

Inventarizacija sustava podzemne odvodnje na poljoprivrednim površinama u Virovitičko-podravskoj županiji

Menegelo, Duje

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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:204:613964>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-06**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**Inventarizacija sustava podzemne odvodnje na
poljoprivrednim površinama u Virovitičko-podravskoj
županiji**
DIPLOMSKI RAD

Duje Menegelo

Zagreb, prosinac, 2017.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:
Poljoprivredna tehnika - Melioracije

**Inventarizacija sustava podzemne odvodnje na
poljoprivrednim površinama u Virovitičko-podravskoj
županiji**
DIPLOMSKI RAD

Duje Menegelo

Mentor:

Doc. dr. sc. Ivan Mustać

Zagreb, prosinac, 2017.
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Duje Menegelo**, JMBAG 0055190663, rođen dana 19.11.1985. u Splitu, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

Inventarizacija sustava podzemne odvodnje na poljoprivrednim površinama u Virovitičko-podravskoj županiji

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta **Duje Menegelo**, JMBAG 0055190663, naslova

**Inventarizacija sustava podzemne odvodnje na poljoprivrednim površinama u Virovitičko-
podravskoj županiji**

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. Doc. dr. sc. Ivan Mustać mentor

2. Doc. dr. sc. Vilim Filipović član

3. Doc. dr. sc. Vedran Rubinić član

Sadržaj

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | Uvod | 2 |
| 1.1. | Cilj rada..... | 3 |
| 2. | Razrada literature diplomskog rada "Inventarizacija sustava podzemne odvodnje na poljoprivrednim površinama u Virovitičko-podravskoj županiji" | 4 |
| 2.1. | Metodologija izrade diplomskog rada | 4 |
| 2.2. | Pregled dosadašnjih istraživanja | 5 |
| 3. | Osnovne karakteristike Virovitičko-podravske županije..... | 8 |
| 3.1. | Geološke karakteristike područja..... | 8 |
| 3.2. | Hidrografske karakteristike područja..... | 10 |
| 3.2.1. | Hidrografske karakteristike (Slivovi) | 10 |
| 3.2.2. | Hidrografske karakteristike (rijeka Drava i veći vodotoci) | 11 |
| 3.2.3. | Hidrografske karakteristike (podzemne vode)..... | 12 |
| 3.2.4. | Brdski bujični potoci | 12 |
| 3.3. | Pedološke karakteristike područja..... | 13 |
| 3.3.1. | Epiglej | 13 |
| 3.3.2. | Amfiglej | 15 |
| 3.3.3. | Hipoglej..... | 16 |
| 3.3.4. | Pseudoglej | 17 |
| 3.3.5. | Pseudoglej-glej | 18 |
| 4. | Rezultati i rasprava | 20 |
| 4.1. | Zastupljenost i prostorni raspored dreniranih poljoprivrednih površina | 20 |
| 4.2. | Ograničenja | 25 |
| 4.3. | Osnovni elementi sustava za podzemnu odvodnju | 28 |
| 4.4. | Prijedlog mjera za obnovu i/ili dogradnju sustava za navodnjavanje i odvodnju | 32 |
| 4.5. | Prijedlog mjera za redovito održavanje sustava za navodnjavanje i odvodnju ... | 34 |
| 5. | Zaključak..... | 37 |
| 6. | Popis literature | 38 |

Sažetak

Diplomskog rada studenta **Duje Menegelo**, naslova

Inventarizacija sustava podzemne odvodnje na poljoprivrednim površinama u Virovitičko-podravskoj županiji

Težište u ovom diplomskom radu je na detaljnoj inventarizaciji, odnosno pregledu ili registru, do sada izgrađenih sustava podzemne odvodnje (drenaže) u Virovitičko-podravskoj županiji i preporukama za njihovu revitalizaciju kroz adekvatne mjere obnove i/ili dogradnje te redovitog održavanja sustava.

Različiti autori dostupnih znanstveno-istraživačkih radova navode varijabilne vrijednosti ukupnog, te melioriranog poljoprivrednog zemljišta, posebno podzemne odvodnje (cijevna drenaža), u Virovitičko-podravskoj županiji. Metodologijom analize i sinteze spomenutih radova, projekata, te stručne literature cilj je utvrditi što vjerodostojnije podatke o površinama poljoprivrednih tala na kojima su izvedeni sustavi podzemne odvodnje (cijevne drenaže).

Ključne riječi: inventarizacija, meliorirana tla, podzemna odvodnja, cijevna drenaža, Virovitičko-podravska županija

Summary

Of the master's thesis – student **Duje Menegelo**, entitled

Inventory of underground drainage systems on agricultural areas in Virovitica-Podravina County

The focus of this graduate thesis is on a detailed inventory or inspection or register of up to date constructed underground drainage systems in Virovitica-Podravina County and recommendations for their revitalization through adequate renovation and / or upgrade requirements and regular maintenance of the system.

Various authors of available scientific-research papers cite various values of total and meliorated agricultural soil, especially underground drainage (pipe drainage), in Virovitica-Podravina County. The methodology of analysis and synthesis of mentioned works, projects, and professional literature aims to establish the most credible data for total area of agricultural soils on which underground drainage (pipe drainage) is implemented.

Keywords: inventory, meliorated soil, underground drainage, pipe drainage, Virovitičko-Podravska County

1. Uvod

Značajniji potencijali za unapređenje poljoprivredne proizvodnje u Republici Hrvatskoj nalaze se u potrebi i mogućnosti revitalizacije do sada izgrađenih, te izgradnji novih hidromelioracijskih sustava detaljne odvodnje. Sustavima površinske i/ili podzemne odvodnje zajednički cilj je reguliranje suvišnih površinskih i/ili podzemnih voda sa proizvodnih poljoprivrednih tala u Virovitičko-podravskoj županiji.

Težište u ovom diplomskom radu je na detaljnoj inventarizaciji, odnosno pregledu ili registru, do sada izgrađenih sustava podzemne odvodnje u Virovitičko-podravskoj županiji i preporukama za njihovu revitalizaciju kroz adekvatne mjere obnove i/ili dogradnje te redovitog održavanja sustava.

Literaturni izvori o ukupnim poljoprivrednim površinama u Virovitičko-podravskoj županiji su varijabilni i kreću se u rasponu vrijednosti od 110.402,70 ha pa do 116.316,15 ha. Također, literaturni izvori o izgrađenosti sustava za melioracijsku odvodnju u Virovitičko-podravskoj županiji, posebice podzemnog sustava – cijevne drenaže na poljoprivrednom zemljištu navode površnu od 23.812,80 ha.

Pored detaljne inventarizacije izgrađenosti podzemnog sustava odvodnje - cijevne drenaže u Virovitičko-podravskoj županiji, ništa manje važna nije niti procjena njegovog stanja odnosno funkcionalnosti. Naime, značajan broj stručno-znanstvenih istraživanja i objavljenih radova ukazuju na slabu funkcionalnost koja je primjetna i na velikom dijelu izgrađenog sustava po županijama u Republici Hrvatskoj.

Temeljem cjelovitog uvida u izgrađenost i stanje funkcionalnosti podzemnog sustava odvodnje – cijevne drenaže u kombinaciji s površinskom melioracijskom odvodnjom otvorenim kanalima III./IV. reda u Virovitičko-podravskoj županiji, moći će se pouzdanije procijeniti i predložiti odgovarajuće mjere, kao i njihova mogućnost i ekonomska opravdanost provedbe u cilju revitalizacije sustava.

1.1. Cilj rada

Cilj izrade ovog diplomskog rada je utvrditi aktualno stanje do sada izgrađenih sustava podzemne odvodnje u Virovitičko-podravskoj županiji, njihovu ekonomsku opravdanost te dati preporuke za njihovu revitalizaciju kroz adekvatne mjere obnove i/ili dogradnje te redovitog održavanja sustava.

Ciljevi diplomskog rada su bili sljedeći:

- izvršiti inventarizaciju sustava podzemne odvodnje - cijevne drenaže na poljoprivrednom zemljištu Virovitičko-podravške županije;
- istražiti ograničavajuće faktore za poljoprivrednu proizvodnju na području Virovitičko-podravške županije;
- procijeniti stanje i funkcionalnost sustava cijevne drenaže u kombinaciji s melioracijskim kanalima III./IV. reda u Virovitičko-podravskoj županiji;
- predložiti mjere za daljnju obnovu i/ili dogradnju sustava u u Virovitičko-podravskoj županiji;
- procijeniti troškove predloženih mjera za daljnju obnovu i/ili dogradnju sustava;
- predložiti mjere i procijeniti troškove za redovito održavanje do sada obnovljenog sustava podzemne odvodnje u kombinaciji s melioracijskim kanalima III./IV. reda u Virovitičko-podravskoj županiji.

2. Razrada literature diplomskog rada "Inventarizacija sustava podzemne odvodnje na poljoprivrednim površinama u Virovitičko-podravskoj županiji"

2.1. Metodologija izrade diplomskog rada

Metodologija izrade ovog rada provela se prema slijedećim elementima: analizom dostupne projektne dokumentacije za područje Virovitičko-podravске županije te sintezom s dodatnim terenskim istraživanjima i prijedlogom mjera za daljnju dogradnju i/ili obnovu sustava, te mjerama za redovito održavanje sustava podzemne odvodnje.

Metodologija izrade diplomskog rada "Inventarizacija sustava podzemne odvodnje na poljoprivrednim površinama u Virovitičko-podravskoj županiji"; sastojala se od slijedećih elemenata: detaljne analize i sinteze dostupne projektne dokumentacije, ocjena stanja i preporuke za obnovu i održavanje; koja je uključivala:

- hidropedološke i/ili melioracijske studije poljoprivrednog zemljišta u razdoblju od 1970. do 2015. godine;
 - glavne projekte melioracijske podzemne odvodnje – cijevne drenaže u kombinaciji s površinskom odvodnjom otvorenim kanalima (III./IV. reda) u razdoblju od 1970. do 2015. godine;
 - stručno - znanstvenu dokumentaciju iz navedenog razdoblja (knjige, udžbenike, monografije, radove i ekspertize);
 - strateške dokumente Republike Hrvatske (Strategije, Zakone, Pravilnike i Uredbe);
 - prirodne resurse Republike Hrvatske (poljoprivredno zemljište, tlo i vode);
- terenskih istraživanja koja su uključivala:
- utvrđivanje stanja i funkcionalnosti podzemnog sustava odvodnje – cijevne drenaže u kombinaciji s otvorenim melioracijskim kanalima III./IV. reda, na kontrolnim drenažnim cjelinama u Virovitičko-podravskoj županiji;
 - dodatna pedološko-melioracijska istraživanja na određenim lokacijama izgrađenih sustava s ciljem utvrđivanja njihove funkcionalnosti;

- fotodokumentiranje zatečenog stanja izgrađenih sustava na odabranim lokacijama, drenažnim cjelinama u Virovitičko-podravskoj županiji;
- prijedloga mjera za daljnju obnovu i dogradnju sustava kao i mjera za redovito održavanje obnovljenih sustava s cijenom troškova.

2.2. Pregled dosadašnjih istraživanja

Prema **Strategiji upravljanja vodama (2009)**, postupnim naseljavanjem i intenziviranjem korištenja zemljišta na poplavnim područjima tijekom posljednjih dvjestotinjak godina rastle su potrebe za učinkovitom zaštitom od poplava, te zaštitom od erozije i melioracijskom odvodnjom kao njezinim sastavnim komponentama. Značajni regulacijski, zaštitni i melioracijski radovi na nekim su područjima započeli još u devetnaestom stoljeću, a naročito su bili intenzivni tijekom razdoblja od početka šezdesetih do kraja osamdesetih godina dvadesetog stoljeća čime su bitno smanjene moguće štete od poplava i značajno povećani prinosi poljoprivredne proizvodnje.

Na zastoj u realizaciji ranije planiranih projekata također su utjecali i gospodarski preustroji, a time i promijenjeni prioriteti glavnih partnera vodnog gospodarstva u višenamjenskom uređivanju i korištenju voda i zemljišta, elektroprivrede, poljoprivrede i riječne plovidbe. Istodobno, zbog općih gospodarskih uvjeta, vodno gospodarstvo, sve do donošenja novih zakonskih rješenja 2005. godine, nije raspolagalo niti s onim financijskim sredstvima koja su bila nužna za redovito održavanje funkcionalnosti postojećih sustava. Posljedica takvih okolnosti bilo je nezadovoljavajuće stanje zaštite od poplava u Republici Hrvatskoj, kojeg su karakterizirali visoki rizici od poplava na mnogim prostorima, brojni nedovršeni i nedovoljno održavani zaštitni i melioracijski sustavi te samo dijelom sanirane ratne štete. Donošenjem novih zakonskih rješenja 2005. godine, osigurana je financijska stabilnost djelatnosti zaštite od štetnog djelovanja voda, zaštitni sustavi su se počeli obnavljati, rekonstruirati, nadograđivati i redovito održavati, pa se stanje sigurnosti od poplava postupno počelo popravljati. Pozitivni trendovi se i danas nastavljaju. Postojeći zaštitni sustavi i sustavi melioracijske odvodnje sastoje se od velikoga broja regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina te vodnih građevina za melioracijsku odvodnju.

Prema **Sečenu i Husnjaku (2006)**: „Vodnogospodarski plan navodnjavanja Virovitičko podravske županije“, te katastarskim podacima iz Državnog geodetskog ureda (2006) Virovitičko-podravska županija zauzima 202,339 ha, te ukupnog poljoprivrednog zemljišta 114,156 ha. „Vodnogospodarski plan navodnjavanja Virovitičko podravske županije“ nam je dao uvid u podatke o teritorijalnom ustroju, o zaštićenim vodocrpilištima te hidrografskim karakteristikama na području Virovitičko-podravske županije.

Prema **Zavodu za prostorno uređenje Virovitičko-podravske županije (2013)**, kasnije u tekstu **Zpupvz (2013)**, izradio je „Izvešće o stanju u prostoru Virovitičko-podravske županije“ koje nam je dalo uvid u geografske, geološke i hidrografske karakteristike o prostoru Virovitičko-podravske županije te iskaz prostornih pokazatelja za namjenu površina (naselja i izgrađene strukture, poljoprivredne, šumske, vodne te površine posebne namjene i ostale površine).

Prema radnoj skupini **DZZP-a (2009)**: “Stručna podloga za proglašenje područja Mura-Drava u Republici Hrvatskoj regionalnim parkom” utvrđene su geološke karakteristike na prostoru Virovitičko-podravske županije te zaštićena područja.

Prema **Strategiji upravljanja vodama (2009)**, u Hrvatskoj je od 1991. godine prisutan stalni problem smanjenja realnog iznosa sredstava slivne vodne naknade za poslove njihovog redovnog održavanja. To je dovelo do sve manjeg izvršenja poslova redovnog održavanja, a posljedice su sve niže razine funkcioniranja objekata i sustava za odvodnju u odnosu na projektno-izvedbenu razinu i potrebu racionalnog gospodarenja poljoprivrednim zemljištem. Sredstva naknade za melioracijsku odvodnju su preduvjet za ostvarenje programa uređenja vodotoka i drugih vodnih građevina – u cilju jedinstvenog upravljanja površinskim i podzemnim vodama te gospodarenja poljoprivrednim zemljištem. A to je sastavni dio planskog dokumenta na temelju kojeg se prikupljaju prihodi i podmiruju izdaci za ostvarenje građenja i održavanja vodnih građevina – u skladu sa strategijom upravljanja vodama po vodnim i slivnim područjima. To je moguće ostvariti dosljednom provedbom Zakona o vodama i Zakona o financiranju vodnog gospodarstva.

Prema **Husnjaku (2014)** u red semihidromorfni tala svrstana su tla koja u postanku i razvoju obilježava vlaženje dominantno oborinskom vodom, a u red hidromorfni tala svrstana su sva tla koji postanak i razvoj obilježava povremeno ili trajno prekomjerno vlaženje podzemnom vodom. Za takva tla su sistematski obrađene pedološke karakteristike,

te su utvrđeni ograničavajući faktori prilikom predlaganja mjera za obnovu i/ili dogradnju te redovito održavanja sustava podzemne odvodnje.

Prema **Šoštarić i sur. (2016)**, problematika u početku izvođenja sustava podzemne odvodnje je bila ekonomske i tehničke prirode (nedostatna mehanizacija, česti kvarovi, nabavka rezervnih dijelova u inozemstvu, odstupanje od projektne dokumentacije) izvođenje u nepovoljnim vremenskim uvjetima (vlažno tlo) te nepostojanje adekvatnih znanstvenih istraživanja (nepostojanje vlastitih preporuka i normi za naše klimatske i pedološke prilike). Preduvjeti za kvalitetnu izgradnju drenažnih sustava su: istraživanja, detaljna terenska snimanja i kvalitetna priprema terena. Funkcionalnost drenaže je potrebno stalno nadgledati, kontrolirati razinu podzemne vode, količinu (i kvaliteta) isteka vode iz drenažne cijevi.

Na privremeno okupiranom području Hrvatske od 1991. do 1995. odnosno do 1997. godine nisu obavljani poslovi redovnog održavanja hidromelioracijskih sustava površinske i podzemne odvodnje. Posljedica toga je u stalnom smanjenju proticajnog profila melioracijskih kanala te cijevnih i pločastih propusta na njima – što je dovelo do prekomjernog zadržavanja i povišenja razine vode u njima te uspornog djelovanja podzemne odvodnje. To je istovremeno dovelo do sporijeg prihvaćanja vode s poljoprivrednih zemljišta i smanjenja prinosa biljnih kultura.

Prema **CRORED-u (2015)**: „Inventarizacija sustava podzemne odvodnje na poljoprivrednim površinama u Republici Hrvatskoj, ocjena stanja i preporuke za obnovu i održavanje- CRORED“, utvrđena je ukupna površina poljoprivrednog zemljišta na prostoru Virovitičko-podravske županije, koja iznosi 110.402,70 ha, te dreniranog poljoprivrednog tla, koje iznosi 23.812,80 ha.

3. Osnovne karakteristike Virovitičko-podravske županije

Virovitičko-podravska županija prostire se na 202.203 ha. Upravno je podijeljena na tri grada i trinaest općina (slika 1.), među kojima je najvažnije županijsko središte grad Virovitica.



Slika 1. Teritorijalna podjela Virovitičko-podravske županije

Županija se nalazi u kontinentalnom dijelu Republike Hrvatske na prostoru dodira središnje i istočne Hrvatske te je po svom zemljopisnom položaju poveznica Slavonije i Podravine. Prostor Županije je izdužen u obliku pravca istok-zapad. Jasno je vidljiva reljefna podjela, na sjeverni prostor podravske nizine, i južni brdsko-planinski prostor koji obuhvaća sjeverne padine Bilogore, Papuka i Krndije, prema **Internet 1**.

3.1. Geološke karakteristike područja

Građa i sastav reljefa Hrvatske određeni su kroz dugu geološku prošlost, od najranijeg prekambrija do sadašnjeg holocena.

Virovitičko – podravska županija pripada panonskom strukturnom kompleksu. Taj kompleks je ovdje predstavljen zapadnim rubom Panonskog bazena (u užem značenju) te Murskom i Dravskom potolinom.

Prema **Zpupvz (2013)**, najstarije stijene koje nalazimo na površini su prekambrijski i paleozojski metamorfiti, te mezozojski (trijaski) karbonati i klastiti. Te stijene tvore podlogu (temeljno gorje), a vidljive su na obroncima rubnih masiva (istočni i sjeveroistočni obronci

Ivanščice i Kalničkog gorja te sjeveroistočni obronci Papuka i Krndije). Na stijenama podloge smještene su pokrovne stijene tercijarne i kvartarne starosti. Tercijar je predstavljen isključivo neogenskim sedimentima, marinskim (pijesak, pješčenjak, pjeskoviti lapori, vapnenci) i slatkovodnim (lapor, glina, različiti klastiti). Sedimentacija ovih naslaga je često praćena vulkanskom aktivnošću. Kvartarne naslage prekrivaju glavninu promatranog područja.

Prostor Županije karakterizira longitudinalan oblik u smjeru istok-zapad i jasna reljefna podjela na sjeverni prostor podravske nizine i južni brdsko-planinski prostor koji obuhvaća sjeverne padine Bilogore, Papuka i Krndije.

Prema **Zpupvz (2013)**, na pravcu od neogenskog pobrđa prema sjeveru razlikuju se mlađa i starija virmska terasa Drave i naplavna ravan. Nastanak Dravskih terasa i naplavnih ravni rezultat je kombinacije klimatskih i tektonskih utjecaja na erozijsku i akumulacijsku djelatnost Drave i njenih pritoka. Uz akumuliranje šljunkovitog i pjeskovitog materijala te fluvijalnog prapora, dolazi i do eolske erozije. To je osobito izraženo kod starije virmske terase Drave, koja je povišena 20-ak m debelim naslagama prapora eolskog podrijetla. Starija virmska terasa rijeke Drave ili tzv. „viša pleistocena terasa“ razvijena je uz sam kontakt nizine prema Bilogori te je to najviši i najocjeditiiji dio Dravske nizine (120-150 m). Morfološkim strmcem, starija terasa prelazi u mlađu virmsku terasu (110-120 m). To je cjelovit prostor koji zbog pretežno lesnog pokrova, kao i ocjeditosti, predstavlja agrarno najvrjedniji dio. Naplavna ravan je prostor između rijeke Drave i mlađe virmske terase. Nastala je postglacijalnim usijecanjem Drave, a od mlađe virmske terase niža je u prosjeku 5-10 m. U morfologiji ravni može se izdvojiti njen viši i niži dio. Za viši dio naplavne ravni vezana su neka naselja, šumske i obradive površine, dok je niži dio naplavne ravni pod barama i riječnim rukavcima, koji su pod močvarnom vegetacijom.

U brežuljkastom dijelu Županije, prema **Internet2**, izdvajaju se sljedeće morfološke cjeline:

- bilogorsko pobrđe;
- slatinsko-voćinsko pobrđe;
- papučko-krndijsko podgorje.

Područja Bilogore i slatinsko-voćinskog pobrđa, u odnosu na nizinski dio Županije, su reljefno vrlo dinamična područja. Bilogora se pruža pravcem sjeverozapad-jugoistok i asimetričnog je izgleda, a prema pridravskoj ravnici pada strmije.

U geološkoj građi prevladavaju mlade, tercijarne naslage, dok su površinski slojevi prekriveni lesom, debljine od 1-10 i više metara. Sjeveroistočne padine Bilogore prekrivaju eolski pijesci.

Slatinsko-voćinsko pobrđe, apsolutnih visina 200-300 m, kao i neogensko podgorje 200-250 m, imaju osobine tipičnog rebrastog reljefa. U građi se izdvajaju i do 3.000 m debele naslage neogenskog mora i jezera, kao dijelovi dravske potolinske zone.

Jedino su masivi Papuka i Krndije horstovski ostaci starih hercinskih nabiranja. Gorski masiv Papuka dominantno izgrađuju paleozojske i mezozojske stijene, a podređeno terciarni sediment. Morfološki su jasno odijeljeni rasjedima I-Z od dravske potoline.

3.2. Hidrografske karakteristike područja

3.2.1. Hidrografske karakteristike (Slivovi)

Virovitičko-podravska županija prema teritorijalnim osnovama za upravljanje vodama – ustrojstvu vodnog gospodarstva, pripada vodnom području sliva rijeke Drave i rijeke Dunava, te području sliva rijeke Save. Najveći dio županije pripada vodnom području sliva rijeke Drave i rijeke Dunava, te se tu izdvajaju slivna područja „Karašica-Vučica“, „Županijski kanal“ i „Bistra“ (tablica 2.). Vodnom području sliva Save pripada područje sliva „Ilova-Pakra“ prema Sečenu i Husnjaku (2006).

Tablica 2. Površina slivnih područja u Virovitičko-podravskoj županiji

| Površina slivnih područja u Virovitičko-podravskoj županiji | | | |
|--|------------------|--------------------------------|----------------------|
| Red. Br. | Naziv | Sliv Drave i Dunava(ha) | Sliv Save(ha) |
| 1. | Bistra | 15,800 | |
| 2. | Županijski kanal | 79,097 | |
| 3. | Karašica-Vučica | 107,800 | |
| 4. | Ilova-Pakra | | 3,890 |
| | Ukupno | 206,587 | |

Izvor: Sečen, V., Husnjak, S.(2006): „Vodnogospodarski plan navodnjavanja Virovitičko-podravške županije“

3.2.2. Hidrografske karakteristike (rijeka Drava i veći vodotoci)

Prema **Sečenu i Husnjaku (2006)** na prostoru Virovitičko-podravске županije mogu se izdvojiti dvije cjeline. Prvu cjelinu čini rijeka Drava kao dominantni vodotok cijelog područja, a drugu cjelinu čine brdsko-ravničarski vodotoci. Županija ima dobro razvijenu riječnu mrežu i značajnije je hidrografsko je hidrografsko čvorište u Hrvatskoj.

Glavni vodotok predstavlja rijeka Drava, koja je recipijent za najveći dio prostora. Pravac otjecanja rijeke Drave je zapad-istok i određuje longitudinalno usmjerenje čitave riječne mreže. U gornjem toku je izrazito alpska rijeka velike vodne snage i energije. U srednjem i donjem toku ona poprima karakter nizinske rijeke, međutim radi relativno velikog pada i brzine tečenja su razmjerno veće u odnosu na većinu nizinskih rijeka.

Ostali veći vodotoci u Virovitičko-podravskoj županiji su: Karašica, Vučica, Vojlovica, Voćinska, Slatinska Čađavica, Županijski kanal, Sladojevačka Čađavica, Brežnica, Ođenica i Lendava. Njihove duljine i površine u županiji, prikazane su u tablici 3.

Tablica 3. Duljine većih vodotoka i površine slivova u Virovitičko-podravskoj županiji

| Veći vodotoci u Virovitičko-podravskoj županiji | | | |
|--|------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Red. Br. | Naziv | Duljina rijeke(km) | Površina sliva u Županiji(ha) |
| 1. | Drava | 72,50 | 200.000*** |
| 2. | Karašica | 2,48 | 5.360 |
| 3. | Vučica | 16,80 | 21.420* |
| 4. | Vojlovica | 38,50 | 16.970 |
| 5. | Voćinska | 34,50 | 19.590 |
| 6. | Vojlovica- Voćinska Drava | 20,70 | 29.070 |
| 7. | Slatinska Čađavica | 20,90 | 14.000* 13.400** |
| 8. | Županijski kanal | 34,40 | 58.710*** 62.200 |
| 9. | Sladojevička Čađavica | 36,90 | 18.330 19.400** |
| 10. | Brežnica | 31,40 | 14.490 |
| 11. | Ođenica | 20,10** | 12.200 |
| 12. | Lendava | 16,80** | 9.340 |

Izvor: Sečen, V., Husnjak, S.(2006): „Vodnogospodarski plan navodnjavanja Virovitičko-podravске županije“

Pritoci rijeke Drave su: Josina rijeka, Lendava, Ođenica, Dabrovica, Brežnica, Čađavica, Čađavička rijeka, Vodenička rijeka, Voćinska rijeka, Vojlovica, Pištanac i Vučica te manji potoci u smjeru jugozapad-sjeveroistok. Neke imaju brdski karakter, ali vodotoci u istočnom dijelu svojim dužim tokom teku po ravnijim terenima. Uz Dravu osim spomenutih vodotoka ima i rukavaca i stajačica, naročito u dijelu od Budakovca do Sopja. Prostorom teku umjetni kanali od kojih je najdulji Županijski kanal. Osim ovih tekućica na prostoru ima i većih ribnjaka uz Zokov gaj i Grudnjak.

Dolina rijeke Drave se sastoji iz aluvijalnih nanosa površinski pokrivenim holocenskim nanosima humusa, praha, pijeska te praškastom i pjeskovitom glinom. Dravski aluvijalni vodonosnik je prekriven relativno slabo propusnim naslagama. U zapadnim predjelima županije pokrovne naslage su plitke i pjeskovitog sastava pa ponegdje vodonosni šljunci dosežu do površine. Prema istoku se debljina pokrovnih naslaga povećava pa i u njegovom sadržaju ima sve više čestica praha i gline.

3.2.3. Hidrografske karakteristike (podzemne vode)

Prema **Sečenu i Husnjaku (2006)** iz provedenih analiza promatranih razina i voda u razdoblju od 1980. do 2002. godine na području Virovitičko-podravske županije i vodostaja rijeke Drave na vodomjernom profilu Terezino polje za može se zaključiti da je utjecaj Drave na razine podzemnih voda u zaobalju vrlo ograničenog dosega.

Obzirom da je rijeka Drava glavni recipijent površinskih voda zaobalja, pa tako i izgrađenih sustava površinske i podzemne odvodnje, te je prema **Sečenu i Husnjaku (2006)** utvrđeno da glavni recipijent nema značajnog utjecaja na razinu podzemnih voda udaljenijeg zaobalja, nužno je melioracijskim sustavima površinske i podzemne odvodnje osigurati evakuaciju viška oborinskih i podzemnih voda u glavni recipijent, tj. rijeku Dravu.

3.2.4. Brdski bujični potoci

U dolinama među brežuljcima obično se nalaze nanosi brdskih bujičnih potoka. Pridravska ravnica zapunjena je nanosom Drave i njezinih pritoka. Debljina kvartarnih naslaga koje predstavljaju "kvartarni vodonosni kompleks" dostiže preko 200 m, a povećava se od sjeverozapada prema jugoistoku. U tom smjeru mijenja se i litološki sastav kompleksa

(veličina zrna šljunka i pijeska te njihova zastupljenost), te u vezi s tim i hidrogeološke karakteristike. Vodonosni sloj izgrađuju šljunci s pijeskom različite veličine zrna i sortiranosti. Kod Medinaca se nalazi zona prijelaza šljunka u pijesak. Nastavno na ovu kvartarnu jedinicu pridravske ravnice pruža se sloj aluvijalnog nanosa pijeska, praha te gline koji je prekriven glinovito-pjeskovitim barskim sedimentom, eolskim pijeskom i resedimentiranim lesom, prema **Internet2**.

3.3. Pedološke karakteristike područja

U ovom poglavlju obradit će se pedološke karakteristike za tla svrstana u red hidromorfnih i semihidromorfnih tala kojima je sustav podzemne odvodnje nužan kako bi ostvarili maksimalan potencijal za poljoprivrednu proizvodnju. U Virovitičko-podravskoj županiji na obradivim povšinama nailazimo na slijedeće dominantne tipove tala: hipoglej, amfiglejš, epiglejš, pseudoglejno i pseudoglejš-glejno tlo, **CRORED (2015)**.

3.3.1. Epiglejš

Naziv epiglejš je složenica dviju riječi, od kojih je prva grčka riječ „epi“ i znači odozgo ili iznad, a druga podrijetlom ruska riječ „glejš“, te upućuje na tlo koje se nalazi u zoni prisutnosti podzemne vode u kojoj stoga prevladavaju ananerobni uvjeti prema **Husnjaku (2014)**. Dakle, upućuje na nastajanje glejnih tala pod utjecajem dugotrajnog stagniranja površinske vode na dubokom glinastom nepropusnom horizontu.

Ovaj tip tla, prema **Husnjaku (2014)**, pripada redu hidromorfnih tala, a razredu amfiglejšnih tala. Dijeli se na podtipove prema sadržaju karbonata unutar zone od 0,3 m dubine. Prema varijetetu prema sadržaju humusa na: mineralni (<10 %), humozni (10 - 30 %) i tresetno glejni (>30 %). Prema formi se dijeli na srednje duboko vertičan (vertična svojstva do 0,75 dubine) i duboko vertičan (dubina vertičnih obilježja >0,75 m).

Tip tla epiglejš nastaje na naudaljenijim dijelovima riječnih dolina do kojih je dosegala poplavna voda obližnjih rijeka donoseći čestice gline. Njihovim taloženjem nastali su holocenski fluvijalni nanosi po dubini homogenog glinastog teksturnog sastava, a koji su matični supstrat na kojima je nastalo tlo.

Prema **Husnjaku (2014)**, nastaje u uvjetima specifičnog spleta pedogenetskih čimbenika, zbog kojeg unutar 1,0 m dubine tla dolazi do prekomjernog vlaženja dugotrajnim zadržavanjem površinske vode. Javlja se i vlaženje podzemnim vodama, koje najmanje povremeno ili kratkotrajno dopiru unutar zone 0,75 – 1,0 m dubine tla, pa imaju neznatan utjecaj na pedogenezu površinskog sloja. Homogeni sloj s „teškim“ mehaničkim sastavom uglavnom je dubok više od 0,75 m. Dubina tog sloja je ključna za nastanak epigleja. Ispod spomenutog glinastog sloja javlja se sloj s nešto lakšim mehaničkim sastavom, koji obilježava slaba horizontalna vodopropusnost, što onemogućuje brže otjecanje podzemne vode kada to hidrološke prilike dopuštaju. Utjecaj klime manifestira se kroz stupanj intenziteta prekomjernog vlaženja oborinskom vodom pa epiglej nastaje samo na područjima s humidnom klimom. Karakteriziraju ga veliki kapacitet tla za vodu, loši vodozračni odnosi te potpuna vertikalna vodonepropusnost. Ispod tog sloja ponovo se nalazi sloj s malo „lakšim“ mehaničkim sastavom, koji je povoljnijih vodozračnih odnosa i propusnosti za vodu, pa podzemne vode nesmetano slabo osciliraju (manje od 1,5 m) u zoni 0,75 - 1,0 m. Plitko i srednje dubokim semiglejnim vlaženjem podzemnim vodama i u toj zoni dolazi do redukcije željeznih i manganovih spojeva koji daju sloju plavičasto zelenkastu do sivkastu boju, te se izdvaja kao glejni redukcijski Gr pothorizont. Građa pedološkog profila epigleja jest Aa-Gr-Gr, prema **Husnjaku (2014)**.

Problematika ovog tipa tla je dominirajući epiglejni način vlaženja, barem do dubine od 0,75 m te kratkotrajni plitki semiglejni način vlaženja.

3.3.2. Amfiglej

Naziv tog tipa tla, prema **Husnjaku (2014)**, je složenica dviju riječi, prva je podrijetlom grčka riječ „amphi“ znači obostrano, najčešće gornja i donja, dok je druga podrijetlom ruska riječ „glej“, te upućuje na tlo koje se nalazi u zoni prisutnosti podzemne vode u kojoj stoga prevladavaju ananerobni uvjeti. Tla sa amfiglejnim načinom vlaženja javljaju se isključivo na reljefnim položajima sa slabom dreniranošću.

Prema **Husnjaku (2014)** ovaj tip tla klasificiramo u red hidromorfni tala te u razred amfiglejni tala. Građa pedološkog profila na terenima sa slabijim kolebanjem podzemne vode jest Aa-Gr-Gso-Gr, a na terenima sa jačim kolebanjima podzemne vode Aa-Gr-Gso-Gso/Gr-Gr.

Prema **Husnjaku (2014)**, ovaj tip tala nastaje na području najnižih središnjih zona riječnih dolina, s matičnim supstratom koji čine osrednje slojeviti holocenski fluvijalni nanosi. Karakterizira ga amfiglejni način vlaženja unutar 1,0 m dubine tla, u gornjem dijelu profila javlja se prekomjerno vlaženje dugotrajno i vrlo dugotrajno stagnirajućim površinskim vodama, a u donjem dijelu profila, odnosno u zoni dubine 0,5 do 1,0 m, vlaženje plitkim i srednje dubokim podzemnim vodama. Po teksturi tlo se razlikuje od pretežno glinastog do praškasto glinastog, te rijetko i praškasto glinasto ilovastog gornjeg profila tla.

Problematika kod režima vlaženja tla je prije svega hidromorfni tip tla, koji je kombinacija epiglejnog i hipoglejnog načina vlaženja. Epiglejni način odnosi se na dugotrajno prekomjerno vlaženje suvišnim površinskim vodama gornjeg dijela pedološkog profila, gdje pojačan utjecaj imaju vanjske vode (slivne i poplavne) koje u specifičnim uvjetima uz oborinske bitno utječu na intenzitet prekomjernog vlaženja, prema **Husnjaku (2014)**. Površinske vode stagniraju zbog vrlo slabo ili slabo propusnog horizonta koji se nalazi ispod humusno-akumulativnog sloja.

Hipoglejni način vlaženja odnosi se na vlaženje podzemnim vodama donjeg dijela pedološkog profila, koje najmanje povremeno dopiru i u zonu između 0,5 i 0,7 m dubine, a njihovo je kolebanje i do 2,0 m, prema **Husnjaku (2014)**.

3.3.3. Hipoglej

Naziv tipa tla, prema **Husnjaku (2014)**, potječe od grčke riječi „hypo“ koja znači ispod, te ruske riječi „glej“ koja upućuje na tlo koje se nalazi u zoni stalnog vlaženja podzemnom vodom.

Prema **Husnjaku (2014)**, hipoglej se klasificira u red hidromorfni tala, u razred hipoglejnih tala, a građa profila sa slabijim kolebanjima podzemne vode A-Gso-Gr, a na terenima s jačim kolebanjima podzemne vode Aa-Go-Gso-Gso/Gr-Gr.

Hipoglej nastaje u uvjetima specifične kombinacije pedogenetskih čimbenika, gdje su najvažniji: reljef, matični supstrat i vegetacijski pokrov. Nastaje na fluvijalnim nanosima središnjih područja dolina većih rijeka pod jakim utjecajem prevlaživanja podzemnom vodom.

Hipoglej je tip tla kojeg obilježava hipoglejni (vrlo plitki, plitki i srednje plitki) način vlaženja, odnosno vlaženje podzemnom vodom koja dopire do 0,75 m dubine tla, a vrlo često i sve do površine. Od ostalih obilježja ističu se dubina humusno-akumulativnog Aa horizonta, koja iznosi do 0,5 m, zatim pretežno ilovasti do glinasto ilovasti teksturni sastav, slabo kisela do kisela reakcija tla, te sadržaj humusa koji može varirati od nekoliko do 30 %.

Prema **Husnjaku (2014)** dominantan utjecaj na postanak i razvoj hipogleja ima vlaženje podzemnim vodama, gdje se u uvjetima barem povremenog vlaženja tla unutar zone do 0,75 m dubine tla, odvija intenzivna hidrogenizacija donjeg sloja pedološkog profila, te dolazi do saturacije tla (mokra faza). Također, obilježava ga hidromorfizam koji se s dubinom povećava, te je smanjen sadržaj kisika zbog duljeg zadržavanja podzemne vode u tlu. Zbog anaerobnih uvjeta i prisutnosti podzemnih voda, u dubljim slojevima, izdvaja se glejni redukcijski Gr horizont i razvija proces redukcije prilikom čega nastaju spojevi Mn^{2+} i Fe^{2+} , te ta zona poprima kombinacije plavičastih, zelenkastih i sivkastih boja. U zoni povremene prisutnosti podzemnih voda i povremenih anaerobnih uvjeta izdvaja se glejni oksidirani Go ili glejni sekundarno oksidirani Gso pothorizont. Nerijetko razina podzemnih voda zahvaća i zonu humusno-akumulativnog horizonta pri čemu dolazi do formiranja hidromorfnog površinskog sloja Aa, crno do tamno sive boje, a u ekstremnim uvjetima trajnog prevlaživanja, kao što su močvare i bare, do formiranja specifičnog barskog humusnog horizonta.

3.3.4. Pseudoglej

Naziv tipa tla, prema **Husnjaku (2014)**, potječe od grčke riječi „pseudos“, koja znači lažan ili tobožnji, te od ruske riječi „glej“ koja upućuje na tlo koje se nalazi u zoni stalnog vlaženja podzemnom vodom. Dakle, može se ustvrditi da taj naziv upućuje na netipično oglejavanje uzrokovano oborinskom vodom.

Prema **Husnjaku (2014)** pripada redu semiterestričkih (semihidromorfni) tala, te u razred pseudoglejnih i stagnoglejnih tala. Po podtipovima se dijeli prema reljefu (nagibu padine) na kojoj se taj tip javlja pa imamo: na zaravni (<3 %), na padinama obronaka (>3 %) i dolinski podtip. Kao kriterij za izdvajanje varijeteta izabrana je dubina na kojoj se javlja slabo propusni horizont: plitki (<0,25 m), srednje duboki (0,25 - 0,5 m) i duboki (>0,5 m).

Pseudoglejno tlo u Hrvatskoj nastaje razvojem tipičanog pseudoglejnog horizonta u uvjetima različitih pedogenetskih čimbenika, zbog kojih se pojavljuje stagniranje oborinske vode. U kombinaciji specifičnih čimbenika neki su vrlo slični, kao klima i vegetacija, dok se neki poprilično razlikuju, kao matični supstrat i reljef. Pseudoglej, prema **Husnjaku (2014)**, uglavnom nastaje na području humidne klime u klimatskim uvjetima u kojima se pojavljuje višak oborina u odnosu na potrebe evapotranspiracije. Povremeno može nastati i na području semihumidne klime ako u proljetno-jesenskom razdoblju padnu veće količine oborina koje nemogu pravovremeno oteći.

Prema **Husnjaku (2014)** smatra se da postoje dva načina nastanka pseudoglejnog horizonta. Prvi način je vezan uz slojevite matične supstrate i u znanstveno-stručnoj literaturi naziva se primarni. Karakterizira ga „tehnička“ funkcija matičnog supstrata, koji zbog svoje slojevitosti, nanesen sloj lakšeg mehaničkog sastava dobro aeriran i vodopropusan se nalazi iznad potpovršinskog sloja težeg mehaničkog sastava sa nepovoljnim vodozračnim odnosima i slabom propusnošću tla za vodu, stvara procesom pseudooglejavanja od slabo propusnog donjeg sloja iluvijalni pseudoglejni horizont. Građa profila primarnog pseudogleja jest Aoh/um-E/S-IIB/S-C, prema **Husnjaku (2014)**.

Drugi način, koji se još tretira kao sekundarni, povezan je s razvojem iluvijalnog horizonta u lesiviranom tlu, koji je nastao na matičnim supstratima sklonim ispiranju čestica gline, pri čemu dolazi do zbijanja čestica u iluvijalnom horizontu čime njegoa vodopropusnost postaje sve slabija. Stoga se s vremenom pojavljuje kraće stagniranje

oborinskih voda, a time i pseudoglejni varijetet lesiviranog tla. Građa profila sekundarnog pseudogleja jest Aoh/um-E/S-B/S-C, prema **Husnjaku (2014)**.

Problematika vezana za režim prevlaživanja pseudoglejnog tipa tla karakterizira prisutnost slabo propusnog horizonta najčešće unutar zone od 0,25 do 0,5 m dubine, zbog čega je onemogućena pravovremena perkolacija suvišne oborinske vode pa ona povremeno ili češće stagnira, a moguća su različita vremenska trajanja stagniranja. Pseudoglejna tla karakterizira nastanak pseudoglejnog horizonta na dubini manjoj od 0,7 m. Stoga ih karakterizira cikličko prekomjerno vlaženje površinskim vodama.

3.3.5. Pseudoglej-glej

Naziv je nastao kao polusloženica dviju riječi, gdje prva riječ potječe od grčke riječi „pseudos“, koja znači lažan, te od ruske riječi „glej“ što upućuje na tlo koje se nalazi u zoni stalnog vlaženja podzemnom vodom, a druga je ruska riječ „glej“, kojom se upućuje da se tlo nalazi u zoni stalnog vlaženja podzemnom vodom, prema **Husnjaku (2014)**.

To tlo, prema **Husnjaku (2014)**, dakle karakterizira netipično oglejavanje uzrokovano stagniranjem oborinske vode u gornjem profilu tla, te vlaženjem podzemnom vodom unutar zone od 0,75 - 1,0 m dubine tla.

Prema **Husnjaku (2014)** pripada redu hidromorfni tala, te u IV. razred amfiglejnih tala. Kriterij za izdvajanje podtipova pseudoglej-gleja predstavlja dubina zone u kojoj se javlja slabo propusni horizont, s obzirom da isti ima veliki utjecaj na trajanje mokre faze i na dubinu zone u kojoj se javlja mokra faza. Pa tako imamo, plitki podtip (kod kojeg se slabo propusni horizont javlja na dubini do 0,25 m), srednje duboki podtip (u zoni 0,25-0,5 m), te duboki (>0,5 m). Građa pedološkog profila primarnog pseudoglej-gleja jest Aoh/-E/S-IIB/S-Gso-Gr, a sekundarnog Aoh/-E/S-B/S-Gso-Gr.

Postanak pseudoglej-glejnog tla, prema **Husnjaku (2014)**, je posljedica kombinacije pedogenetskih čimbenika, koji s jedne strane, dovode do pojave kratkog do dugog stagniranja oborinske vode, te razvoja tipičnog pseudoglejnog horizonta u gornjem dijelu profila, dok s druge strane, dovode do uzdizanja režima podzemnih voda barem povremeno unutar zone od 0,75-1,0 m dubine tla.

Smatra se, kao i kod pseudoglejnih tala, da postoje dva načina nastanka slabo propusnog horizonta.

Prvi ili primarni, veže se uz slojevite fluvijalne matične supstrate holocenske starosti, gdje dolazi, fluvijalnim ili eolskim putem, nanos lakšeg mehaničkog sastava na površinski sloj težeg mehaničkog sastava. Taj „teži“ sloj poprima funkciju iluvijalnog pseudoglejnog horizonta, a sloj iznad njega eluvijalnog horizonta. Na površini istovremeno nastaje humusno-akumulativni horizont. Takav način nastanka horizonta nije rezultat pedogeneze, već geogeneze.

Drugi ili sekundarni način nastanka slabo propusnog horizonta veže se uz daljnji razvoj nižih jedinica lesiviranog tla na matičnim supstratima podložnim ispiranju čestica gline, kao što su primjerice les i pleistocenske ilovače. U takvim uvjetima s vremenom se pedogenetskim putem razvija eluvijalni i iluvijalni pseudoglejni horizont, prema **Husnjaku (2014)**.

Pseudoglej-glej je tlo koje karakterizira specifična kombinacija nepovoljnog režima vlažnosti unutar 1,0 m dubine tla. Zbog prisutnosti slabo propusnoga horizonta u gornjem dijelu pedološkog profila, učestalo stagnira oborinska voda te nastaje iluvijalni pseudoglejni horizont. Ispod iluvijalnog pseudoglejnog horizonta, unutar dubine od 1,0m, učestalo dopire podzemna voda uzrokujući tako plitki semiglejni tip vlaženja.

Kao što smo već rekli, pseudoglej-glej karakterizira specifična kombinacija prekomjerne vlažnosti unutar 1,0 m dubine tla. U gornjem dijelu profila odvija se dominantno vlaženje oborinskom vodom, kojoj se samo mjestimično pridružuje slivena voda koja površinski dotječe s viših okolnih terena, te time bitno povećava intenzitet prevlaživanja. Zbog prisutnosti slabo propusnog iluvijalnog horizonta onemogućeno je otjecanje suviše oborinske vode kroz solum tla. Stoga se u hladnom i jako vlažnom periodu godine nakuplja u površinskom dijelu profila uzrokujući javljanje mokre faze. U donjem dijelu profila istovremeno se odvija prekomjerno vlaženje visokom podzemnom vodom sve do zone od 0,75 - 1,0 m dubine profila, uzrokujući procese oglejavanja i oksidacijsko-redukcijske procese.

4. Rezultati i rasprava

Podzemna odvodnja (cijevna drenaža) je način regulacije visoke razine podzemne vode prema **Šoštarić i sur. (2016)**. Osnovni preduvjet za dobro funkcioniranje cijevne drenaže je pravilno izvedena i dobro održavana površinska odvodnja koja će moći primiti suvišne podzemne vode, odnosno funkcionalno zaokružen sustav obrane od prekomjernog vlaženja tla vanjskim i vlastitim vodama (oborine).

U inženjerskoj melioracijskoj praksi Hrvatske, pod pojmom podzemne odvodnje, podrazumijeva se odvođenje suvišnih voda s poljoprivrednih proizvodnih površina - zemljišta, putem podzemnih (drenažnih) cijevi. Dakle, podzemna se odvodnja danas, u našoj poljoprivrednoj praksi poistovjećuje s pojmom cijevne drenaže prema **Petošiću (2015)**.

Podaci o ukupnoj poljoprivrednoj površini - zemljištu na kojem je odvodnja suvišnih voda izvršena podzemnim sustavom cijevne drenaže su varijabilni. Temeljem navedenog jedan od glavnih ciljeva u ovom radu bio je utvrditi ukupnu površinu poljoprivrednog zemljišta, na kojem je izgrađen podzemni sustav odvodnje, odnosno cijevne drenaže.

4.1. Zastupljenost i prostorni raspored dreniranih poljoprivrednih površina

Od ukupne površine Virovitičko – podravske županije 202.203 ha, 57% (115.255 ha) su obradive površine. Osim toga, 32% (64.704 ha) otpada na šume po čemu je Virovitičko – podravska županija iznimno bogata u Republici Hrvatskoj, a 2% (4.044 ha) površina su vodene površine. Voda je jedan od najvažnijih prirodnih resursa, vode na ovim prostorima ima gotovo u izobilju. Područje je iznimno bogato vlagom, s prosječnom godišnjom količinom padalina 800 – 827 mm prema **Internet1**.

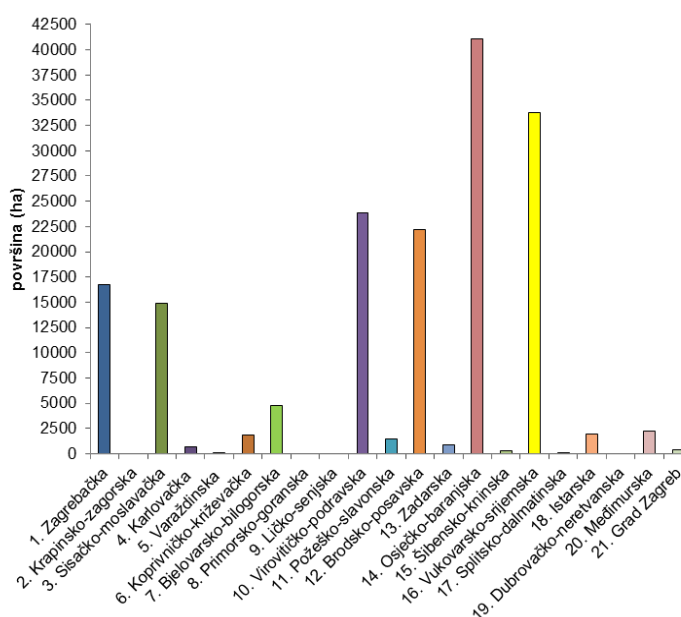
Po obradivim površinama, napose oranicama (99.100 ha) u odnosu na broj stanovnika, Virovitičko – podravska županija je prva u Hrvatskoj. Oranične površine zauzimaju 99.420 ha ili 6,8% svih hrvatskih oraničnih površina prema **Internet4**.

Na prostoru Virovitičko-podravske županije temeljem prikazane metodike rada utvrđena je ukupna površina poljoprivrednog zemljišta, koja iznosi 110.402,70 ha, te dreniranog poljoprivrednog zemljišta, koja iznosi 23.812,80 ha (tablica 4.).

Tablica 4. Prikaz zastupljenosti poljoprivrednog zemljišta u Virovitičko-podravskoj županiji

| ŽUPANIJA | ZEMLJIŠTE | | |
|------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|
| Naziv | Površina u ha | | |
| | Poljoprivredno (ukupno u ha) | Državno | Drenirano |
| Virovitičko-podravska | 110.402,70 | 46.769,90 | 23.812,80 |
| UKUPNO HRVATSKA | 2.326.220,60 | 833.232,90 | 167.174,50 |

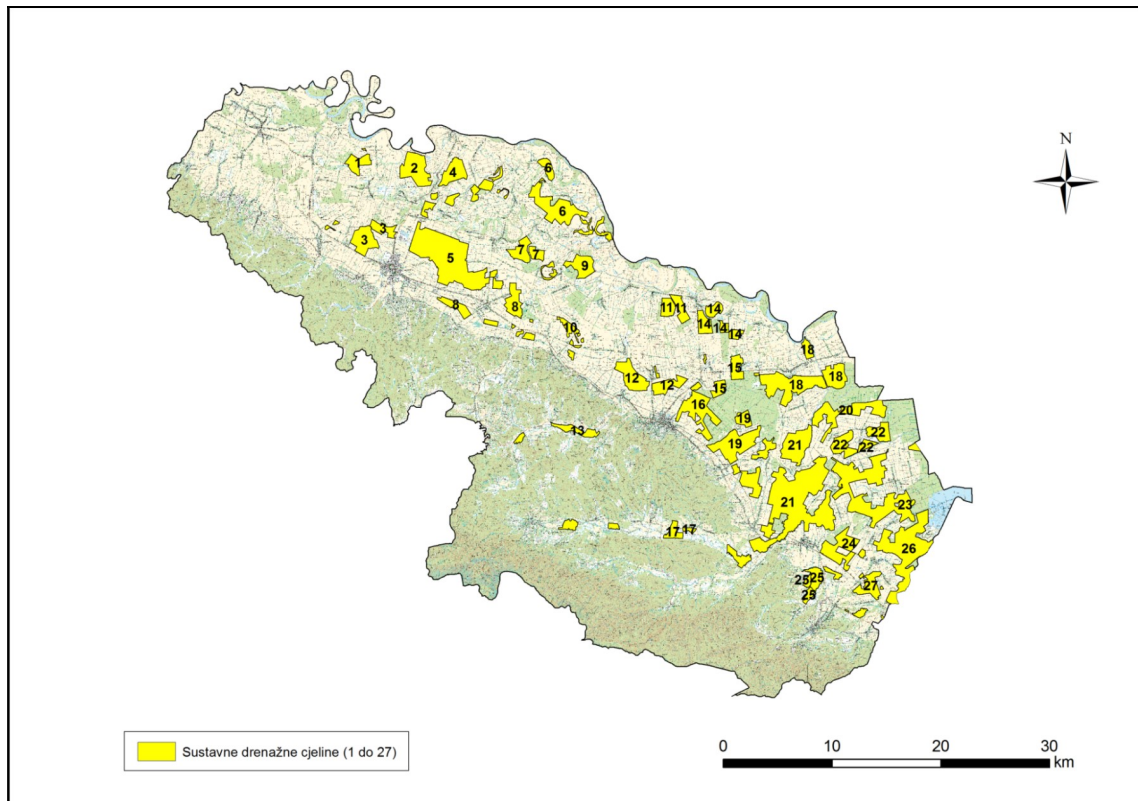
Prema površinskoj zastupljenosti dreniranog poljoprivrednog zemljišta u Virovitičko-podravskoj županiji, sa svojih 23.812,8 ha od ukupno 167.174,50 ha (slika 5.), ističe se među šest najzastupljenijih županija u RH.



Slika 5. Prikaz raspodjele ukupnih dreniranih površina po županijama u RH

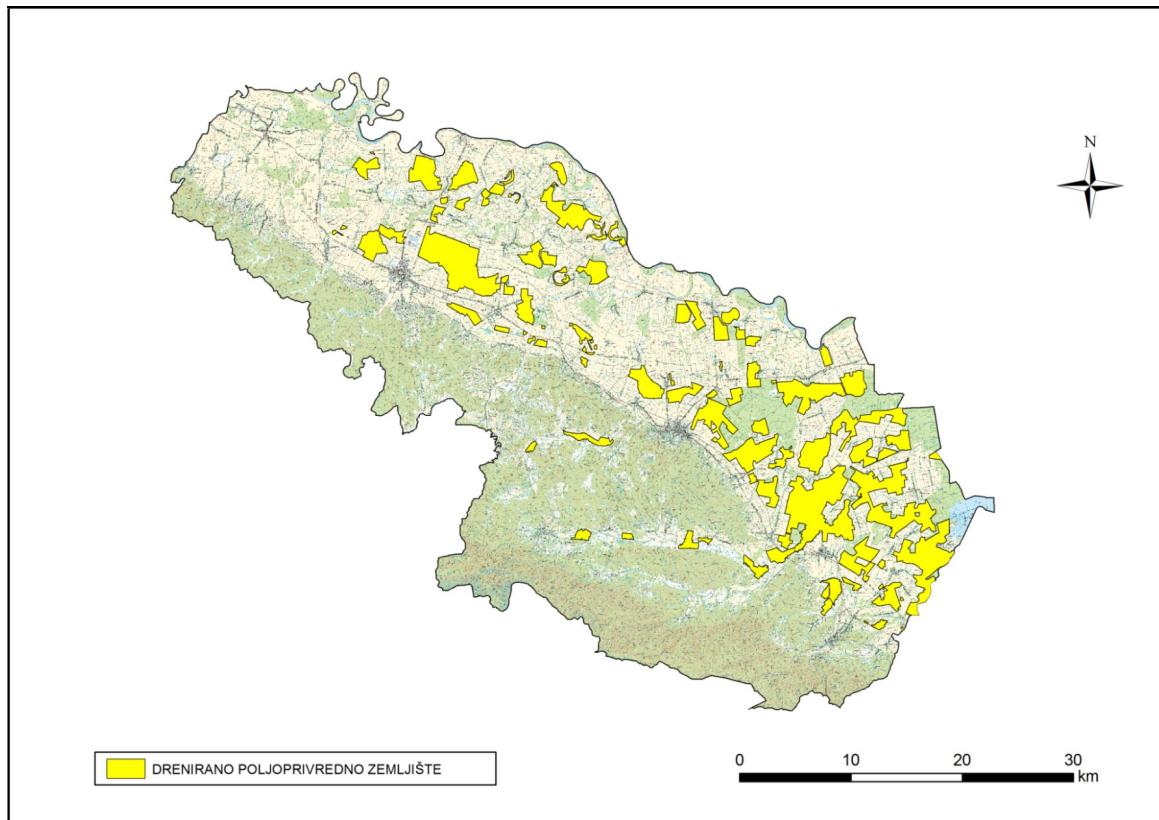
Drenirane površine prikazane su u sklopu poligona, koji odgovaraju nekadašnjim poljoprivrednim rudinama. Na prostoru županije ukupno je izdvojeno 90 poligona. Raspon površine poligona kreće se od minimalnih 44,2 ha, pa do maksimalnih 5.241,0 ha. Uvažavajući osnovne hidrografske značajke malih slivova, kao i pedološko-melioracijske značajke izdvojenih poligona dreniranog poljoprivrednog zemljišta, na prostoru županije Virovitičko-podravskoj izdvojeno je ukupno 27 sustavnih drenažnih cjelina.

Uvažavajući osnovne hidrografske značajke malih slivova, kao i pedološko-melioracijske značajke na području izdvojenih poligona dreniranog poljoprivrednog zemljišta po županijama izdvojene su i sustavne drenažne cjeline, koje se međusobno razlikuju po koncepcijskom rješenju te načinu i specifičnostima odvodnje suvišnih voda. Broj kao i veličina (površina) sustavnih drenažnih cjelina po županijama također, je izrazito varijabilan, ali je u principu uvijek manji od ukupnog broja izdvojenih drenažnih poligona (slika 6.).



Slika 6. Kartografski prikaz sustavnih drenažnih cjelina na području Virovitičko-podravske županije

Na slici 7. prikazan je raspored dreniranog poljoprivrednog zemljišta u zemljišta na području Virovitičko-podravske županije.



Slika 7. Kartografski prikaz prostornog rasporeda dreniranog poljoprivrednog zemljišta na području Virovitičko-podravske županije

Prema **Šoštarić i sur. (2016)**, za ostvarivanje povoljnih vodozračnih odnosa na poljoprivrednom zemljištu potrebno je zaštititi melioracijsko područje od suvišnih voda. To obuhvaća obranu od poplava rijeka, bujičnih vodotoka, erozijskih procesa, te zaštitu od suvišnih površinskih i podzemnih voda. Za funkcioniranje sustava odvodnje i navodnjavanja potrebna je izgradnja, ali i redovito održavanje melioracijskih objekata i sustava kako bi oni skladno funkcionirali. U tablici 8. vide se branjena područja i sektori u Virovitičko-podravskoj županiji.

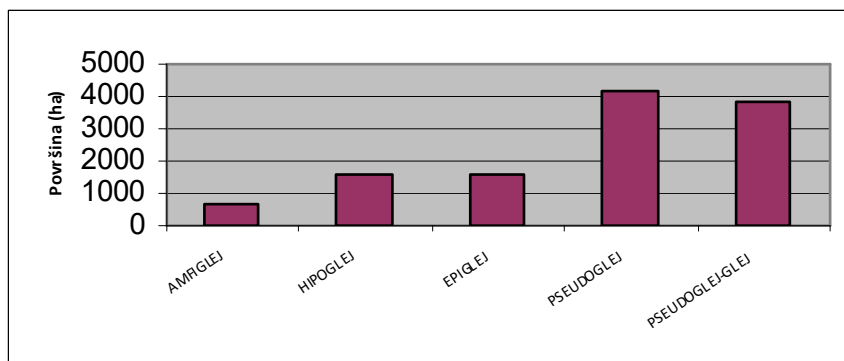
Tablica 8. Prikaz pripadnosti slivu i zastupljenosti dreniranog poljoprivrednog zemljišta

| Županija | | Pripadnost malom slivu | | Drenirano poljoprivredno zemljište | | |
|----------|-----------------------|-------------------------------------|--|------------------------------------|-------------|-----------------------------|
| R. br. | Naziv | Oznaka branjenog područja i sektora | Naziv | Ukupna površina | Ukupan broj | |
| | | | | ha | Poligona | Sustavnih drenažnih cjelina |
| 1. | Virovitičko-podravska | 17.B. 18.B. 19.A. 33.A. | Karašica-Vučica, Županijski kanal, Bistra, Plitvica-Bednja Trnava i Bistra | 23.812,80 | 90 | 27 |

Prema **Hrvatskim vodama (2009)** koncepcija zaštite od poplava Dunava, Drave i Mure zasnovana je na obrambenim nasipima i širokim inundacijskim područjima uz vodotoke. Nasipi su dovršeni na većem dijelu područja, osim na nekim dionicama uz stara korita hidroelektrana Varaždin, Čakovec i Dubrava, rijeke Vučice i manjem dijelu Baranje. Pojave ekstremnih hidroloških prilika i njima uzrokovanih maksimalnih vodostaja ukazali su da na nekim dionicama nasipi ne zadovoljavaju svojom visinom i dimenzijama pa ih je potrebno rekonstruirati i nadograditi. Sustavi zaštite od brdskih voda samo su dijelom dovršeni na slivnim područjima Međimurja i Županijskog kanala, ali su i dalje nužna daljnja ulaganja u sustave obrane od poplava. Na ostalim slivnim područjima postoje samo pojedinačne regulacijske i zaštitne vodne građevine koje ne mogu osigurati primjerenu zaštitu nizinskih dijelova slivova od poplava bez dogradnje većeg broja akumulacija i retencija. I pored niza dosadašnjih radova i izgrađenih hidrotehničkih objekata u Hrvatskoj je još uvijek 18% površina potencijalno izloženo poplavama. Potvrda toga su najveće poplave koje su se dogodile na području Hrvatske – na slivu Dunava: 1926, 1965. i 2009.; Drave: 1964., 1965., 1966., 1972., 2009.; Mure: 1965. i 1972. prema **Hrvatskim vodama (2009)**.

Postotak zastupljenosti pojedinih pedokartografskih jedinica iznosi: amfoglejno tlo (2,7 %), hipoglejno tlo (6,47 %), epiglejno tlo (6,66 %), pseudoglejno tlo (17,49 %) i pseudoglej-glejno tlo (16,10 %).

Na grafikonu 9. prikazana je zastupljenost osnovnih pedološko-melioracijskih jedinica hidromorfni tala na dreniranim poljoprivrednim tlima u Virovitičko-podravskoj županiji.



Grafikon 9. Prikaz zastupljenosti osnovnih pedološko-melioracijskih jedinica hidromorfnih tala na dreniranom poljoprivrednom zemljištu u Virovitičko-podravskoj županiji

4.2. Ograničenja

Ograničenja, općenito, na području Virovitičko-podravske županije su: nemogućnost korištenje voda u vodozaštitnim zonama, zaštićena područja, kao Park prirode Papuk, te limitirajući faktori pojedinih tala. Također, najveće rijeke u Republici Hrvatskoj rijeka Drava, rijeka Sava i rijeka Dunav nisu isključivo samo naše rijeke već one samo protječu kroz teritorij Hrvatske i postoje određena međunarodna pravila i ograničenja u korištenju tih vodnih resursa kojih se i Republika Hrvatska mora pridržavati.

Prema izvornoj pripadnosti prije hidromelioracijskih zahvata odvodnje, praktično su sve kartirane jedinice pripadale redu (klasi) semihidromorfnih i/ili hidromorfnih tala. Osnovni limitirajući faktor u pogledu njihovog korištenja u poljoprivrednoj proizvodnji činila je povremena prekomjerna vlažnost tla, kao posljedica pojave suvišnih površinskih i/ili podzemnih voda.

S pedološko-melioracijskog aspekta odvodnje suvišnih voda s navedenih tala na području dreniranog poljoprivrednog zemljišta u Virovitičko-podravskoj županiji mogu se izdvojiti ukupno 5 pedokartografskih jedinica (tablica 10.) kako slijedi: amfiglejno tlo (645,00 ha), hipoglejno tlo (1.542,30 ha), epiglejno tlo (1.571,64 ha), pseudoglejno tlo (4.165,00 ha) i pseudoglej-glejno tlo (3.833,00 ha).

Tablica 10. Pedokartografske jedinice na području dreniranog poljoprivrednog zemljišta Virovitičko-podravске županije

| Pedokartografske jedinice | | | | |
|---------------------------|-------------------|------------------|---------------|-------------|
| Red. Br. | Naziv i struktura | % zastupljenosti | Površina u ha | Ukupno u RH |
| 1. | Amfiglej | 2,70 | 645,00 | 13.940,64 |
| 2. | Hipoglej | 6,47 | 1.542,30 | 30.789,72 |
| 3. | Epiglej | 6,66 | 1.571,64 | 14.407,13 |
| 4. | Pseudoglej | 17,49 | 4.165,00 | 25.026,06 |
| 5. | Pseudoglej-glej | 16,10 | 3.833,00 | 10.749,31 |

Zbog velike varijabilnosti, fizikalno-hidrauličkih pokazatelja navedenih tala, i nakon njihove detaljne odvodnje (drenaže) kod njih je i nadalje primjetna varijabilna ograničenost u poljoprivrednoj proizvodnji, odnosno u uzgoju poljoprivrednih kultura. U tom pogledu najveća ograničenja i nadalje su prisutna kod dreniranih tala, s velikim udjelom gline te nepovoljnim fizikalno-hidrauličkim značajkama. Ova ograničenja bitno utječu na funkcionalnost izgrađenog podzemnog sustava odvodnje - cijevne drenaže, prioritet njegove obnove i/ili dogradnje, kao i redovitog održavanja.

Loše stanje otvorene kanalske mreže i sustava za obranu od poplava otežava izvođenje intenzivne detaljne odvodnje, koja treba osigurati da se u roku od 24 sata nakon maksimalnog vlaženja, odstrani suvišna voda i uspostave normalni vodozračni odnosi u tlu. Ovisno o tipu tla, u tu se svrhu koriste otvoreni kanali I., II., III. i IV. reda, cijevna drenaža uz eventualnu primjenu agromelioracijskih zahvata (vertikalno dubinsko rahljenje ili krtična drenaža te kalcifikacija).

Hipoglejni tip tla često se intenzivno vlaži podzemnom vodom i do površine tla. Pri melioracijama hipoglejnih tala razina podzemnih voda spušta se na odgovarajuću dubinu sustavima podzemne cijevne drenaže. Od dodatnih mjera ponekad se primjenjuje vertikalno dubinsko rahljenje, zbog potrebe poboljšanja vertikalne propusnosti tla iznad drenova.

Amfiglejna tla zauzimaju dolinski depresijski reljef nastao uslijed prekomjernog vlaženja poplavnim, podzemnim i oborinskim vodama. Površine ovih tala rijetko se obrađuju i na njima su uglavnom lošije ili močvarne livade i pašnjaci. Ukoliko se melioriraju, primjenjuje se kombinirana detaljna odvodnja koja se sastoji od cijevne drenaže sa

hidrauličkim filterom i krtačnim drenažima. Često se izvodi kalcifikacija u svrhu popravka fizikalnih i kemijskih svojstava tla.

Epiglej, pseudoglej i pseudoglej-glej su tla koja pretežno imaju problem sa prekomjernim vlaženjem u solumu tla dubine do 1 m pod utjecajem stagnirajućih površinskih i potpovršinskih voda. Pri melioriranju ovih tala potrebno je primijeniti agromelioracijske i hidromelioracijske zahvate, kojima će se omogućiti razbijanje nepropusnog horizonta i omogućiti otjecanje površinske stagnirajuće vode kombiniranom drenažom, kako slijedi:

- izvesti podzemnu cijevnu drenažu;
- izvršiti podrivanje tla kao dodatnu mjeru;
- postaviti hidraulični filter u drenažne jarke;
- primijeniti kalcifikaciju u svrhu poboljšavanja svojstava tla.

Pored mogućih ograničenja u procesu poljoprivredne proizvodnje na dreniranom poljoprivrednom zemljištu u Virovitičko-podravskoj županiji, koje proizlaze iz osnovnih značajki tala, daje se osvrt i na ograničenja koja se odnose na vodozaštita područja i zaštićena područja prirode.

Prema **Šoštarić i sur. (2016)** kao izvor vode za navodnjavanje mogu se koristiti površinske vode i podzemne vode. Što se tiče vodnih resursa činjenica je da je Hrvatska vrlo visoko rangirana prema vodnim zalihama, ali kad govorimo o potencijalima izvora vode za navodnjavanje postoje određena ograničenja.

Vodozaštitna područja odnosno zone sanitarne zaštite izvorišta vode za vodoopskrbu posebno su štice prostor te su na tim područjima ograničene sve aktivnosti koje mogu pridonijeti potencijalnom zagađenju prihrane vodonosnika. Takva aktivnost je i poljoprivreda odnosno melioracijska odvodnja i/ili navodnjavanje. Temeljne odredbe vezane za navedene aktivnosti regulirane su najvećim dijelom Zakonom o vodama, Pravilnikom o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta i Nacionalnim projektom navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj (NAPNAV-om).

Sukladno navedenom i značenju pojedinih vodocrpilišta i planovima razvitka vodoopskrbe na području Virovitičko-podravske županije, prema **Sečenu i Husnjaku (2006)**, sačinjena je kategorizacija crpilišta prema ograničenjima u prvom redu navodnjavanja, ali i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem u pripadajućim zonama sanitarne zaštite. Tako su u I. kategoriju svrstana izvorišta vodoopskrbe čije zone sanitarne zaštite, zbog svoje važnosti

u planiranom razvoju vodoopskrbe, trajno predstavljaju ograničenje za primjenu navodnjavanja, odnosno intenzivnog korištenja poljoprivrednog zemljišta u poljoprivredi. U II. kategoriju svrstana su crpilišta koja se u manjem opsegu koriste za javnu vodoopskrbu. U tu kategoriju vodocrpilišta spada izvorište Sobunar (Voćin).

Kao jedna od mjera zaštite vodocrpilišta predviđa se izgradnja/dogradnja sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na vodocrpilištima: Orahovica (Tisovac), Medinci, Bikana (Virovitica) i Pitomača.

Na svim vodocrpilištima i izvorištima izdvojene su zone sanitarne zaštite I., II. i III., a poljoprivredna proizvodnja ograničena je u I. i II. zoni sanitarne zaštite, dok u III. i IV. nema ograničenja. Međutim, za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju, posebice na dreniranom zemljištu i u uvjetima navodnjavanja nije isključeno, da se dodatnim istraživanjima na području III. zone utvrdi mogućnost onečišćenja podzemnih voda iz pravca poljoprivredne proizvodnje, te toj zoni zaštite pripadaju vodocrpilišta: Medinci, Fatovi, Špišić-Bukovica, Pitomača, Izvorište Sobunar i Bikana.

Buduće aktivnosti na tom području treba provoditi u skladu s UNESCO-vim programom zaštite i proglašenja biosfernog rezervata dunavskog slivnog područja.

4.3. Osnovni elementi sustava za podzemnu odvodnju

Prema **Šoštarić i sur. (2016)** podzemna odvodnja (cijevna drenaža) je način za regulaciju visoke razine podzemne vode. Osnovni preduvjet za dobro funkcioniranje cijevne drenaže je pravilno izvedena i dobro održavana površinska odvodnja koja će moći primiti suvišne količine podzemne vode. Cijena cijevne drenaže je zbog svoje kompleksnosti, složenosti i potrebne preciznosti izvođenja 2,5 - 5 puta veća od izvedbe površinske odvodnje.

Preduvjeti za kvalitetnu izgradnju drenažnih sustava su: istraživanja, detaljna terenska snimanja i kvalitetna priprema terena. Funkcionalnost drenaže je potrebno stalno nadgledati, kontrolirati razinu podzemne vode, količinu (i kvalitetu) isteka vode iz drenažne cijevi, redovito održavanje hidrotehničkih objekata i intenzivno korištenje sustava.

Prema **Vidačeku (1998)** na području Republike Hrvatske gotovo svi sustav i podzemne odvodnje su izvedene s izravnim upustom drenažnih cijevi u melioracijske kanale III. i IV. reda, odnosno u sabirne i detaljne kanale, dakle bez drenskih kolektora. Također je važan podatak da je čak 94.8 % ugrađenih PVC drenažnih cijevi promjera 50, 65 i 80 mm.

Najveći dio sustava, preko 99 %, izgrađen je na temelju studijsko-projektne dokumentacije: hidropedoloških studija, glavnih projekata cijevne drenaže i kanala površinske melioracijske odvodnje. Osnovni projektni elementi i normativi površinske i podzemne odvodnje su varijabilni ovisno od specifičnosti melioracijskog područja, a uvjetovani su sljedećim značajkama: klimatskim, hidrološkim, pedološkim, topografskim i ekonomskim.

Podzemna odvodnja primjenjuje se za sniženje razine podzemne vode u tlima koja imaju dobru propusnost za vodu. To su tla koja imaju jednoličnu propusnost u profilu, kao što su većina hipoglejnih tala, a prekomjerno su vlažena u aktivnom dijelu profila uslijed dizanja podzemne vode.

Podzemna odvodnja može se obavljati sustavom otvorenih kanala i/ili podzemnim cijevima (drenažom).

Otvoreni kanali kao sustav odvodnje rijetko se primjenjuju, eventualno, mogu koristiti samo za reguliranje podzemne vode u vrlo propusnim tlima gdje su njihovi razmaci od 100 do 150 m dovoljni.

Danas se u praksi za reguliranje podzemne vode, uglavnom, primjenjuje sustav cijevne drenaže. Za primjenu podzemne detaljne odvodnje tlo treba imati horizontalnu propusnost za vodu veću od 16 cm/dan, a u protivnom je nužno primijeniti kombiniranu detaljnu odvodnju.

Kombinirana odvodnja pogodna je za reguliranje suvišnih stagnerajućih površinskih i potpovršinskih voda, koje se pojavljuju manjim ili većim dijelom godine kod teksturno teških tipova tala (amfiglej, epiglej, pseudoglej, pseudoglej-glej).

Sustav kombinirane detaljne odvodnje nastavlja se na kanalsku mrežu, a sastoji se od cijevne drenaže s filter materijalom i dodatnih mjera. Od dodatnih mjera primjenjuje se, pojedinačno ili u kombinaciji, krtična drenaža, vertikalno dubinsko rahljenje ili podrivanje, duboka obrada tla, kalcifikacija, te mjere za popravljivanje strukture tla (kondicioneri, melioracijska organska gnojidba), ovisno o postojećim prilikama i potrebnom pravcu u poboljšanju vodo-zračnih značajki tla, prema **Internet5**.

Drenaža poljoprivrednog zemljišta ili podzemna odvodnja je način odvodnje kod kojeg se sakupljanje i transport (evakuacija) suvišne vode tla obavlja plastičnim cijevima (od polivinilklorida-PVC), koje su iz uporabe potisnule sve ostale materijale.

Plastične drenske cijevi mogu biti glatke i rebraste (naborane). Danas se uglavnom upotrebljavaju samo rebraste. Voda ulazi u drenske cijevi kroz niz perforacija (otvora), koje se nalaze u utoru drena (15 mm x 1 - 2 mm). Drenske plastične cijevi su standardnih promjera (50, 65, 80, 100, 125, 160 i 200 mm). Dužina drena ovisi o promjeru i kreće se od 50 - 200 m. Za spajanje cijevi istog ili različitog profila koriste se fazonski komadi.

Drenske se cijevi ovisno o funkciji koju obavljaju dijele na:

- sisala su cijevi koje neposredno primaju vodu iz tla i odvođe je u cijevi većeg promjera ili direktno u recipijent (kanal IV. reda). Dužina sisala iznosi maksimalno 200 m, a njihov promjer je 50 - 80 mm.

- hvatala su cijevi koje primaju, odnosno sabiru vodu iz više sisala i odvođe je u kolektor (cijevi još većeg promjera) ili otvoreni kanal. Promjera su većeg od 80 mm, a njihova dužina ovisi o padu terena, površini koju dreniraju i položaju recipijenta. Mjesto na kojem se drenaža ulijeva u recipijent naziva se izljev (ušće) drenaže.

- više sisala priključenih na jedno hvatalo, koje je dalje spojeno s podzemnim kolektorom višeg reda, nazivamo sustavom. Drensku mrežu, koja se sastoji od jednog ili više sustava, a ima jedinstven izljev u otvoreni vodoprijemnik (recipijent), nazivamo grupom ili sekcijom. Ako su sisala vezana u sustav govorimo o sustavnoj drenaži (osnovni su sustavi: prugasti, riblja kost i dvostruka riblja kost), te se izvodi se na terenima s dovoljnim padom. Slobodna sisala, koja se direktno ulijevaju u otvoreni vodoprijemnik, nazivaju se slobodna (nezavisna) drenaža. Slobodna drenaža izvodi se na terenima s malim padom (<1 %).

Osnovni projektni elementi i normativi podzemnog sustava cijevne drenaže su prikazani (tablica 11.) za područje Bjeljevine u Virovitičko-podravskoj županiji. Površina rudine "Bjeljevine" iznosi 480,30 ha.

Temeljem prikazanih pokazatelja može se generalno izvesti nekoliko zaključaka:

- podzemni sustav odvodnje – cijevne drenaže za područje Bjeljevine u Virovitičko-podravskoj županiji izgrađen je s prosječnom dubinom cijevi od 1,0 - 1,1 m;

- razmak cijevne drenaže je varijabilan i kretao se je u rasponu vrijednosti od minimalnih 30 - 35 m;

- promjer drenažnih cijevi – sisala izgrađenog sustava iznosio je 65 mm; samo manji dio drenažnog sustava, oko 5 %, izgrađen je kolektorima promjera cijevi od 100 - 220 mm;

- dužina drenažnih cijevi – sisala, kretala se je u rasponu vrijednosti od minimalnih 75 m - 230 m;
- prema analiziranim projektima cijevne drenaže (na kontrolnim drenažnim cjelinama), tzv. filtarski materijal iznad drenažnih cijevi trebao je biti ugrađen na oko 80% sustava, od čega hidraulički filtar na 73,5% i mehanički na 6% analiziranih sustava;
- prema analiziranoj projektnoj dokumentaciji dubinsko vertikalno rahljenje tla trebalo je provoditi na znatnom dijelu izgrađenih sustava, odnosno u domeni pseudoglejnih tala, a kritična drenaža, odnosno krtičenje tla na "teškim" vertičnim tlima, amfiglejno-epiglejnog tipa;
- jedan veći dio osnovnih elemenata i normativa prikazanih u tablici 11. po kontrolnim drenažnim cjelinama (površina, dubina, razmak, promjer i duljina) potvrđeni su i kroz terenska istraživanja.

Tablica 11. Prikaz osnovnih elemenata i normativa podzemnog sustava cijevne drenaže i agromelioracijskih zahvata na kontrolnoj drenažnoj cjelini Bjeljevine u Virovitičko-podravskoj županiji

| Virovitičko-podravska županija | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------|----------------------------------|------------|--------------|-------------|---------|------------------------|-----------------|-----------------------------|-------------|
| KONTROLNA DRENAŽNA CJELINA | | OSNOVNI ELEMENTI CIJEVNE DRENAŽE | | | | | DODATNE AGROMEL. MJERE | | UGRADNJA FILTER. MATERIJALA | |
| NAZIV | Površina (ha) | Dubina (m) | Razmak (m) | Promjer (mm) | Duljina (m) | Pad (%) | Vertikal. rahlj. tla | Krtična drenaža | Mehanički | Hidraulički |
| Bjeljevine | 480,30 | 1,0-1,1 | 30-35 | 65 | 75-230 | 2,2-4,5 | + | - | + | + |

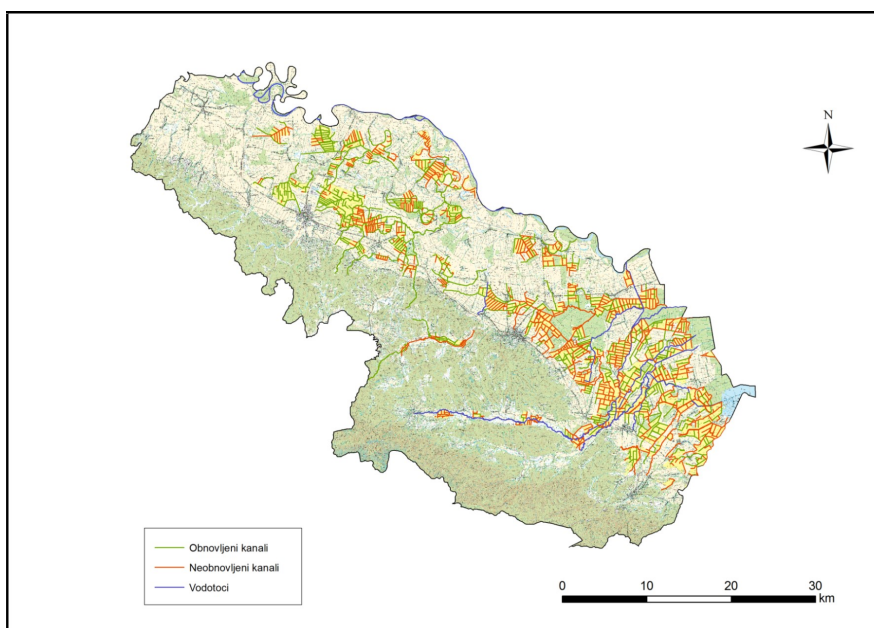
4.4. Prijedlog mjera za obnovu i/ili dogradnju sustava za navodnjavanje i odvodnju

Ukupna duljina melioracijskih kanala III./IV. reda na području Virovitičko-podravске županije iznosi 1.042,33 km. Duljina obnovljenih melioracijskih kanala III./IV. reda iznosi 366,93 km (27,33 %), a neobnovljenih je 675,40 km (72,67 %), a podaci se mogu vidjeti u tablici 12.

Tablica 12. Prikaz stanja melioracijskih kanala III./IV. reda na površinama dreniranog poljoprivrednog zemljišta u Virovitičko-podravskoj županiji

| Virovitičko-podravska županija | | | | | |
|---|-------|--------------|-------|----------|--------|
| STANJE VODOTOKA I MELIORACIJSKIH KANALA | | | | | |
| Melioracijski kanali III./IV. reda | | | | | |
| Obnovljeni | | Neobnovljeni | | Ukupno | |
| km | % | km | % | km | % |
| 366,93 | 27,33 | 675,40 | 72,67 | 1.042,33 | 100,00 |

Na slici 13. prikazano je stanje melioracijskih kanala III. i IV. reda na dreniranom poljoprivrednom zemljištu na području Virovitičko-podravске županije i njihov prostorni raspored.



Slika 13: Kartografski prikaz stanja melioracijskih kanala na dreniranom poljoprivrednom zemljištu na području Virovitičko-podravске županije

Najveći dio sustava podzemne odvodnje na području Virovitičko-podravske županije (više od 90%) izgrađen je u razdoblju od 1980. do 1990. godine prošlog stoljeća. Prvenstveno zbog dotrajalosti sustava i njihovog lošeg održavanja, posebice otvorenih melioracijskih kanala III./IV. reda, te slabog stupnja funkcionalnosti cijevne drenaže, većina sustava zahtjeva mjere obnove i/ili dogradnje. Osnovne mjere za obnovu i/ili dogradnju sustava (tablica 14.) su sljedeće:

- obnova melioracijskih kanala III./IV. reda;
- dogradnja podzemnog sustava - cijevne drenaže;
- zamjena drenažnih izljeva.

Temeljem pokazatelja u tablici 14., obnovu melioracijskih kanala koji su funkcionalno povezani u kombinaciji s podzemnim sustavom cijevne drenaže potrebno je na području županije dodatno obnoviti na ukupnoj dužini od 675,40 km. Obnova podrazumijeva: sječu stabala, deponiranje i sortiranje trupaca na tvrdoj cesti, vađenje i zakapanje panjeva (po potrebi prijevoz), zbrinjavanje granja te izmuljenje kanala. Prema cjeniku radova, koje smo dobili od Vodnogospodarske ispostave, srednja cijena za obnovu melioracijskih kanala iznosi oko 80.000,00 kn po jednom kilometru dužine (kn/km), - bez PDV-a.

Dakle za obnovu melioracijskih kanala na području županije u dužini od 675,40 km, cijena ukupnih troškova iznosila bi oko 179.822.280,00 kn.

Dogradnju cijevne drenaže trebalo bi izvršiti na ukupnoj površini od 5.518,00 ha, odnosno na području tzv. "teških" vertičnih tala, prvenstveno zbog njezine slabe (loše) funkcionalnosti. Da bi se osigurala dobra funkcionalnost sustava, potrebno je izgraditi intenzivni sustav podzemne odvodnje, odnosno kombinirani sustav cijevne drenaže, koji se sastoji od drenažnih cijevi s ugradnjom propusnog filtarskog materijala (najčešće prirodnog šljunka) u drenažni jarak iznad cijevi i dodatnih agromelioracijskih mjera (vertikalnog dubinskog rahljenja i/ili krtičenja tla). Prosječna cijena troškova dogradnje cijevne drenaže, za ovakav sustav odvodnje, iznosi oko 21.960,00 kn/ha.

Dakle, za cjelovitu dogradnju podzemnog sustava odvodnje na području Virovitičko-podravske županije potrebna su financijska sredstva od oko 120.844.200,00 kn.

Zamjenu drenažnih izljeva u melioracijskim kanalima III./IV. reda, zbog njihove devastacije u sklopu obnove melioracijskih kanala, prema procjeni terenskih istraživanja trebalo bi izvršiti za 26.032 drenažnih izljeva. Prema pojedinačnoj cijeni izljeva, promjera 80 mm, od 190,00 kn, za ovaj dio radova trebalo bi osigurati dodatnih 4.946.080,00kn.

Dakle, za cjelovitu dogradnju i obnovu podzemnog sustava odvodnje na području Virovitičko-podravske županije, trebalo bi osigurati financijska sredstva u visini od 179.822.280,00 kn (bez PDV-a).

Tablica 14. Prijedlog mjera za obnovu i dogradnju podzemnog sustava odvodnje na području Virovitičko-podravske županije s procjenom troškova

| Redni broj | Vrsta radova | Jedinica mjere | | | Cijena troškova (kn) | | | |
|---------------|--|----------------|----------|--------|----------------------|-----------|--------|-----------------------|
| | | km | ha | kom. | km | ha | kom. | Ukupno |
| 1. | Obnova melioracijskih kanala III./IV. reda | 675,40 | | | 80.000,00 | | | 54.032.000,00 |
| 2. | Dogradnja cijevne drenaže | | 5.518,00 | | | 21.960,00 | | 120.844.200,00 |
| 3. | Zamjena drenažnih izljeva | | | 26.032 | | | 190,00 | 4.946.080,00 |
| Ukupno | Dogradnja i obnova | | | | | | | 179.822.280,00 |

4.5. Prijedlog mjera za redovito održavanje sustava za navodnjavanje i odvodnju

Na području Virovitičko-podravske županije ukupno je obnovljeno 366,93 km melioracijskih kanala III./IV. reda, koji u kombinaciji s cijevnom drenažom čine cjeloviti sustav odvodnje suvišnih voda s poljoprivrednog zemljišta (površina).

Međutim, u obnovi melioracijskih kanala došlo je do ozbiljne devastacije cijevne drenaže, pri čemu su drenažni izljevi u otvorenim kanalima uništeni u rasponu od 50 do 75%. Uz pretpostavku da će se u skoroj budućnosti izvršiti zamjena drenažnih izljeva na ovim površinama, što će najviše ovisiti od samih korisnika sustava, u tablici 15. prikazan je prijedlog mjera za redovito održavanje do sada obnovljenih sustava površinske i podzemne odvodnje. U sklopu mjera za redovito održavanje sustava, treba izdvojiti sljedeće radove:

- košnja melioracijskih kanala III./IV. reda;
- označavanje drenažnih izljeva;
- kontrola i čišćenje drenažnih izljeva;
- izmuljivanje drenažnih cijevi;
- izvođenje dodatnih agromelioracijskih zahvata.

Za radove košnje melioracijskih kanala, koji podrazumijevaju košnju kanala i zaštitnog pojasa jedan puta godišnje na ukupnoj dužini od 366,93 km, s prosječnom cijenom od 4.250,00 kn/km, trebalo bi osigurati financijska sredstva u visini od 1.559.452,50 kn.

Radovi na označavanju drenažnih izljeva koje bi trebalo provesti u sklopu obnovljenih melioracijskih kanala, odnosno na oko 26.032 drenažnih izljeva, prosječnog razmaka cijevne drenaže od 25 m, odnosno s četiri drenažna izljeva po jednom hektaru, trebalo bi osigurati ukupno 390.480,00 kn. Izračun se temelji na broju ukupno potrebnih sati rada i materijala po prosječnoj cijeni od 15,00 kn/kom.

Ukupna financijska sredstva koja su potrebna za radove same kontrole i po potrebi čišćenja drenažnih izljeva (26.032 komada), iznose 260.320,00 kn.

Radovi izmuljivanja drenažnih cijevi, koje je potrebno provesti na 2.130 ha obnovljenih sustava po prosječnoj cijeni od 380,00 kn po jednom hektaru, iznose dodatnih 809.400,00 kn.

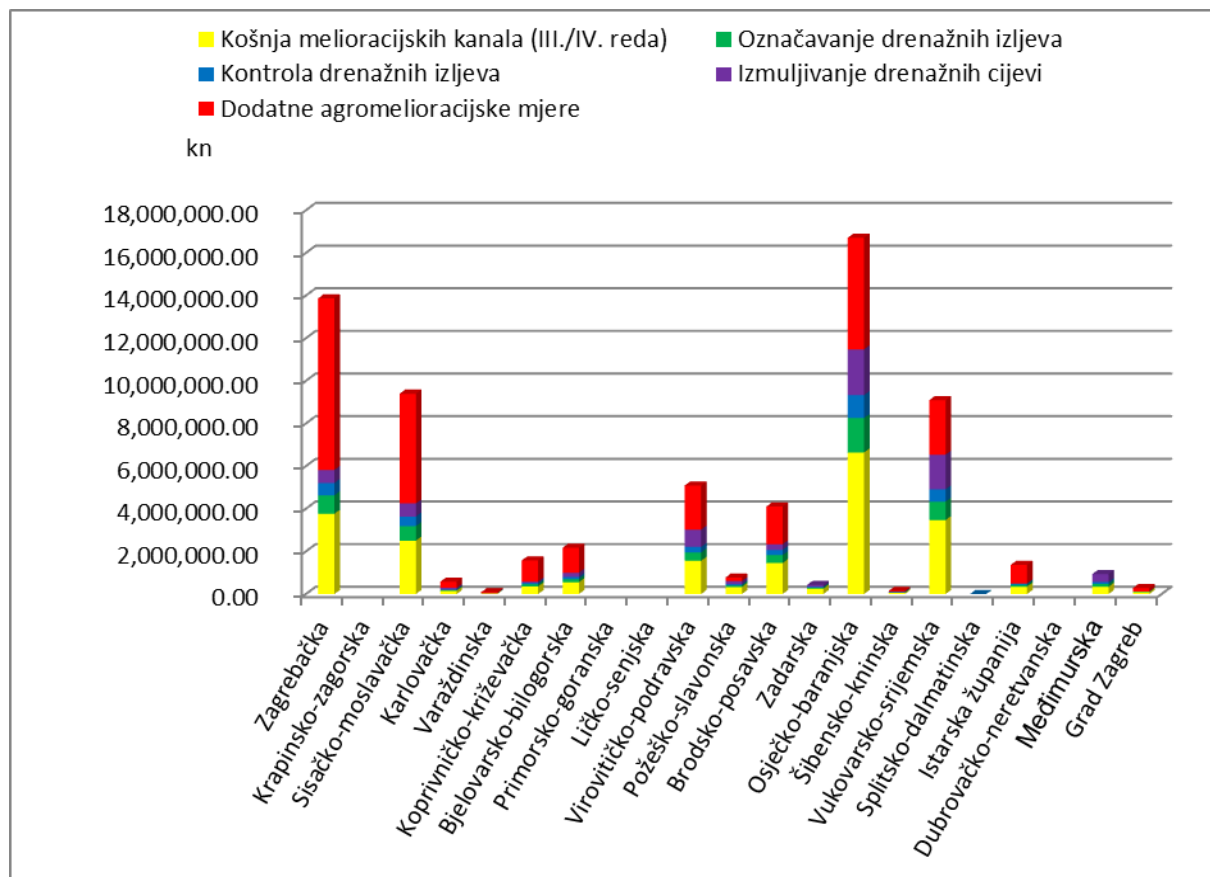
Izvođenje dodatnih agromelioracijskih zahvata u obliku vertikalnog dubinskog rahljenja i/ili krtičenja tla, potrebno je prema procjeni izvršiti na oko 2.963 ha obnovljenog dreniranog zemljišta, gdje je cijena prosječnih troškova 700,00 kn/ha. Ukupna cijena za ovaj dio radova prema procjeni iznosi 2.074.100,00 kn.

Dakle, za radove (mjere) redovitog održavanja do sada obnovljenih sustava površinske i podzemne odvodnje na području Virovitičko-podravske županije, trebalo bi osigurati 5.093.752,50 kn.

Tablica 15. Prijedlog mjera za redovito održavanje obnovljenih sustava površinske i podzemne odvodnje na području Virovitičko-podravske županije s procjenom troškova

| Redni broj | Vrsta radova | Jedinica mjere | | | Cijena troškova (kn) | | | Ukupno |
|---------------|--|----------------|-------|--------|----------------------|--------|-------|---------------------|
| | | km | ha | kom. | km | ha | kom. | |
| 1. | Košnja melioracijskih kanala III/IV reda | 366,93 | | | 4.250,00 | | | 1.559.452,50 |
| 2. | Označavanje drenažnih izljeva | | | 26.032 | | | 15,00 | 390.480,00 |
| 3. | Kontrola i čišćenje drenažnih izljeva | | | 26.032 | | | 10,00 | 260.320,00 |
| 4. | Izmuljivanje drenažnih cijevi | | 2.130 | | | 380,00 | | 809.400,00 |
| 5. | Izvođenje dodatnih agromelioracijskih zahvata (podrivanja i/ili krtičenja tla) | | 2.963 | | | 700,00 | | 2.074.100,00 |
| Ukupno | Redovito održavanje sustava | | | | | | | 5.093.752,50 |

Na grafikonu 16. prikazan je prijedlog mjera za redovito održavanje obnovljenih kombiniranih sustava površinske i podzemne odvodnje po županijama u RH, gdje vidimo da u strukturi troškova dominiraju dodatne agromelioracijske mjere uzrokovane pedološkim čimbenicima dominantnih tala, kao što su: hipoglej, amfiglej, epiglej, pseudoglej i pseudoglej-glej. Uslijed toga potrebno je izvesti dodatne agromelioracijske zahvate poput podrivanja i krtičenja tla.



Grafikon 16. Prijedlog mjera za redovito održavanje obnovljenih kombiniranih sustava površinske i podzemne odvodnje po županijama u RH

Izvor: CRORED (2015): „Inventarizacija sustava podzemne odvodnje na poljoprivrednim u RH ocjena stanja i preporuke za obnovu i održavanje“

Zbog neučinkovitog održavanja hidromelioracijskih sustava za odvodnju došlo je do pogoršanja vodnog režima poljoprivrednih tala te povećanja troškova u procesu uzgoja biljnih kultura kao i smanjenja njihovih prinosa. Navedene probleme je moguće riješiti stvaranjem uvjeta za dosljednu provedbu izmjena i dopuna Zakona o vodama i Zakona o financiranju vodnog gospodarstva, te korištenje suvremenih strojeva i primjena optimalnih tehnologija u procesu izvršavanja poslova redovitog održavanja hidromelioracijskih sustava, kao sastavnog dijela programa gospodarenja poljoprivrednim zemljištem.

5. Zaključak

U cilju stvaranja i održavanja vodnog režima poljoprivrednih tala, prema zahtjevima optimalnog razvoja i ostvarenja visokih i stabilnih prinosa biljnih kultura, potrebna je izgradnja i redovito održavanje hidromelioracijskih sustava.

Izgrađenost sustava za melioracijsku odvodnju na poljoprivrednim površinama u Virovitičko-podravskoj županiji, posebice podzemnog sustava (cijevne drenaže) jest 23.812,80 ha. Ukupna duljina melioracijskih kanala III./IV. reda na području Virovitičko-podravske županije iznosi 1.042,33 km. Duljina obnovljenih melioracijskih kanala III./IV. reda iznosi 366,93 km (27,33 %), a neobnovljenih je 675,40 (72,67 %). Dakle za obnovu melioracijskih kanala na području županije u dužini od 675,40 km, cijena ukupnih troškova iznosila bi oko 179.822.280,00 kn.

Loše stanje otvorene kanalske mreže i sustava za obranu od poplava, otežava izvođenje intenzivne detaljne odvodnje koja treba osigurati da se u roku od 24 sata nakon maksimalnog vlaženja odstrani suvišna voda i uspostave optimalni vodozračni odnosi u tlu. Ovisno o tipu tla, u tu se svrhu najčešće koriste otvoreni kanali III. i IV. reda, cijevna drenaža uz eventualnu primjenu agromelioracijskih zahvata (vertikalno dubinsko rahljenje ili krtična drenaža te kalcifikacija). Za radove (mjere) redovitog održavanja do sada obnovljenih sustava površinske i podzemne odvodnje na području Virovitičko-podravske županije, trebalo bi osigurati 5.093.752,50 kn.

Temeljem navedenog može se zaključiti da je slaba, odnosno neadekvatna funkcionalnost na velikom djelu izgrađenog sustava cijevne drenaže u Virovitičko-podravskoj županiji, posljedica učinjenih propusta u njegovoj izgradnji, neprimjerenog korištenja dreniranog poljoprivrednog zemljišta, lošeg održavanja i upravljanja sustavom, devastacije sustava te dotrajalosti sustava.

6. Popis literature

1. Husnjak, S. (2014). Sistematika tala Hrvatske. Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb.
2. Marušić, J. (2003): Stanje i održivi razvoj hidromelioracijskih sustava u Hrvatskoj: Stanje i održivi razvoj hidromelioracijskih sustava u Hrvatskoj, Hrvatska vodoprivreda, p. 32.
3. Petošić, D. (2015): Drenaža, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.
4. Petošić, D., Mustačić, I., (2015): Inventarizacija sustava podzemne odvodnje na poljoprivrednim površinama u Republici Hrvatskoj, ocjena stanja i preporuke za obnovu i održavanje- CRORED, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za melioracije, Zagreb.
5. Petošić, D., Tomić, F. (2011): Reguliranje suvišnih voda, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
6. Sečen, V., Husnjak, S. (2006): Vodnogospodarski plan navodnjavanja Virovitičko podravske županije, Knjiga Y0-164.00.01-G04.0, Zagreb.
7. Šimunić, I. (2013): Uređenje voda, Hrvatska Sveučilišna naklada, Zagreb.
8. Šoštarić, J. i sur. (2016): Stanje melioracijskih sustava za odvodnju i navodnjavanje u Republici Hrvatskoj, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet Zagreb.
9. Tomić, F., Šimunić, I., Petošić, D. (1994): Djelotvornost različitih sustava detaljne odvodnje cijevnom drenažom na teškom pseudoglej-glejnom tlu srednje Posavine, Agronomski glasnik, Zagreb.
10. Vidaček, Z. (1998): Gospodarenje melioracijskim sustavima odvodnje i natapanja, Agronomski fakultet Sveučilište u Zagrebu, Hrvatsko društvo za odvodnju i navodnjavanje, Zagreb.
11. Hrvatske vode (2009): Strategija upravljanja vodama, Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnog gospodarstva, Zagreb.
12. Radna skupina (DZZP, 2009): Stručna podloga za proglašenje područja Mura-Drava u Republici Hrvatskoj regionalnim parkom, Zagreb, 2009.
13. Zavod za prostorno uređenje Virovitičko-podravske županije (2013): Izvješće o stanju u prostoru VPZ, Virovitica.
14. Internet1: Virovitičko-podravka županija, službena web-stranica, URL<<http://www.vpz.hr/o-zupaniji/prostorne-posebnosti/>> Pristupljeno 15. kolovoza 2017.

15. Internet2: Urbanistički plan uređenja grada Slatina (2002), Knjiga 1. (Br. 02/2002.) URL <<http://www.slatina.hr/wp-content/uploads/2013/04/upu-slatina.pdf>> Pristupljeno 15. kolovoza 2017.
16. Internet3: URL < https://bib.irb.hr/datoteka/699360.Handbook_01_Internet.pdf > Pristupljeno 15. kolovoza 2017.
17. Internet4: URL <https://hr.wikipedia.org/wiki/Viroviti%C4%8Dko-podravski_eupanija> Pristupljeno 15. kolovoza 2017.
18. Internet5: URL < http://www.vguk.hr/articlefiles/138_546_tloznanstvo-i-popravak-tla-ii-dio.pdf > Pristupljeno 15. kolovoza 2017.