnji. Ova zona zaštićena je od poplavnih voda obrambenim nasipima, no ipak velike vode Drave imaju utjecaja na vodni režim tla.

Posebnu zonu čine velike pjeskovite naslage u vidu dina duž desne obale Drave. Njihovo nastajanje nije još objašnjeno, ali se smatra da se radi o eolskim nanosima iz holocena. Ove geomorfološke tvorevine se izdižu iznad terena u vidu brežuljaka apsolutne visine 10-15 m.

Dakle osnovna podjela područja u geomorfološkom pogledu kreće od prve najniže aluvijalne zone duž rijeke Drave počevši od kote 100m nm. Područje je u tom pogledu podjeljeno u dvije terase. Prva terasa obuhvaća od navedene dinske pjeskuše u pravcu juga odnosno prema padinama Papuka. Ona zauzima ravničarski dio područja u smjeru juga sve do kote 103 – 105m nm. Ova terasa obuhvaća 50% površine navedenog terena, sastavljena je od kvartarnih naslaga pleistocena, koje imaju karakter praškastih pjeskuša. Gledano sa stajališta melioracija

ovo je višeslojna sredina. Površinski horizont, računajući od dubine 0,8-1,0 m predstavlja aktivni zemljišni pokrivač praškastih ilovača do glinovitih ilovača, a dobrim djelom i gline.

Na sjevernoj polovini ove terase ispod površinskog pokrivača nalaze se deblji slojevi sitnozrnog pjeska dobrih filtracijskih karakteristika. ( $1,0 \times 10^{-3}$  cm/sec) ispod njih su slojevi praškaste ilovače, a u dubljim slojevima nepropusni sloj tercijarne gline.

U okviru ove terase nalaze se i glinovite naslage i to na dubini 2,7 – 4 m. Uz spomenute pjeskovite formacije koji predstavljaju međufazne proizvode taloženja, očito se radi o stvaranju specifične geomorfološke podloge pod utjecajem jačih vodenih tokova, koji su nekada ovdje bili aktivni.

Generalno uzev melioracijsko područje Slatine predstavlja ravnicu bez velikih reljefnih promjena. Pored navedene opće slike područja uočava se da teren ima generalni pad od zapada prema sjeveroistoku, tj. od Papuka prema rijeci Dravi. Na terenu se diferenciraju i elementi mikroreljefa, koji imaju bitnog utjecaja na vodni režim zemljišta. Treba istaknuti da su najniže kote terena 96,0 m nm uz rijeku Dravu, a najviše se nalaze na južnoj strani područja i iznose 112 m nm. Iz ovoga se može zaključiti da, je generalni pad prema rijeci Dravi. Ovakav generalni pad terena, izuzimajući pojedine depresije ipak, omogućava gravitacijsko odvođenje suvišnih voda iz razgranate kanalske mreže, prema rijeci Dravi.

Nasuprot povoljne slike područja koja se stiče na osnovu općeg generalnog terena i pravca njegovog pružanja treba istaknuti da je na istraživanom području razijena mikrotopografija terena, koja je značajna za vodni režim tala u tim reljefskim oblicima. Počevši od sjevera, najniži dijelovi terena uz Dravu predstavljaju indudacijsku zonu koja se dijelom štiti s nasipima od poplava. Ova zona se u geomorfološkom obliku odlikuje pojavom mrtvaja nastalih od riječnih meandra, koji su dva i više metara duboki. Ova najniža indudacijska zona je dobrim dijelom pod šumom, jer je pod utjecajem poplavnih i infiltracijskih voda pa su nepovoljne za poljoprivrednu proizvodnju.

Iznad navedene indudacijske zone nalazi se područje koje je dosta neujednačeno. Na tom sektoru od Drave do puta Bakić – Senkovic – Čađavica, koji je uglavnom sastavljen od lakšeg materijala na pjeskovitoj podlozi nalazi se paralelno sa Dravom niz nepravilnih depresija koje su međusobno povezane Đurinačkim kanalom. Ovaj kanal skuplja vode sa okolnih terena i to uglavnom sa višeg južnog dijela. Ostali dijelovi navedene zone odlikuju se brojnim malim brežuljcima, u vidu dina, od 10 – 15 m visine. Između njih formirane su niže zone reljefa, ali često sa depresivnim oblicima površina na najnižim dijelovima.

Južna polovina terena, od navedenog puta pa do Mikleuša, predstavlja ravnicu unutar koje se nalaze brojne mikrodepresije, koje su veoma nepravilnog oblika. Ove depresije su naročito

uočljive u zimskom i ranoproljetnom periodu, kada je zemljište saturirano sa vodom i najmanje prekriveno vegetacijom.

S topografskog gledišta kao poseban morfološki oblik izdvaja se uski pojas koji se proteže od Slatine do Mikleuša u pravcu juga. On je od ravničarskog dijela područja odvojen željezničkom prugom, sa padom od 5-15 %.

### 2.3. Hidrografske značajke

Hidrografiju ovog područja karakterizira rijeka Drava s nekoliko manjih prirodnih vodotokova, zatim i vrlo razvijena kanalska mreža melioracijske odvodnje.

Svi vodotoci/ rječice Voćinka, Branjevska, Čađavica i Javorica koji dotičeću iz obronaka Papuka teku ravničarski dio područja u pravcu sjevera i sjeveroistoka, odnosno prema rijeci Dravi. Vodotoci su u ravničarskom dijelu regulirani a njihova korita produbljena. U srednjem i donjem dijelu rječice Branjevska i Voćinka podignuti su obrambeni nasipi radi obrane od poplava. Međutim, treba istaknuti da rijeka Voćinka u gornjem toku južno od Mikleuša svojim poplavnim vodama ugrožava znatne obradive površine pa se iste koriste kao livade i pašnjaci.

Treba naglasiti da rijeka Drava koja teče sjevernim obodnim dijelom ovog područja predstavlja glavni recipijent za sve suvišne vode koje dolaze bilo iz niske ravnice ili iz brdovitog zaleđa. Za vrijeme visokih voda rijeke Drave javlja se problem uspornih voda na cijelom području, što predstavlja generalni problem koji zahtjeva posebno proučavanje. Na istraživanom području melioracijska kanalska mreža veoma je razvijena (slika 2). Gustoća kanala posebno je izražena u nizinskim dijelovima područja (sjeverno od Slatine i Bukovica).

Slika 2. Prikaz melioracijske kanalske mreže na užem području Slatine



### 3. Klimatske značajke šireg područja

Poljoprivredni prostori usko su povezani sa brojnim čimbenicima od kojih klimatske značajke (padaline i temperatura zraka) imaju jednu od najznačajnijih uloga. S obzirom da bi klima tijekom dužeg vremenskog razdoblja, trebala pokazivati stabilnost, što bi bilo od velike važnosti za poljoprivrednu proizvodnju i njen razvoj. Zato je vrlo važno poznavati klimatske značajke za određeno područje i vremensko razdoblje.

Od većine klimatskih pokazatelja za poljoprivrednu proizvodnju oborine su od presudne važnosti, za poljoprivrednu proizvodnju. Posebice je važno poznavati mjesečne i godišnje količine oborina. U *tablici 2* prikazani su podaci o mjesečnim i godišnjim količinama oborina za područje Virovitičko podravske županije i za razdoblje od 2000. do 2010. godine.

Tablica 2. Raspored srednjih mjesečnih i godišnjih količina oborina na području Virovitičko-podravске županije <sup>[4]</sup>

Godina	Mjeseci												Godišnja
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2000	5,0	25,3	43,8	52,4	55,9	41,5	72,6	2,8	92,9	45,8	71,9	55,1	565,0
2001	76,0	15,4	120,9	43,9	39,5	128,3	80,9	14,9	228,7	11,1	71,1	39,7	870,4
2002	10,0	41,8	38,9	89,0	78,2	52,5	90,5	91,9	143,7	76,0	73,4	27,7	813,6
2003	87,4	22,4	5,9	23,9	27,8	81,2	47,6	23,9	85,7	131,3	84,9	31,4	653,4
2004	68,1	62,0	75,7	146,0	58,7	113,6	42,4	40,4	94,8	97,7	69,2	71,4	940,0
2005	34,2	78,3	61,6	70,2	89,3	59,4	165,2	177,7	88,3	3,9	39,9	119,7	987,7
2006	28,7	31,1	59,6	75,0	95,6	72,7	26,7	146,7	25,8	27,2	58,5	31,1	678,7
2007	43,3	59,2	103,5	5,6	28,5	78,8	19,8	76,2	110,0	104,4	97,7	73,0	731,0
2008	19,5	10,1	91,3	58,6	25,0	188,0	96,3	75,2	94,3	62,4	39,5	85,7	845,9
2009	87,4	39,4	33,1	36,2	38,8	85,1	66,1	28,5	28,4	92,5	85,2	115,6	736,3
2010	91,6	69,1	51,4	78,8	182,7	242,4	47,8	79,4	243,7	64,7	85,0	66,2	1302,8
Min.	5,0	10,1	5,9	5,6	27,8	41,5	19,8	2,8	25,8	3,9	39,5	27,7	565,0
Max.	91,6	78,3	120,9	146,0	182,7	242,4	165,2	177,7	243,7	131,3	97,7	119,7	1302,8
Sr.vrije.	50,1	41,3	62,3	61,8	56,5	104,0	68,7	68,9	112,4	65,2	70,6	65,1	932,6

Iz navedenog pregleda vidi se da je analizirano područje dobro opskrbljeno oborinama, ali i da ima ekstremnih godina glede humidnih ali i sušnih razdoblja.

U toku vegetacije raspored padalina je u prosjeku dosta ujednačen sa izuzetkom mjeseci lipanja i srpanja, kada su povećani prosjeci padalina koji se mogu objasniti sa jakim pljuskovima koji su mogući u to doba godine.

Kao klimatski pokazatelj glede poljoprivredne proizvodnje, vrlo značajnu ulogu ima i temperatura zraka. O temperaturi zraka ovisi proces isparavanja i transpiracije. U tablici 3 prikazane su srednje mjesečne i godišnje vrijednosti temperature zraka za razdoblje od 2000. do 2010. godine.

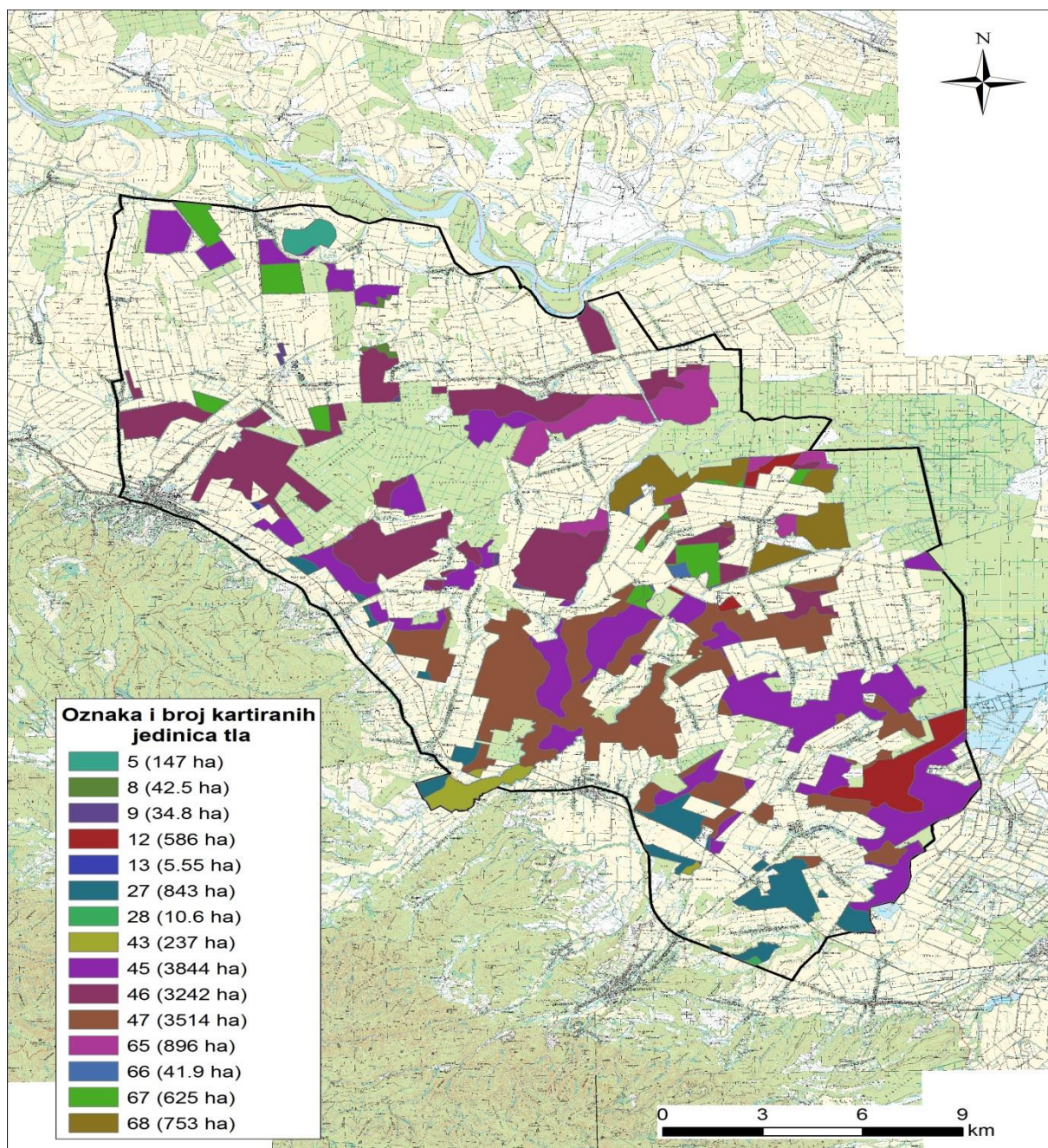
Iz tablice 3 vidljivo je da je srednja godišnja temperatura zraka na analiziranom području 11,6 °C, pri čemu temperatura godišnje varira između 12,7 °C i 10,4 °C. Najniža srednja vrijednost mjesečne temperature iznosila je 0,5 °C, dok je najviša iznosila 22,0 °C.

Tablica 1. Raspored srednjih mjesečnih i godišnjih temperatura za područje Virovitičko-podravske županije<sup>41</sup>

Godina	Mjeseci												Srednja vrijednost
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2000	-0,7	5,0	7,6	14,5	17,8	21,6	21,1	22,7	16,1	13,1	9,4	3,6	12,7
2001	2,7	4,5	10,0	10,8	18,2	18,3	21,7	22,1	14,6	14,1	3,5	-2,9	11,5
2002	1,2	6,4	8,4	10,8	18,4	21,6	22,4	20,8	15,1	11,8	9,7	1,6	12,3
2003	-1,4	-3,3	6,8	11,1	19,6	23,9	22,8	24,4	15,6	9,3	7,9	1,6	11,5
2004	-0,4	2,7	5,5	11,8	15,1	19,4	21,3	21,0	15,6	13,1	6,4	1,8	11,1
2005	0,4	-2,1	4,6	11,4	16,6	19,7	21,3	18,9	16,7	11,1	4,5	1,4	10,4
2006	-2,0	1,3	5,3	12,6	16,1	20,2	23,3	19,2	17,5	12,9	8,6	3,4	11,5
2007	6,7	6,5	7,8	13,2	17,0	21,6	22,3	21,1	13,7	9,4	4,4	0,2	11,9
2008	1,6	4,7	7,3	11,8	17,2	20,8	21,4	20,6	14,6	12,3	6,8	3,5	11,9
2009	-1,6	2,6	7,1	14,3	17,7	18,9	21,8	21,7	17,5	11,1	8,3	3,1	11,9
2010	-1,2	1,2	7,0	11,7	16,3	19,8	22,9	20,7	14,9	8,4	9,1	0,3	10,9
Min.	-2,0	-3,3	4,6	10,8	15,1	18,3	21,1	19,2	13,7	8,4	3,5	-2,9	10,4
Max.	6,7	6,4	10,0	14,5	19,6	23,9	23,3	24,4	17,5	14,1	9,7	3,6	12,7
Sr. vrij.	0,5	2,7	7,0	12,2	19,2	20,5	22,0	21,2	15,6	11,5	7,1	1,6	11,6

#### 4. Pedološke značajke šireg područja

Istraživano šire područje Slatine, koje obuhvaća uupnu površinu od 26. 771 ha od toga obradive površine čine 22.640 ha. Kompleksi pod šumama, zauzimaju značajnu površinu od 3127 ha ili 11% ukupne površine. Pedološkim istraživanjima obuhvaćena je površina od 14.822,35 ha, prilikom čega je ukupno utvrđeno 15 sistematskih jedinica(slika 3, tablica 4).



Slika 3. Pedološka karta šireg područja Slatine



Tablica 4. Legenda pedokartografskih jedinica na širem području Slatine.

<b>Pedokartografske jedinice</b>		
<b>Broj</b>	<b>Naziv i struktura</b>	<b>Površina ha</b>
5	Aluvijalno nglejeno	147
	Aluvijalno neoglejeno	
	Semiglej	
	Močvarno glejno	
8	Pseudoglej obronačni i zaravni	42,5
	Eutrično smeđe na praporu	
	Močvarno glejno	
	Koluvij oglejen	
9	Pseudoglej na zaravni	34,8
	Močvarno glejno	
	Pseudoglej-glej	
	Eutrično smeđe na praporu	
12	Hidromeliorirano drenažom hidromorfno	586
	Aluvijalno oglejeno	
13	Koluvij oglejeni	5,55
	Močvarno glejno	
	Semiglej	
	Pseudoglej na zaravni	
27	Pseudoglej na zaravni	
	Pseudoglej obronačni	

	Distrično smeđe na praporu	843
	Lesivirano na praporu pseudoglejno	
	Močvarno glejno	
28	Pseudoglej obronačni	10,06
	Pseudoglej na zaravni	
	Lesivirano na praporu pseudoglejno	
	Distrično smeđe na praporu	
	Močvarno glejno	
	Koluvij oglejeni	
43	Močvarno glejno	237
	Koluvij oglejeni	
	Rendzina na šljunku	
	Pseudoglej na zaravni	
	Pseudoglej-glej	
45	Močvarno glejno	3844
	Pseudoglej-glej	
	Pseudoglej na zaravni	
	Ritska crnica	
	Lesivirano na praporu pseudoglejno	
46	Močvarno glejno	3242
	Močvarno glejno vertično	
	Semiglej	

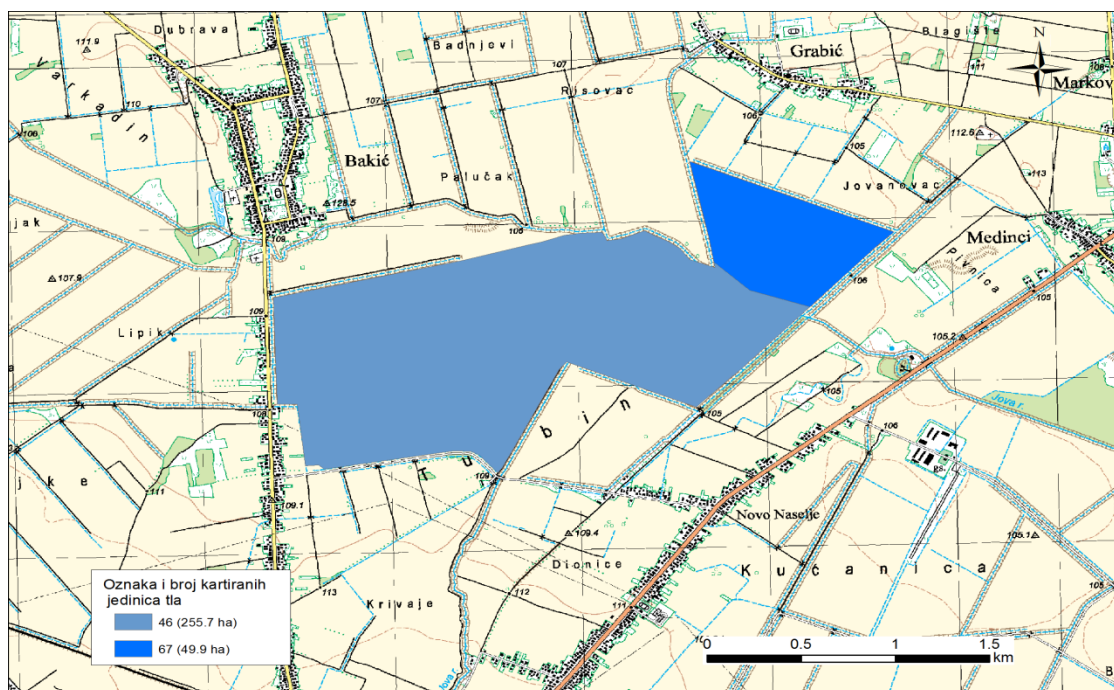
47	Pseudoglej-glej	3514
	Pseudoglej na zaravni	
	Močvarno glejno	
	Lesivirano na praporu pseudoglejno	
	Ritska crnica	
	Semiglej	
65	Močvarno glejno vertično	896
	Močvarno glejno i pseudoglej-glej	
	Niski treset	
66	Hipoglej	41,9
	Ritska crnica	
	Aluvijalno oglejeno	
	Koluvijalno oglejeno	
67	Pseudoglej	625
	Amfiglej	
	Pseudoglej-glej	
	Ritska crnica	
	Hipoglej	
68	Močvarno glejno vertično	753
	Amfiglej	
	Hipoglej	
<b>UKUPNO</b>		<b>14.822.35</b>

Temeljem pokazatelja u slici 3 i tablici 4 je vidljivo da tla na širem području Slatine najvećim dijelom (preko 90%) pripadaju u red semihidromorfni i/ili hidromorfni tala, odnosno tala koja imaju značajna ograničenja u pogledu poljoprivredne proizvodnje, i to prvenstveno zbog prisutnosti suvišnih i/ili podzemnih voda.

#### 4.1. Pedološke značajke užeg područja istraživanja

U uže istraživano područje ovog diplomskog rada spada područje same Slatine, točnije rudina Turbina koja zauzima površinu od 305,6 ha. Na toj površini hidromorfni tala, koji prema legendi pripadaju kartiranim brojevima 46 semiglejno talo i 67 amfiglejno tlo (slika 4).

Slika 4. Pedološka karta užeg područja Slatine (rudina Turbina)



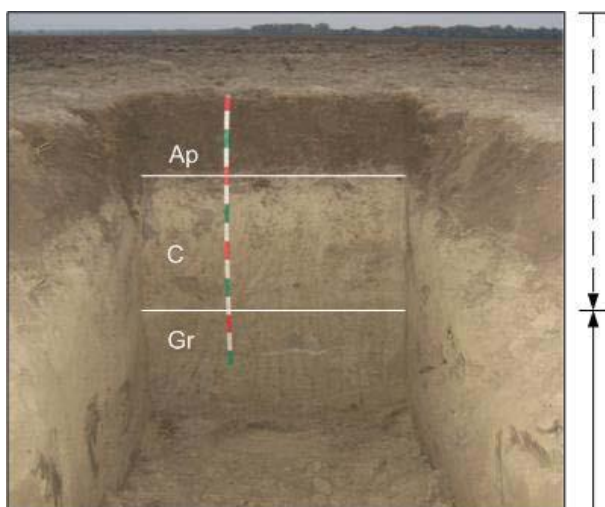
##### 4.1.1. Razred semiglejnih tala

Semiglejna tla na širem području zauzimaju značajnu površinu od 3242 ha, dok u užem području zauzimaju 255,7 ha. Razred semiglejnih hidromorfni tala obilježava prije svega vlaženje podzemnom vodom u zoni ispod 0,75 m dubine, uz uvjet da se podzemna voda najmanje povremeno javlja i u zoni između 0,75 i 1,0 m dubine tla. Pored toga taj razred obilježava potpuno završeni stadij razvoja humusno akumulativnog horizonta te specifični proces nastanka matičnog supstrata. Razvoj ovih tala vršen je, na bivšim poplavnim terenima,

odnosno na tzv. bivšim polojima većih rijeka ili na njihovim povišenim dijelovima, koji su bili učestalo plavljeni tijekom ranijeg razdoblja. Prilikom izljevanja poplavnih voda iz korita rijeka ili zona inundacije, taložio se nošeni materijal te su nastajali matični supstrati u obliku riječnih nanosa. Pritome je učestalo taloženje nošenih čestica spriječavalo razvoj tla, odnosno formiranje humusno – akumulativnog horizonta. S obzirom nato da se na dijelu takvih područja s vremenom promijenio režim poplava, a najčešće su i potpuno izostale, bili su stvoreni uvjeti za postupni razvoj humusno – akumulativnog horizonta. Razina podzemne vode povezana je s razinom vode u rijekama, konkretno s rijekom Dravom te je sezonskog obilježja. Obilježava je dosta veliko kolebanje, nerijetko i više od 3,0 m. Unutar tog razreda postoji samo jedan tip tla, i to je livadsko fluvijalno tlo.

#### 4.1.1.1. Livadsko fluvijalno tlo

Naziv tog tipa tla potječe od livadske travnjačke vegetacije kojom su najčešće obrasla ta tla, kao i od tzv. „livadskog načina vlaženja“. Naime, kada se govori o livadi kao načinu korištenja zemljišta u Hrvatskoj, istovremeno se s time najčešće označava i vlaženje podzemnim vodama koje ne uzrokuju prekomjerno vlaženje u gornjem dijelu profila, nego, te vode povoljno utječu na režim vlažnosti tla. Kao što je već spomenuto naziv fluvijalno potječe od latinske riječi „fluvis“ koja znači rijeka, te koja upućuje na povezanost tla s taloženjem čestica nanošenih poplavnim vodama. U hrvatskoj znanstveno stručnoj literaturi za ovaj tip tla uvriježen je i naziv „humofluvisol“, koji, dakle, upućuje na prisutnost razvijenog humusno-akumulativnog horizonta na fluvijalnom tlu. Taj se naziv koristi i u razvrstavanju tala u nekim srednjeeuropskim državama u okruženju (slika 5).



Slika 5. Livadsko fluvijalno tlo, antropogenizirano

Livadsko fluvijalno tlo obilježava semiglejni način vlaženja, odnosno vlaženje podzemnom vodom koja se najčešće, povremeno, a rijeđe i dulje, zadržava u zoni 0,75 do 1,0 m dubine, pri čemu gotovo nikad ne dopire u zonu iznad 0,75 m. U površinskom dijelu profila u uvjetima automorfno načina vlaženja te na matičnom supstratu od slojevitih fluvijalnih nanosa formiran je najčešće molični humusno-akumulativni horizont.

Građa profila je Amo-CI-CII...-GoIII-GsoIV-GrV. Općenito se može ustvrditi da je proizvodni potencijal ovog tla vrlo visok, temeljem čega se ono svrstava u skupinu naših najpogodnijih tala za korištenje u poljoprivredi. Na proizvodni potencijal toga tla dominantni utjecaj imaju njegova uglavnom vrlo povoljna fizikalna i kemijska svojstva, zatim zaravnjene forme reljefa te podzemna voda koja povremeno dopire do 0,75 m dubine, a koja tijekom sušnog ljetnog razdoblja može kapilarnim dizanjem dospjeti u zonu rizosfere, smanjujući time nedostatak fiziološki aktivne vode u tlu. U korištenju livadno fluvijalnog tla u poljoprivredi valja znati da u uvjetima smanjenog unosa izvorne mrtve organske tvari u tlo, te u uvjetima kada se obradom tla potenciraju procesi mineralizacije humusa, ispiranja baza, zbijanja tla, i drugo to tlo postupno, ali stalno degradira, odnosno smanjuje se njegova plodnost, a time i stupanj proizvodnog potencijala. Stoga i to tlo valja zaštititi tijekom korištenja, odnosno koristiti ga na održivi način, da bi mu se trajno očuvalo prirodno vrlo visoki proizvodni potencijal.

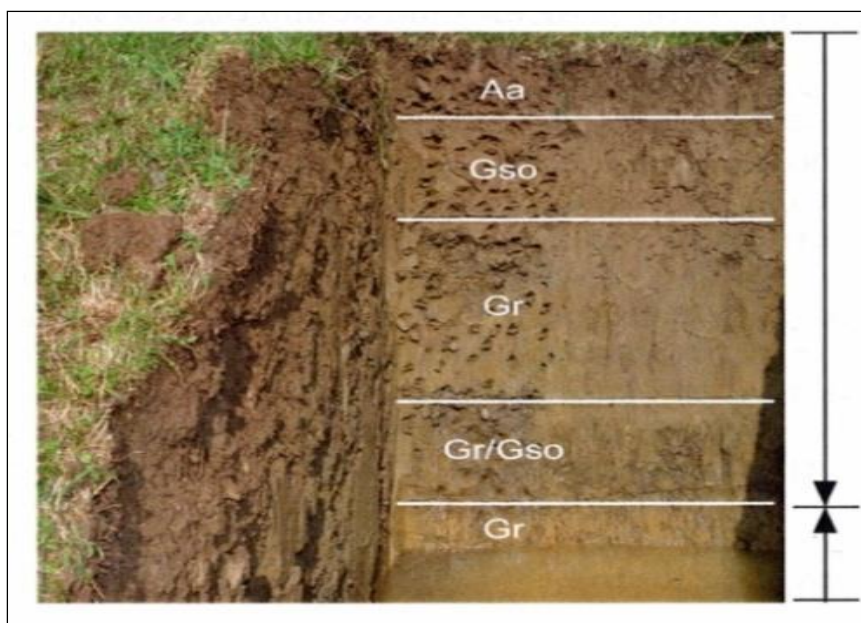
#### 4.1.2. Razred amfiglejnih tala

Razred amfiglejnih tala karakterizira u podjednako intezitetu i podjednakoj važnosti, s jedne strane, vlaženje visokim podzemnim vodama koje učestalo dopiru unutar zone od 0,5m do 1,0 m dubine, uzrokujući srednje plitki hipoglejni i plitki semiglejni način vlaženja, te, s druge strane, dugotrajno i vrlo dugotrajno vlaženje stagnirajućom površinskom (oborinskim, slivenim i poplavnim) vodama u gornjem dijelu profila. To dvostruko vlaženje bio je osnovni razlog za izdvajanje toga razreda tala. Veći dio tih tala topogeno je uvjetovan te zauzima najniže riječne terase, odnosno prostorno široke mikrodepresije i mezodepresije koje su povremeno plavljene rijedim ili češćim poplavama. Manji dio tih tala zauzima zaravnjene povišene dijelove riječnih terasa do kojih poplavne vode u pravilu ne dopiru. U uvjetima s višim okolnim terenom, oborinskim i poplavnim vodama često se pridodaju i slivene vode, povećavajući tako ukupnu količinu površinskih voda koje utječu na podlogenezu tala amfiglejnog razreda. Za svrstavanje nekoga tla u razred amfiglejnih tala, prijeko je potrebno, dakle, da u gornjem dijelu profila zbog slabo propusnoga horizonta stagniraju površinske vode

te da se istovremeno uz to javlja i vlaženje podzemnim vodama koje dopiru unutar zone 1,0 m, ali njihova razina u pravilu ne dopire u gornjih 0,5 m dubine tla. Takav kombinirani način vlaženje koji se naziva amfiglejni karakterizira taj razred tla. Prekomjerno vlaženje stagnirajućom i podzemnom vodom može trajati kraće ili duže, nerijetko može biti i dugotrajno. Taj razred dijelom obilježava i razvoj humusno-akumulativnog horizonta u uvjetima, a što rezultira razvojem akvatičnoga humusno-akumulativnog horizonta. U drugom dijelu tih tala razvoj humusno-akumulativnog horizonta odvija se u terestričkim uvjetima. Temeljem kriterija inteziteta trajanja prekomjernog vlaženja stagnirajućim površinskim vodama, s jedne strane, te režima i inteziteta vlažnosti uzrokovanog podzemnim odama s druge strane, unutar tog razreda izdvajaju se tri tipa tla: amfiglej, pseudoglej-glej i epiglej. Razred amfiglejnih tala na širem području Slatine zauzima ukupno 625 ha, od toga na užem području svega 49,9 ha epiglejnog tipa tla.

#### 4.1.2.1. Epiglejni tip tla

Naziv tog tipa tla složenica je dviju riječi. Prva podrijetlom grčka riječ „epi“ znači odozgo ili iznad, odnosno u ovom slučaju upućuje na nastajanje tla pod utjecajem prekomjernog vlaženja površinskom vodom. Druga porijeklom ruska riječ „glej“ upućuje, na tlo koje se nalazi u zoni prisutnosti podzemne vode te u kojem stoga prevladavaju anaerobni procesi. Epiglej u Hrvatskoj nastaje u uvjetima javljanja specifičnog spleta pedogenetskih čimbenika, zbog kojeg unutar 1,0 m dubine tla nastaje prekomjerno vlaženje dugotrajnim zadržavanjem površinskih voda, što dominantno obilježava taj tip tla(slika 6).



Slika 6. Prikaz tipičnog profila epiglejnog tla

Kod ovog tla javlja se vlaženje podzemnim vodama, koje najmanje povremeno i kratkotrajno dopiru unutar dijela zone od 0,75 do 1,0 m dubine tla te koje stoga imaju neznatan utjecaj na njegovu pedogenezu. Od pedogenetskih čimbenika nešto veći utjecaj na nastanak epigleja imaju reljef, matični supstrat i klima, a vegetacija ima nešto manju važnost. Epiglej nastaje uglavnom na najnižim i najudaljenijim dijelovima riječnih dolina do kojih je dosegala poplavna voda obližnje rijeke. Naime, tijekom pretkohnog razdoblja i učestalog plavljenja takvih terena poplavne vode rijeka donosile su najlakše suspendirane čestice gline do najudaljenijih zona plavljenja, njihovim taloženjem formirani su glinasti nanosi. Dakle, matični supstrat za razvoj toga tla jesu holocenski nanosi fluvijalnog podrijetla i glinastog teksturnog sastava. Tip tla obilježava njegova iznimno nepovoljna fizikalna svojstva, prije svega trajno nepovoljni režimi vlažnosti. Pri tome se može izdvojiti tekstura tla, koja je unutar zone od površine pa do najmanje 0,75 m dubine, a najčešće i dublje, glinasta do praškasto glinasta (tablica 5).

Tablica 5. Prikaz teksturne građe epiglejnog tla na lokaciji Turbina

Analitički broj	Oznaka uzorka	Dubina cm	GRANULOMETRIJSKI SASTAV TLA U %				
			2 - 0,2mm	0,2 - 0,063mm	0,063 - 0,02mm	0,02 - 0,002mm	<0,002mm
1150164	P - 1	0 - 30	1	8	25	35	31
1150165	P - 1	30 - 50	1	5	30	37	27
1150166	P - 1	50 - 80	1	6	29	34	30
1150167	P - 1	80 - 120	1	4	28	34	33



Povezano s time odnos mikropora i makropora iznimno je nepovoljan s obzirom na to da makropora najčešće ima tek neznatno pa je ta zona vrlo nepropusna za otjecanje suvišne površinske vode (tablica 6).

Tablica 6. Prikaz fizikalnih osobina tla na lokaciji Turbina

PROFIL	CILINDRI PO KOPECKOM						CILINDRI ZA VODOPROP.	
	iz dubine cm	volumen pora VP %	Apsolutni kapacitet		Specifična težina		iz dubine cm	"K" cm / sek
			voda vol %	zrak vol %	volumna	stvarna		
P - 1	20 - 25	44	43	1	1,49	2,64	20 - 25	1,71 x 10 <sup>-4</sup>
		43	42	1	1,53	2,69		rupa
	40 - 45	39	38	1	1,60	2,59	40 - 45	8,82 x 10 <sup>-4</sup>
		40	39	1	1,58	2,62		5,63 x 10 <sup>-4</sup>

Zbog iznimno nepovoljnih fizikalnih svojstava tla, prije svega zbog vrlo nepovoljnog režima vlažnosti i svojstva vertičnosti, proizvodni potencijal elpigleja iznimno je nizak. Na proizvodni potencijal toga tla dominantni utjecaj ima, dakle, nepooljan režim vlažnosti ali i ostala fizikalna svojstva glejnog redukcijskog Gr horizonta. U procjeni pogodnosti epiglej se kao tip tla svrstava gotovo uvijek u klasu nepogodnih tala za intenzivnu oraničnu poljoprivrednu proizvodnju. Naime, čak i ako se eventualno izvedu hidromelioracijski zahvati detaljne odvodnje cijevnom drenažom, funkcionalnost tog sustava ostaje iznimno niska, a izgradnja takve drenaže nije ekonomski opravdana.

## 5. Rezultati istraživanja

Poznato je da na širem području koje je obrađeno u ovom diplomskom radu primjena meliorativnih mjera radi povećanja poljoprivredne proizvodnje ima dugu tradiciju. Meliorativni zahvati su u prvom redu usmjereni na uređenje režima vlaženja odnosno poboljšanja vodozračnih režima tla. Brojni melioracijski objekti, prije svega vrlo razvijena kanalska mreža, s cijevnom drenažom svjedoči o suvremenim rješenjima koja su izvedena još prije 30 godina. Općenito veliki potencijali za unapređenje ruralnog područja Hrvatske nalaze se upravo u mogućnostima revitalizacije postojećih i izgradnje novih hidromelioracijskih sustava detaljne površinske i podzemne odvodnje. Potreba za urgentnom revitalizacijom postojećih hidromelioracijskih sustava površinske i podzemne odvodnje (drenaže) uvjetovana je, prije svega, njihovom slabom funkcionalnošću. Slaba funkcionalnost znatnog dijela do sada izgrađenih sustava, što je slučaj i sa sustavom na objektu Turbina uvelike je posljedica njegovog lošeg održavanja i upravljanja. S obzirom na postojeće stanje, revitalizaciju je

potrebno provesti na cjelovitom hidromelioracijskom sustavu kako šireg tako i užeg područja Slatine, odnosno na 14.882, 35 ha dreniranog pljoprivrednog zemljišta.

#### 5.1. Hidromelioracijski sustavi i metode odvodnje suvišnih voda na istraživanom području

Odvodnja suvišnih voda s određenog melioracijskog područja površinskim putem u obliku otvorenih prirodnih vodotoka i/ili umjetnih kanala zasigurno spada u najstarije metode odnosno sustave odvodnje. Osnovna zadaća ove metode odvodnje u biljnoj proizvodnji je da suvišnu unutrašnju vodu pretežito površinskog podrijetla s određenih proizvodnih poljoprivrednih površina najkraćim putem, i u potrebnom vremenskom razdoblju, odvede do temeljnog vodoprijemnika (recipijenta) područja. Glede aspekta šire melioracijske prakse i hidrotehničkih melioracija u Hrvatskoj, opravdana je podjela površinske odvodnje na osnovnu i detaljnu.

##### 5.1.1. Površinski sustav odvodnje suvišnih voda na istraživanom području

Detaljna površinska odvodnja suvišnih voda na istraživanom području Hrvatske temeljena je na izgradnji otvorenih melioracijskih kanala III. i IV. reda, koji po svojim hidrauličkim elementima odgovaraju tzv. srednje dubokim kanalima. Melioracijski kanali III. reda često se u praksi nazivaju i sabirni odvodni kanali (SOK), koji sabiru suvišne vode iz većeg broja melioracijskih kanala IV. reda i odvede je u kanale II. reda. Pored terenskih elemenata, njihova trasa uvjetovana je zahtjevima oblikovanja suvremenih poljoprivrednih proizvodnih površina (tabli). Tako je u našoj melioracijskoj praksi odvodnje, dužina ovih kanala najčešće varirala od 1.500 – 2.000m. Prosječne hidrauličke dimenzije kanala bile su slijedeće: širina dna od 1,0 do 3,0 m, dubina od 2,0-3,0-3,5, pokos stranica  $m=1,5-2,0-2,5$ . Hidrauličke dimenzije kanala često puta nisu određivane na temelju potrebnih parametara, kao što su maksimalna protoka i povratno razdoblje, što je uvjetovano relativno manjim količinama vode, koju su ovi kanali odvodili. Treba naglasiti da su u okviru cjelokupne organizacije melioracijskog područja, uz ove kao i kanale II. reda, obično projektirani i adekvatni poljski putevi slika 7.



*Slika 7. Prikaz melioracijskog kanala II reda i poljskog puta*

Melioracijski kanali III/ IV. reda (slika 8.) to su u stvari paralelni ili detaljni odvodni kanali (DOK), jer direktno utječu na sam oblik i veličinu proizvodne parcele odnosno table. Imaju koji i najbitniju ulogu u cjelokupnom sustavu površinske odvodnje, jer im je osnovna zadaća u pravovremenoj evakuaciji suvišnih uglavnom površinskih voda sa same proizvodne jedinice. Sakupljenu vodu odvode u melioracijske kanale II/III. reda.



*Slika 8. Prikaz melioracijskog kanala III/ IV reda.*

Ovi su kanali najmanjih hidrauličkih dimenzija: širine dna od 0,50-0,60-0,80 m, dubine od 1,50-2,0-2,5 m, pokosa stranica  $m = 1,25-1,50-1,75-2,00$ , dužine kanala od 500-800-1.000 m, minimalnog pada od 0,4‰, razmaka kanala od 180 do 350m.

### 5.1.1.1. Podzemni sustav odvodnje – cijevna drenaža

U literaturi se navode različiti nazivi za ovaj sustav odvodnje suvišnih voda. Često se rabe nazivi: paralelna ili plošna cijevna drenaža, klasični sustav cijevne drenaže, dvostrešna paralelna cijevna drenaža i dr. Zajednički naziv im je da se kod ovog sustava suvišna voda iz tla odvodi podzemnim drenažnim cijevima (danas isključivo od PVC-a), koje se za razliku od vertikalne drenaže postavljaju horizontalno. Ovaj sustav odvodnje najbolje rezultate ostvaruje kod hidromorfni tala koja imaju problem plitkih podzemnih voda pri čemu je temeljni cilj sustava spuštanje visoke razine vode u tlu na odgovarajuću dubinu, odnosno normu odvodnje.

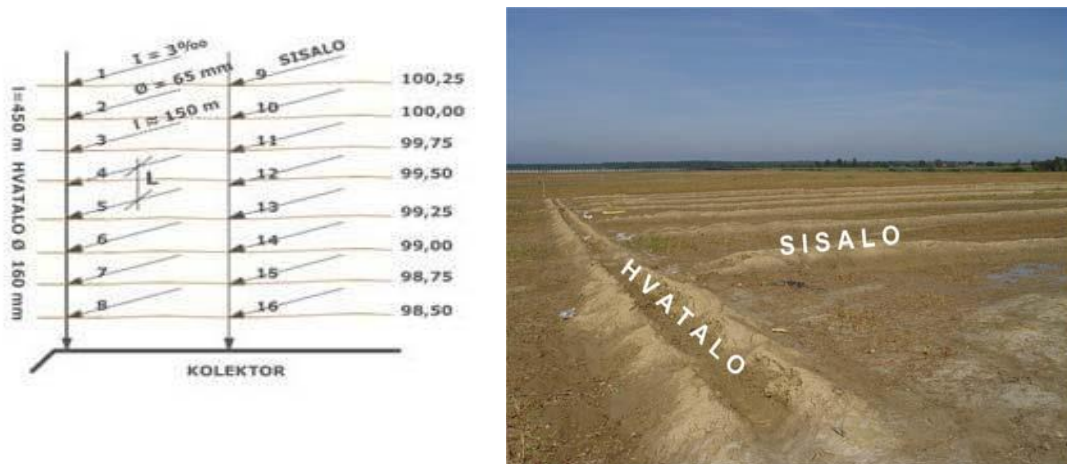


*Slika 9. Prikaz detaljne odvodnje otvorenim kanalima i sustavom klasične cijevne drenaže*

Da bi se to ostvarilo, sustav cijevne drenaže treba pokrivati cijelu melioracijsku površinu, pri čemu se cijevi postavljaju prema adekvatnim elementima i normativima slika 10.

Međutim, treba istaći da ovaj sustav odvodnje često čini temelj i u kombinaciji s dodatnim agromelioracijskim mjerama (kombiniranoj odvodnji), pri čemu se može uspješno rješavati

problem bilo koje vrste suvišnih voda u tlu. Drenažne cijevi prema svojoj funkciji odvođenja suvišnih voda dijele se na: sisala, hvatala i kolektore. *Sisala* ili sabirači su drenažne cijevi standardnih promjera (50, 65 i 80 mm). *Hvatala* su drenažne cijevi većih profila, najčešće 100, 125 i 160 mm promjera. *Kolektori* su drenažne i/ili druge cijevi obično promjera većeg od 160 mm. Međutim, cijevna drenaža može biti izvedena u pravom smislu riječi kao «zatvoreni» podzemni sustav, pri čemu sisala, hvatala i kolektori čine jednu povezanu funkcionalnu i jedinstvenu cjelinu (slika 10).

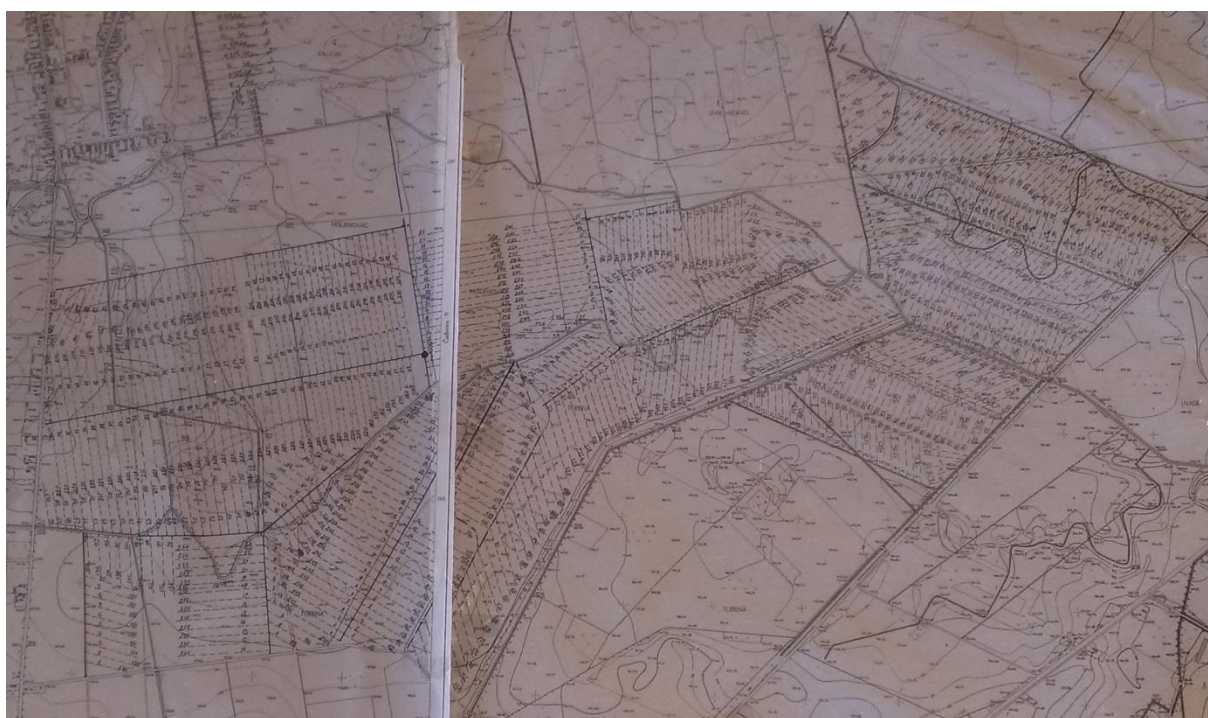


Slika 10. Prikaz zatvorenog drenažnog sustava

Loša je strana ovakvog sustava nemogućnost kontrole efikasnosti pojedinih njegovih segmenata, pa zahtijeva izgradnju dodatnih kontrolnih šahtova. Budući da kod ovog sustava izostaju otvoreni kanali, nema gubitaka na proizvodnoj površini, niti zapreka u prijelazima tijekom agrotehničkih operacija s jedne proizvodne jedinice na drugu, što je i najveća pozitivna strana ovakvog sustava. Na rudini Turbina izveden je otvoreni sistem drenažnog sustava s izljevom sisala u otvorene kanale III i IV reda (slika 11 i 12).



*Slika 11. Prikaz „otvorenog“ drenažnog sustava s izljevom sisala u otvorene kanale IV reda*



*Slika 12. Projektni prikaz izvedenog melioracijskog sustava odvodnje na rudini Turbina*

Osnovna zadaća cijevne drenaže u izvedenom sustavu odvodnje jest prikupljanje i odvođenje suvišnih voda. Ugradnjom drenaže bio je cilj skratiti duljinu podzemnih i površinskih tokova vode i spriječiti zadržavanje vode na površini tla. Razmak drenažnih sabirača (sisala) na tom objektu određen je na  $L = 20$  m. Dubina polaganja drenažnih cijevi je 90 cm i preporuka postavljanja filter materijala cijelom dužinom 60 cm debljine kako bi se došlo do oraničnog

sloja. Svake tri godine predviđena je kritična drenaža u razmaku od 2,0 do 3,0 m. Profili postavljenih cijevi iznose 60mm.

#### 5.2.1. Funkcionalnost površinskog sustava odvodnje

Trenutačno stanje hidromelioracijskih sustava površinske i podzemne detaljne odvodnje na proizvodnoj jedinici Turbina je neodrživo. Posljedice lošeg gospodarenja s hidromelioracijskim sustavima (održavanje, upravljanje, monitoring) su vidljive na svim slivnim područjima. Većina sustava je neučinkovita, a njihova funkcionalnost vrlo problematična. Slaba funkcionalnost sustava naročito je prisutna u segmentu površinske detaljne odvodnje (kanali III. i IV. reda), te podzemne odvodnje (drenaže). Loše održavanje melioracijskih sustava detaljne površinske odvodnje i neracionalno korištenje dreniranog poljoprivrednog zemljišta zaseban je problem, kako u cijeloj Hrvatskoj tako i na istraživanom području rudine Turbina. Posebice je zabrinjavajuće loše održavanje melioracijske odvodnje na otvorenoj kanalskoj mreži nižeg reda (sabirni i detaljni kanali). Zbog ne redovite košnje pokosa i bankina kanali su jako obrasli hidrofilnom vegetacijom (raznih šaševa), a i višegodišnjim drvenastim vrstama (pretežno vrbom). U većine kanala primjetni su procesi jakog zamuljivanja kao i posljedica slabog tehničkoga čišćenja (izmuljivanja). Kao primjer neodrživog stanja hidromelioracijskog sustava površinske odvodnje prikazano je u slikama 13 i 14.



*Slika 13. Prikaz velike obraslosti otvorenih melioracijskih kanala III i IV reda kao posljedica lošeg održavanja*





*Slika 14. Prikaz stanja melioracijske odvodnje na rudini Čadavica-Turbina (AFZ, 2015)*

### 5.2.2. Funkcionalnost podzemnog sustava detaljne odvodnje suvišnih voda – cijevne drenaže na rudini Turbina

Održavanje hidromelioracijskih sustava podzemne odvodnje – cijevne drenaže općenito je također vrlo loše. Krična točka toga sustava nalazi se na mjestu izljeva drenažnih cijevi u otvorene kanale. Drenažne cijevi praktički se ne može kontrolirati, odnosno ne može se utvrditi njihovo pravo stanje, kao i stupanj funkcionalnosti cijevne drenaže zbog velike obraslosti otvorene kanalske mreže slika 15.



*Slika 15. Prikaz velike obraslosti kanalske mreže*

Problem je još složeniji zato što je skoro 100 % drenažnih sustava na području rudine Turbina izvedeno s izravnim upustom drenažnih cijevi u otvorene melioracijske kanale III. i/ili IV (slika 14). reda. Posljedica takva stanja jest učestala potopljenost drenažnih sustava, osobito u humidnim godinama, zbog visoke razine vode u otvorenoj kanalskoj mreži, što dodatno smanjuje funkcionalnost cjelovitog sustava. Poseban je problem nestručno čišćenje (obnova) otvorenih kanala raznim vrstama strojeva (kosilica, mlatilica, bagera), bez kontrolnog nadziranja radova, pri čemu se znatno devastiraju drenažne cijevi-drenaža (slika 16).



*Slika 16. Prikaz oštećenja cijevne drenaže u postupku obnove melioracijskih kanala II i IV reda (AFZ, 2015)*

Neracionalno korištenje dreniranog zemljišta (slike 17 i 18) pridonosi dodatnom smanjenju funkcionalnosti osobito drenažnih sustava odvodnje. Od čimbenika neracionalnog korištenja potrebno je istaknuti sljedeće:

- Intenzivnu ratarsku (konvencionalnu) proizvodnju
- Uzak plodored i smanjenje organske komponente tla
- Špice u obavljanju osnovnih agrotehničkih operacija
- Obradu i skidanje usijeva u nepovoljnim uvjetima vlažnosti tla (slika 17)
- Izraženo gaženje, zbijanje i uništavanje obradivog sloja tla i drenažnog jarka
- Primjena teške mehanizacija
- Učestali transport unutar proizvodne jedinice (table-parcele).
- Loša sistematizacija (ravnanje) proizvodne jedinice-table (slika 18)



*Slika 17. Prikaz obrade tla u nepovoljnim uvjetima vlažnosti tla*



*Slika 18. Prikaz loše površinske sistematizacije (ravnanja) proizvodnih površina*

Neprimjerena površinska sistematizacija (ravnanje) proizvodnih jedinica – tabli, s vidljivim ostacima mikrodepresija na površini terena, u kojima stagnira površinska voda (slika 18), također dodatno utječe na funkcionalnost detaljnih sustava odvodnje. Ovaj problem posebice je izražen na objektu Turbina zbog prirodnih mikro i makro depresija koje nije moguće poravnati bez većih napora.

## 5.3.Potreba i mogućnost obnove sustava odvodnje

### 5.3.1.Obnova i revitalizacija površinskog sustava odvodnje

Kada je riječ o obnovi i revitalizaciji površinskog sustava odvodnje na objektu Turbina, treba uzeti u obzir vrlo heterogenu tipologiju tala koji se ovdje nalaze, a isto tako i načine vlaženja i reljefske uvjete koji uvelike otežavaju obavljanje hidromelioracija na ovom području. U pedološkom dijelu ovog diplomskog rada vidimo kako ovo područje zauzima razred amfiklejnih i semiklejnih tala koja imaju nepovoljne vodozračne odnose. Osim toga pojedine površine uslijed nepovoljnih topografskih i hidroloških uvijeta su ugrožene prevlaživanjem bilo od oborinskih ili podzemnih voda. Kao prvi korak u obnovi površinske odvodnje bilo bi krčenje raslinja u kanalskoj mreži III i IV reda (vrba, joha, topola, šaševi...).



*Slika 19. Prikaz obnove melioracijskih kanala II i III reda*

Metode sanacije površinske odvodnje uključivale bi dakle saniranje pokosa kanala, krčenje i uklanjanje drvenaste vegetacije izmuljivanje nanosa, popravak mostova(slika 19). Putna mreža duž kanala je u relativno dobrom stanju te nisu nužne trenutne sanacije. Jedna od važnijih mjera revitalizacije trebala bi biti saniranje mikrodepresija na proizvodnim površinama uslijed kojih dolazi do zadržavanja oborinskih voda na istima. Poticajni profili kanala znatno su smanjeni, što dovodi do učestalih uspora vode u cjelovitom sustavu odvodnje. Visoki vodostaji u detaljnoj i sabirnoj kanalskoj mreži, i učestala potopljenost drenažnih cijevi, negativno utječu na ostvarivanje potrebne norme i intenziteta odvodnje, a time i smanjenja funkcionalnosti cjelovitog sustava odvodnje (slika 20).



*Slika 20. Prikaz lošeg održavanja hidromelioracijskih sustava detaljne odvodnje*

### 5.3.2. Obnova i revitalizacija podzemnog sustava odvodnje – cijevne drenaže

Općenito obnovu i revitalizaciju postojećih hidromelioracijskih sustava detaljne odvodnje na širem području Slatine valja temeljiti na relevantnim pokazateljima i priznatim načelima struke, a nikako ne na primjeni generaliziranih (šabloniziranih) pristupa u rješavanju ove vrlo osjetljive problematike. Revitalizacijskim mjerama utjecalo bi se na bolju funkcionalnost i učinkovitost postojećih sustava odvodnje, odnosno poboljšanje proizvodnih uvjeta i povećanje poljoprivredne proizvodnje na velikom potencijalu hidromelioriranih površina (14.882,35 ha). Da bi se ovo ostvarilo, neophodno je razvijati integralni pristup u rješavanju složenog problema revitalizacije hidromelioracijskih sustava. Od posebnog je značaja razrada tehnologije obrade, koju treba izvoditi u pogodnom stanju vlažnosti tla. U okviru tog sistema potrebno je povremeno produbljivati odnosno prorahljivati dublje slojeve tla (slika 21).



*Slika 21. Prikaz načina dubinskog prorahljivanja tla*

Mehaničku obradu treba usuglasiti sa efektima koji se sa njom postižu jer je utrošak energije za te radove velik. U krajnjoj liniji melioracije ovog područja moraju imati trajnu sistematsku i sinkroniziran u orijentaciju na ukupnoj promjeni svojstva tla sve do njihove antropogenizaciju jednu plodnu cjelinu. Naravno da je to proces koji traje dugo i treba ga provoditi u okviru proizvodnog procesa i ukupne tehnologije koja se na njima primjenjuje. Valja izraditi zakonske propise, s aktualnim programom neophodnih radova, po slivnim i/ili županijskim područjima Hrvatske. Programom trebaju biti obuhvaćeni svi radovi vezani za sanaciju, rekonstrukciju, održavanje, upravljanje i financiranje hidromelioracijskih sustava. Program cjelovitih radova na sanaciji i revitalizaciji hidromelioracijskih sustava detaljne odvodnje treba biti usklađen s Nacionalnim projektom navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj (NAPNAV-om). U tablici 7 je načelno dan prikaz osnovnih radova i mjera potrebnih za revitalizaciju hidromelioracijskih sustava, s težištem na sustav podzemne odvodnje –drenaže.

Tablica 7. Prikaz radova i mjera za revitalizaciju hidromelioracijskih sustava odvodnje u Hrvatskoj (Petošić i Šimunić, 2007)

Redni broj	Vrsta radova i mjera	Površinska odvodnja	Podzemna odvodnja
		Otvoreni kanali III+IV reda	Cijevna drenaža
1.	Sanacijski	<ul style="list-style-type: none"> <li>• uklanjanje urušenih objekata i saniranje pokosa kanala</li> <li>• krčenje i uklanjanje drvenaste vegetacije (raslinja)</li> <li>• uklanjanje-izmuljivanje nanosa</li> <li>• popravak mostova i cijevastih propusta</li> <li>• uređenje putne mreže duž kanala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lociranje, čišćenje, popravak i zamjena izljevnihi cijevi i štitnika</li> <li>• izmuljivanje drenažnih cijevi (prema potrebi)</li> <li>• saniranje nastalih mikrodepresija na proizvodnim površinama (tablama)</li> </ul>
2.	Rekonstrukcije i dogradnje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• povećanje proticajnog profila kanala (prema potrebi)</li> <li>• izgradnja novih kanala (prema potrebi)</li> <li>• izgradnja mostova i propusta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dogradnja drenažnih cijevi-interpolacija (prema potrebi)</li> <li>• dogradnja interceptičkih drenova (prema potrebi)</li> <li>• izvođenja dodatnih agromelioracijskih radova (duboka obrada, dubinsko vertikalno rahljenje tla i/ili krtičenje)</li> <li>• provođenje kemijskih meliorativnih zahvata (prema potrebi)</li> </ul>
3.	Redovitog održavanja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• jednokratna košnja pokosa, bankina i dna kanala (1,5 x godišnje)</li> <li>• izmuljivanje-čišćenje dna kanala (1 x u četiri godine)</li> <li>• izmuljivanje- čišćenje cijevastih propusta (1 x u četiri godine)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kontrola i čišćenje izljevnihi cijevi (1 x u tri godine)</li> <li>• izmuljivanje drenskih cijevi (po potrebi)</li> <li>• izvođenje dopunskih agromelioracijskih zahvata: <ul style="list-style-type: none"> <li>- dubinsko rahljenje (1 x 2-3 godine)</li> <li>- krtičenje tla (1 x u 3-5 godina)</li> </ul> </li> <li>• izvođenje agrarnih operacija (obrada, sjetva, žetva) u optimalnim uvjetima vlažnosti tla</li> <li>• održavanje šireg plodoreda kod uzgajanihi kultura</li> </ul>
4.	Monitoring sustava	<ul style="list-style-type: none"> <li>• praćenje vodnog režima u kanalima <ul style="list-style-type: none"> <li>- protjecanje</li> <li>- uspori</li> <li>- potopi</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• povremeno praćenje drenažnog istjecanja</li> <li>• praćenje stagniranja vode na površini table</li> <li>• praćenje formiranja plješina na površini table</li> <li>• praćenje prinosa uzgajanihi kultura</li> <li>• praćenje onečišćenja tla i vode</li> </ul>
5.	Gospodarenja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• izrada projekta detaljne valorizacije (vrednovanja) hidromelioriranog-dreniranog zemljišta (tala) na temelju otvarljivihi prinosa uzgajanihi kultura, odnosno učinkovitosti sustava</li> <li>• preporučiti adekvatne sustave biljne proizvodnje, sukladno funkcionalnosti odnosno učinkovitosti sustava</li> </ul>	



6.	Upravljanja i financiranja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sukladno planu i programu NAPNAV-a</li> </ul>
----	----------------------------	--

Uz sve gore navedeno valja napomenuti da se u Hrvatskoj, a što je slučaj i na Slatinskom području više od 90% izgrađene cijevne drenaže na poljoprivrednom zemljištu, izravno izljeva u melioracijske kanale III. i/ili IV. reda, njihovo redovito održavanje od posebne je važnosti i za dobar rad odnosno funkcionalnost drenažnog sustava. Općenito je održavanje hidromelioracijskih sustava površinske odvodnje vrlo zahtjevno. Tako otvoreni kanali III/IV. reda zahtijevaju redovitu košnju, koju u prosječnoj klimatskoj godini treba obavljati barem jednom, au u humidnoj i do dva puta. Izmuljivanje i čišćenje dna kanala treba se obavljati najmanje svake 3 do 4 godine. U protivnom, u kanalima počinju intenzivno rasti, u prvim godinama razne vrste jednogodišnjeg hidrofilnog bilja, a zatim i drvenasti hidrofilni (rba, joha, topola, amorfa), što znatno smanjuje učinkovitost odvodnje površinskog ali i podzemnog drenažnog sustava. Na dreniranim tlima gdje postoji velika mogućnost mehaničkog zamuljivanja drenaže, cijevi valja kontrolirati i prema potrebi obnavljati njihovo izmuljivanje ili ispiranje. Na takvim tlima ispiranje drenažnih cijevi treba biti jedna od temeljnih mjera tekućeg održavanja drenažnoga sustava. Izmuljivanje odnosno ispiranje drenažnih cijevi obavlja se pumpama visokoga pritiska, koje su sastavni dio specijalnoga stroja za ispiranje drenažnih cijevi (slika 22).



*Slika 22. Prikaz ispiranja drenažnih cijevi specijalnim strojem*

U sklopu tekućeg održavanja drenaže važno je kontroliranje odnosno praćenje pojave zbijanja tla u podoraničnom sloju, a posebice u zoni drenažnog jarka. Gaženjem teških strojeva po tlu slabo osušenom i vlažnom, najčešće pri uzgoju kukuruza i šećerne repe, često se neizostavno stvaraju zbijeni slojevi iz kojih nastaju „svodovi“, koji se oblikuju u zoni drenažnog jarka iznad cijevi. Stvaranje „svoda“ u drenažnom jarku (slika 23) vrlo nepovoljno utječe na rad cijevne drenaže. Posebice je to utvrđeno u „teškim“ tlima s velikim udjelom gline. Taj problem može se s većim ili manjim uspjehom riješiti pravilnim održavanjem drenažnoga sustava i pravovremenom primjenom dodatnih postagromelioracijskih zahvata (dubinskog rahlenja i/ili krtičenja tla).



*Slika 23. Prikaz gaženja tla teškim strojevima u nepovoljnim uvjetima vlažnosti i prikaz formiranja svoda u podoraničnoj zoni drenažnog jarka*

U tekuće održavanje drenaže valjalo bi uključiti i plan o pravilnom plodoredu i izboru kultura, posebice u prvim godinama nakon izgradnje sustava. Tako su jasno izražene mnogobrojne potvrde u vezi s kulturama koje treba izbjegavati na „friško“ dreniranom zemljištu, prvenstveno zbog opasnosti od začepljenja drenažnih cijevi njihovim korijenjem.

Preporučuje se da se u prvim godinama nakon izgradnje sustava drenaže ne uzgajaju uljana repica, šećerna repa i lucerna.

## 6. Zaključci

Područje koje je analizirano i obrađeno u ovom diplomskom radu obuhvaća ukupnu površinu od oko 26.770,00 ha, pri čemu obradive poljoprivredne površine zauzimaju oko 22.640,00 ha, a hidromeliorirane 14.822,35 ha. Područje je smješteno na prostoru Virovitičko - podravske županije u neposrednoj blizini grada Slatine. Reljef istraživanog područja tipično je dolinski, na kojem su formirane tipične riječne terase koje su nastale pod utjecajem glavnog vodotoka rijeke Drave. Pečat hidrografskoj mreži daje rijeka Drava s nekoliko manjih reguliranih vodotoka, od kojih su najznačajniji Voćinka, Branjevska, Čađavica i Javorica.

Klima na širem području je tipično kontinentalna s prosječnom godišnjom temperaturom zraka od 11,6 °C i količinom oborina od oko 930 mm. Maksimalne količine godišnjih oborina mogu iznositi i preko 1300 mm (2010. godina), što utječe na pojave značajnih viškova vode kako na samom području tako i u tlu.

Zbog specifičnosti reljefa, hidrografije i klime na širem istraživanom području razvijen je veliki broj hidromorfni tala koja su osamdesetih godina prošlog stoljeća hidromeliorirana putem površinskih i podzemnih sustava osnovne i detaljne odvodnje. Veći dio (preko 50%) izgrađeni hidromelioracijskih sustava detaljne odvodnje nema zadovoljavajuću funkcionalnost.

Uzroci su povezani s propustima u izgradnji sustava, lošoj površinskoj sistematizaciji (ravnanju) proizvodnih površina, neodržavanju sustava, devastaciji sustava u procesu njegove obnove i starosti izgrađenog sustava. Za daljnji rad izgrađenih hidromelioracijskih sustava u cilju odvođenja suvišnih površinskih i/ili podzemnih voda sa istraživanog područja, odnosno hidromelioriranih tala neophodna je njihova obnova i revitalizacija u obliku slijedećih meliorativnih mjera: stručnoj obnovi površinskog sustava odvodnje (kanali III. i IV. reda) posebice tamo gdje je sustav izgrađen u kombinaciji s podzemnim sustavom – cijvenom drenažom, zamjeni izljeva kod drenažnih sustava koji su devastirani u prethodnoj obnovi sustava, dogradnji novog podzemnog sustava na najugroženijim dijelovima područja, poravnanju proizvodnih površina i provođenju dodatnih fizikalnih agromelioracijskih zahvata. Na određenom dijelu hidromelioriranih površina potrebno je izvesti i dubinsko rahljenje tla u manjoj mjeri i krtičenje tla odnosno krtičnu drenažu.

## 7. Popis literature

1. Dragutin Petošić (2015) Drenaža, Sveučilišni udžbenik AFZ, 2015.
2. Stjepan Husnjak (2014) Sistematika tala Hrvatske, Sveučilišni udžbenik, AFZ, 2015
3. Petošić, D. (1994) Funkcionalnost sustava detaljne odvodnje u Posavini, Poljoprivredno znanstvena smotra, Vol. 59, No:41-48
4. Petošić, D. (1998) Temeljne značajke i perspektiva gospodarenja na hidromelioriranim površinama županije Zagrebačke. Poljoprivredno znanstvena smotra, Vol.63, No 1-2:68-77
5. Petošić, D. (2003) Funkcionalnost sustava detaljne odvodnje, Hrvatske vode, Vol.11, No.45.:515-523
6. Petošić, D. Šimunić, I. (2007) Revitalizacija postojećih i koncepcija rješavanja novih sustava detaljne odvodnje, HAZU, Zbornik radova, Zagreb, str: 99-115.
7. Stričević, I (1995): Izbor sustava detaljne odvodnje hidromorfni tala na području Virovitice, magistarski rad, AFZ.
8. Institut za poljoprivredu „Jaroslav Černi“ (1978) Kompleksna meliorativna studija teritorije zapadnih Osiječkih kombinata u području vodoprivrednog poduzeća „Karašica - Vučica “. Knjiga III Meliorativna studija sa rešenjima odvodnjavanja područja Podravske Slatine
9. Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“ (1978) Kompleksna meliorativna studija teritorije zapadnih Osiječkih kombinata u području vodoprivrednog poduzeća „Karašica-Vučica“ Knjiga I Hidropedološka studija teritorije Podravska Slatina