

STANJE I PERSPEKTIVA CIJEVNE DRENAŽE POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA REPUBLIKE HRVATSKE

dr. sc. Dragutin Petošić prof. emerit.

Sveučilište u Zagrebu

Agronomski fakultet, Zavod za melioracije

Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska,

dpetosic@agr.hr

doc. dr. sc. Ivan Mustać

Sveučilište u Zagrebu

Agronomski fakultet, Zavod za melioracije

Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska,

dr. sc. Helena Bakić Begić

Sveučilište u Zagrebu

Agronomski fakultet, Zavod za melioracije

Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska,

Zadaća rada je ukazati na stanje i perspektivu melioracijske odvodnje, s težištem na podzemni sustav cijevne drenaže na poljoprivrednom zemljištu RH za što su korištena terensko-laboratorijska i statistička istraživanja provedena od 2015. do 2019. godine. Istraživanja su provedena po županijama RH, s naglaskom na pet županija: Osječko-baranjskoj, Vukovarsko-srijemskoj, Virovitičko-podravskoj, Sisačko-moslavačkoj i Zagrebačkoj županiji. U ovih pet županija nalazi se 129.893,70 ha ili 78 % dreniranog poljoprivrednog zemljišta (DPZ) u RH. Temeljem provedenih istraživanja na većini DPZ-a u RH utvrđeno je loše stanje površinskog sustava otvorenih kanala te loše do vrlo loše stanje podzemnog sustava cijevne drenaže. Uzroci su neredovito održavanje i zapuštenost sustava te devastacija. Kao posljedica navedenog, utvrđena je velika varijabilnost u funkcionalnosti sustava, odnosno u efikasnom i pravovremenom odvođenju suvišnih voda s DPZ-a. Daljnje korištenje DPZ-a u RH (166.541,50 ha) s ciljem uzgoja poljoprivrednih kultura i ostvarivanja dohodovne poljoprivredne proizvodnje će zahtijevati dodatne hidro i agromelioracijske mjere popravka. Prikazani rezultati u ovom radu su najvećim dijelom preuzeti iz monografije „Drenaža zemljišta Hrvatske“ (Petošić, 2021.).

Ključne riječi: melioracijska odvodnja, cijevna drenaža, funkcionalnost, drenirano poljoprivredno zemljište, revitalizacija, mjere popravka, navodnjavanje

1. UVOD

Primjenom cijevne drenaže s ciljem reguliranja vodnog režima poljoprivrednog zemljišta ono poprima izmijenjena svojstva, pa se s pravom može razmatrati kao zasebna kategorija - drenirano poljoprivredno zemljište (DPZ). Ukupna površina DPZ-a, dakle zemljišta koje je drenirano cijevnom drenažom u Republici Hrvatskoj (RH), prema najnovijim istraživanjima (CRORED-2., 2019.) iznosi 166.541,50 ha.

Valja naglasiti da su prve drenaže na poljoprivrednom zemljištu koje pokriva područje RH izvedene početkom dvadesetog stoljeća na ondašnjim vlastelinskim imanjima u Slavoniji na području Donjeg Miholjca i Orahovice (Bella, 1935.), a potom na području Zemaljskog dobra Božjakovina (Izvešće uprave Kraljevine Hrvatske i Slavonije, za razdoblje 1896. - 1905., svezak V iz 1907.). Za te prve drenaže tipično je da su bile izgrađene

od glinenih pečenih cijevi okruglog oblika, a njihova ugradnja u tlo bila je isključivo ručna.

Ubrzanim razvojem suvremenih drenažnih tehnologija dolazi do prave „revolucije“ u primjeni cijevne drenaže na poljoprivrednom zemljištu RH, posebice u razdoblju od 1973. - 1990. (Marušić, 2003.), kada je izvedeno preko 90 % ukupnih drenažnih sustava. Međutim, od tada do danas, stanje drenažnih sustava koji su izgrađeni na poljoprivrednom zemljištu u RH uvelike je izmijenjeno. Posebno se to odnosi na veliku zapuštenost i devastaciju cjelovitog sustava melioracijske odvodnje, kako površinskog sustava otvorenih kanala III. i IV. reda, a isto tako i podzemnog sustava cijevne drenaže (Petošić, 2015.; CRORED 2015.; CRORED-2., 2019.). Posljedica navedenoga je velika varijabilnost u funkcionalnosti cjelovitog sustava melioracijske odvodnje u RH (Petošić, 2003.; Tomić i Petošić, 2003.; Petošić i Šimunić, 2007.;

CRORED-2., 2019.). Veliki dio izvedenih drenažnih sustava nema adekvatnu funkcionalnost u pravovremenom i učinkovitom odvođenju suvišnih voda, što se nepovoljno odražava na uvjete gospodarenja na DPZ-u u RH, odnosno u konačnici na mogućnosti ostvarivanja dohodovne poljoprivredne proizvodnje. Dakle, pogodnost DPZ-a u RH je za potrebe biljne proizvodnje i uzgoj poljoprivrednih kultura vrlo varijabilna. Najveći dio (oko 60 %) DPZ-a u RH žurno zahtjeva mjere popravka, posebno ako se ono namjerava koristiti za navodnjavanje, a te mjere iziskuju znatna financijska sredstva za obnovu drenažnih sustava, odnosno njihovu revitalizaciju. Valja posebice naglasiti da je nastupilo krajnje vrijeme da se na državnoj razini donese detaljan plan i program revitalizacije melioracijske odvodnje, a posebno podzemnog sustava cijevne drenaže, ako ne želimo svjedočiti o drenaži poljoprivrednog zemljišta kao „mrtvom kapitalu“ Republike Hrvatske (Petošić, 2021.). Najveći dio prikazanih pokazatelja u ovom radu sastavni je dio monografije „Drenaža zemljišta Hrvatske“ (Petošić, 2021.).

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Terenska istraživanja s fotodokumentacijom

Terenska istraživanja u svezi s ovim radom provedena su u sklopu projekata CRORED (2015.) i CRORED-2. (2019.). Istraživanja su provedena u razdoblju (2015. – 2019.), a trajala su s prekidima ukupno šest mjeseci. Najopsežniji dio ovih istraživanja vezan je za utvrđivanje stanja melioracijske odvodnje s težištem na podzemni sustav cijevne drenaže. Istraživanja su provedena u pet županija: Osječko-baranjskoj, Vukovarsko-srijemskoj, Virovitičko-podravskoj, Sisačko-moslavačkoj i Zagrebačkoj županiji, koje zajedno obuhvaćaju površinu dreniranoga poljoprivrednog zemljišta (DPZ-a) od 129.893,70 ha ili 78 % od ukupne površine DPZ-a u RH (166.541.50 ha). Terenski radovi vezani za utvrđivanje trenutnog stanja s težištem na devastaciju i funkcionalnost cijevne drenaže, provedeni su na dvije razine. Prva razina obuhvatila je detaljna istraživanja pri čemu su bile obuhvaćene 34 zasebne drenažne cjeline - poligona ukupne površine 19.596,50 ha ili oko 12 % DPZ-a u RH. Druga razina je obuhvaćala tzv. semidetajlna istraživanja (blažih kriterija), a provedena su na 40.708,50 ha ili 24,4 % DPZ-a u RH. Terenska istraživanja upotpunjena su obimnom fotodokumentacijom od nekoliko stotina fotografija koje prikazuju trenutno stanje melioracijske odvodnje u RH s težištem na podzemni sustav cijevne drenaže.

U obradi problematike vezane za ovaj rad analizirano je ukupno 269 fotografskih prikaza.

2.2. Laboratorijska istraživanja

Ova su istraživanja s obzirom na cjelovitu sveobuhvatnost problematike ovog rada provedena u razdoblju 2015. – 2019. i to u manjem obimu, odnosno na nekoliko lokacija DPZ-a. Cilj ovih istraživanja bio je utvrđivanje osnovnih fizikalnih i kemijskih svojstava

dreniranih tala: mehanički sastav, tekstura, plasticitet, stabilnost makro i mikroagregata, vrijednost pF, volumen pora, apsolutni kapacitet tla za vodu i zrak, specifična težina, vodopropusnost, reakcija tla, sadržaj humusa, fiziološki aktivni fosfor i kalij, hidrolitski aciditet i adsorpcijski kompleks tla. Međutim, treba naglasiti da su ova istraživanja prethodno činila temelj pri izradi hidropedoloških studija (ukupno 379 na razini RH), a koje su rađene za potrebe izrade glavnih projekata detaljne podzemne odvodnje – cijevne drenaže, posebno u razdoblju od 1973. – 1990., a manjim dijelom i do 2000. godine. Dobiveni podatci prikazani u navedenim studijama također su sveobuhvatno analizirani za potrebe izrade ovog rada.

2.3. Analiza i sinteza studijsko-projektne dokumentacije

U analizama sa sintezom koje su izvršene u ovom radu korišteni su relevantni podatci iz hidropedoloških i melioracijskih studija poljoprivrednog zemljišta u RH, a koje su izrađene u sklopu glavnih projekata melioracijske detaljne odvodnje u već navedenom razdoblju od 1973. do 2000. Podatci su dodatno upotpunjeni na temelju projektne dokumentacije, odnosno glavnih projekata detaljne melioracijske površinske i podzemne odvodnje (ukupno 510). Detaljan pregled (popis) analiziranih hidropedoloških studija i glavnih projekata melioracijske odvodnje s izvođačem radova za navedeno razdoblje, prikazan je u prilogu znanstveno-stručne monografije „Drenaža zemljišta Hrvatske“ (Petošić, 2021.).

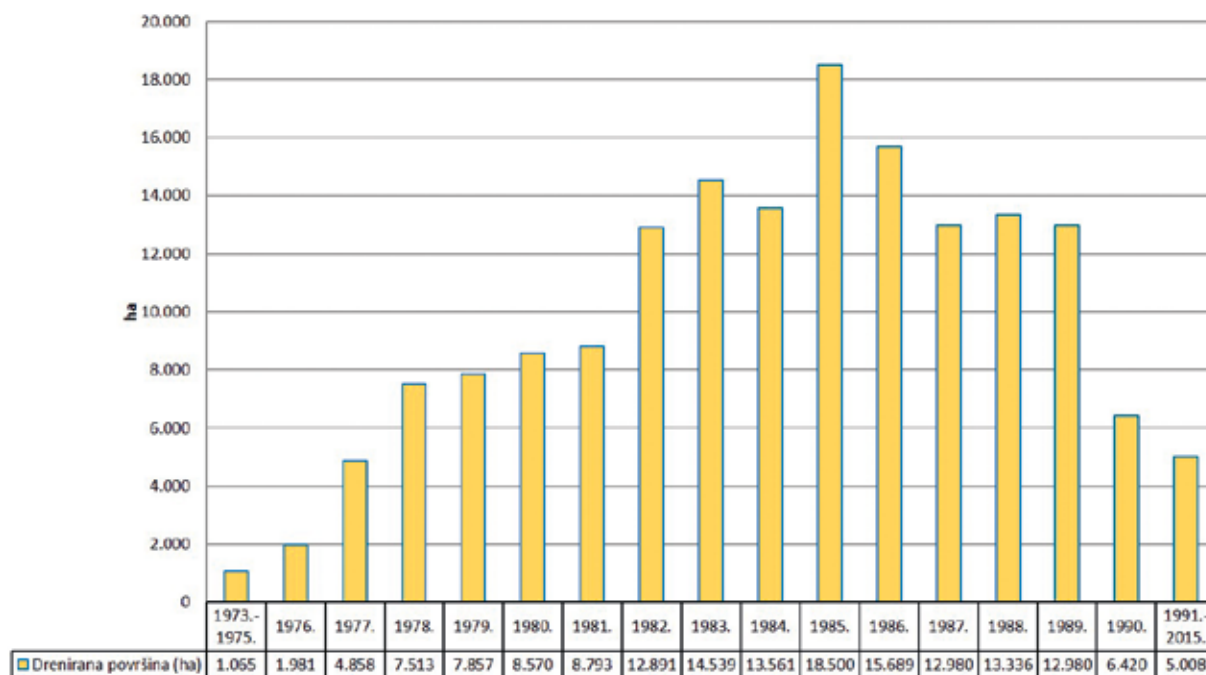
2.4. Metode statističke analize

Za jedan dio pokazatelja (podataka) u ovom radu vezanih za devastaciju podzemnog sustava odvodnje – cijevne drenaže, izvršena je statistička analiza, pri čemu je korištena standardna formula za izračunavanje veličine uzorka:

$$n = \frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2} \div \left(1 + \frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right) \quad (1)$$

Kod čega n označava potrebnu veličinu uzorka, Z mjeru udaljenosti rezultata od aritmetičke sredine izražene u standardnim devijacijama, p standardnu devijaciju, e je granična pogreška, N veličina populacije. Z označava vrijednost za razinu pouzdanosti od 95 %, koja iznosi 1,96 prema statističkim tablicama, standardna devijacija je 0,5, a granična je pogreška 5 %, odnosno 0,05. Statistička analiza provedena je na razini navedenih pet županija, koje obuhvaćaju ukupno 129.893,70 ha DPZ-a u RH.

2.5. Formiranje interaktivne digitalne GIS baze podataka



Slika 1: Dinamika suvremenog izvođenja cijevne drenaže na poljoprivrednom zemljištu u Republici Hrvatskoj (Izvor: Marušić, 1989.).

Formiranje navedene baze podataka izvršeno je u sklopu „nove“ pedološko-melioracijske karte i karte pogodnosti DPZ-a za potrebe navodnjavanja po županijama u RH i to u mjerilu 1 : 25 000 (CRORED-2., 2019.). Za ovu namjenu izvršeno je skeniranje i georeferenciranje ukupno preko 800 karata (listova) krupnog mjerila 1 : 2 000 i 1 : 5 000. Pri izradi pedološko-melioracijske osnove (karte) djelomično je korištena i osnovna pedološka karta (OPK) RH, mjerila 1 : 50 000, i to u obimu od 5 – 7 % ukupnog DPZ-a u RH.

3. REZULTATI I RASPRAVA

3.1. Razvoj i primjena cijevne drenaže u Hrvatskoj

Najznačajniji razvoj i primjena cijevne drenaže u odvodnji poljoprivrednog zemljišta u RH vezana je za polovinu sedamdesetih godina prošloga stoljeća, a inicirana je uporabom PVC (polivinil klorid) drenažnih cijevi. Uporaba i automatsko postavljanje tih cijevi odgovarajućim drenažnim strojevima tzv. „drenmasterima“ učinila su korjenitu promjenu u primjeni cijevne drenaže, kako u Europi tako i u Hrvatskoj (Tomić, F., 1987). Na slici 1 prikazana je dinamika suvremenog izvođenja cijevne drenaže na poljoprivrednom zemljištu u RH (Marušić, 1989.; CRORED-2., 2019.).

Na temelju prikazanih pokazatelja na slici 1 vidimo da je „vrhunac“ u primjeni suvremene cijevne drenaže u odvodnji poljoprivrednog zemljišta bio 1985. godine, kada je u RH ukupno drenirano 18.500 ha. Također, treba izdvojiti najnovije razdoblje (1991. – 2015.) u kojem je ugradnja cijevne drenaže na poljoprivrednom zemljištu izvršena na svega 5.008 ha.

3.2. Zastupljenost dreniranog poljoprivrednog zemljišta u Hrvatskoj

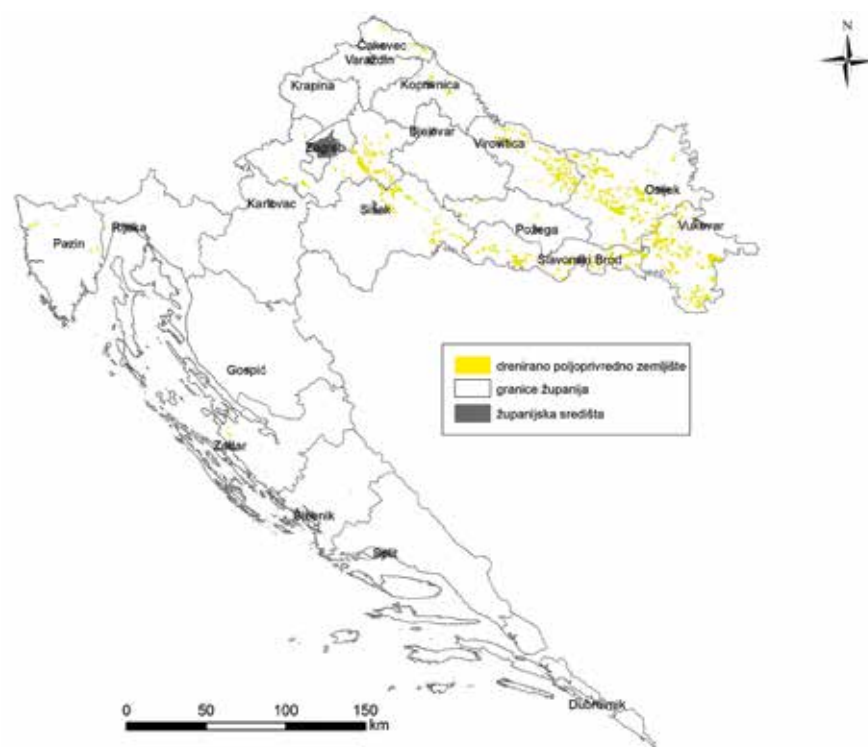
U ovom se radu pod nazivom drenirano poljoprivredno zemljište (DPZ), podrazumijeva zemljište na kojem su izgrađeni sustavi melioracijske odvodnje, u prvom redu podzemni sustav cijevne drenaže, najčešće u kombinaciji s površinskim sustavom otvorenih kanala III. i/ili IV. reda. U tablici 1 i slici 2 dan je između ostalog prikaz površina dreniranog poljoprivrednog zemljišta po županijama u RH. Valja napomenuti da ukupna površina DPZ-a na razini RH (CRORED-2., 2019.) iznosi 166.541,5 ha. Na temelju prikazanih podataka vidljivo je da se drenirano poljoprivredno zemljište rasprostire u ukupno 17 županija. Najveća površinska zastupljenost dreniranoga poljoprivrednog zemljišta utvrđena je u Osječko-baranjskoj županiji i ona iznosi 41.103,8 ha. Najmanja zastupljenost utvrđena je u Splitsko-dalmatinskoj županiji sa svega 24,9 ha.

3.3. Pedološko-melioracijska osnova dreniranog poljoprivrednog zemljišta

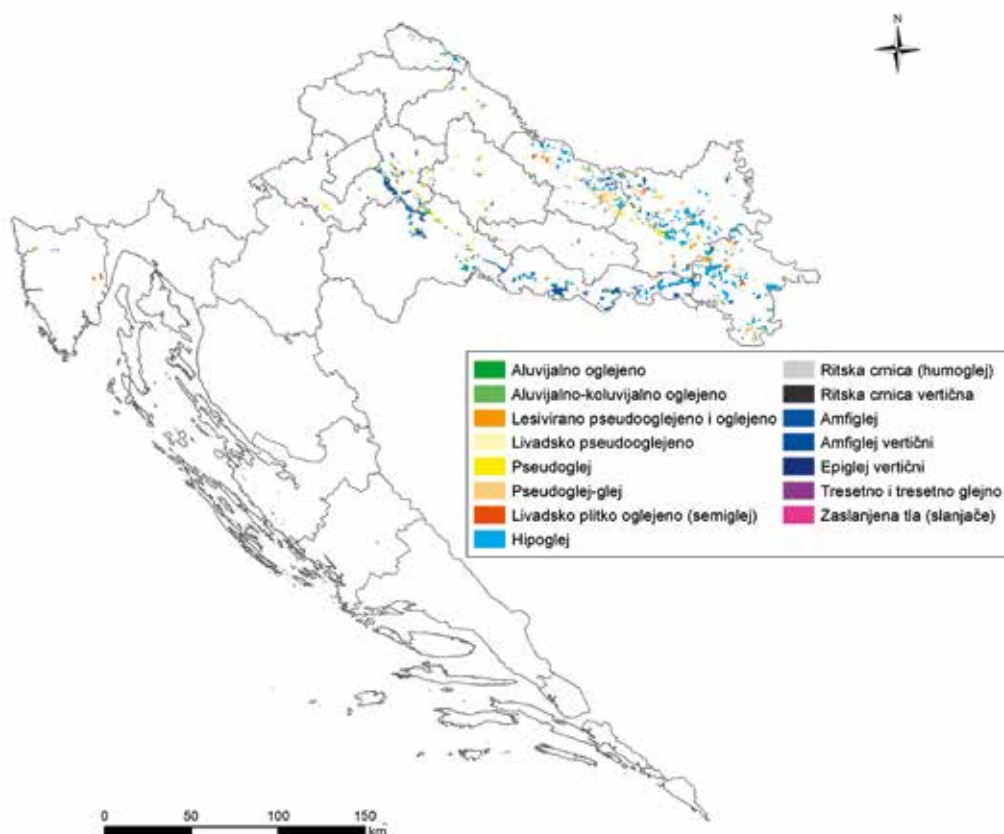
Pedološka karta (osnova) dreniranog poljoprivrednog zemljišta (DPZ-a) u RH u sklopu dosadašnjih stručno-znanstvenih radova i publikacija uglavnom je učinjena na temelju osnovne pedološke karte (OPK) mjerila 1 : 50.000. Međutim, posebno treba naglasiti da je u ovom radu zahvaljujući provedenim istraživanjima pedološko-melioracijska osnova s kartom (slika 3) DPZ-a po županijama u RH po prvi put izrađena na temelju detaljnih pedološko-melioracijskih karata krupnog mjerila 1 : 2.000 i/ili 1 : 5.000. Ove karte su svojedobno

Tablica 1: Prikaz površinske zastupljenosti poljoprivrednog zemljišta po županijama u Republici Hrvatskoj (Izvor: Ondrašek i sur., 2019.)

Redni broj	ŽUPANIJA Naziv	ZEMLJIŠTE		
		Površina u hektarima		
		Poljoprivredno (ukupno)	Državno	Drenirano
1.	Zagrebačka	142.318,81	16.809,30	16.356,00
2.	Krapinsko-zagorska	50.581,64	519,10	-
3.	Sisačko-moslavačka	179.330,74	49.499,40	14.861,20
4.	Karlovačka	113.077,17	35.785,00	664,50
5.	Varaždinska	61.703,08	2.475,90	119,30
6.	Koprivničko-križevačka	93.093,72	6.411,10	1.877,60
7.	Bjelovarsko-bilogorska	133.040,47	24.410,80	4.811,20
8.	Primorsko-goranska	73.947,73	19.439,60	-
9.	Ličko-senjska	158.104,34	130.347,60	-
10.	Virovitičko-podravska	109.307,50	46.769,90	23.805,00
11.	Požeško-slavonska	71.485,96	32.971,70	1.496,70
12.	Brodsko-posavska	100.044,18	40.286,30	21.989,20
13.	Zadarska	196.186,15	77.061,80	913,70
14.	Osječko-baranjska	212.721,61	86.320,70	41.103,80
15.	Šibensko-kninska	193.244,34	89.606,20	268,60
16.	Vukovarsko-srijemska	156.372,81	34.577,50	33.767,70
17.	Splitsko-dalmatinska	210.329,75	74.451,10	24,90
18.	Istarska	100.512,64	40.542,50	1.904,80
19.	Dubrovačko-neretvanska	78.359,34	18.530,10	-
20.	Međimurska	47.892,03	5.282,80	2.185,20
21.	Grad Zagreb	21.515,18	1.134,50	392,10
UKUPNO HRVATSKA		2.503.169,19	833.232,90	166.541,50



Slika 2: Prikaz prostornog rasporeda dreniranog poljoprivrednog zemljišta (DPZ-a) u Republici Hrvatskoj (Izvor: „Drenaža zemljišta Hrvatske”, Petošić, 2021.).



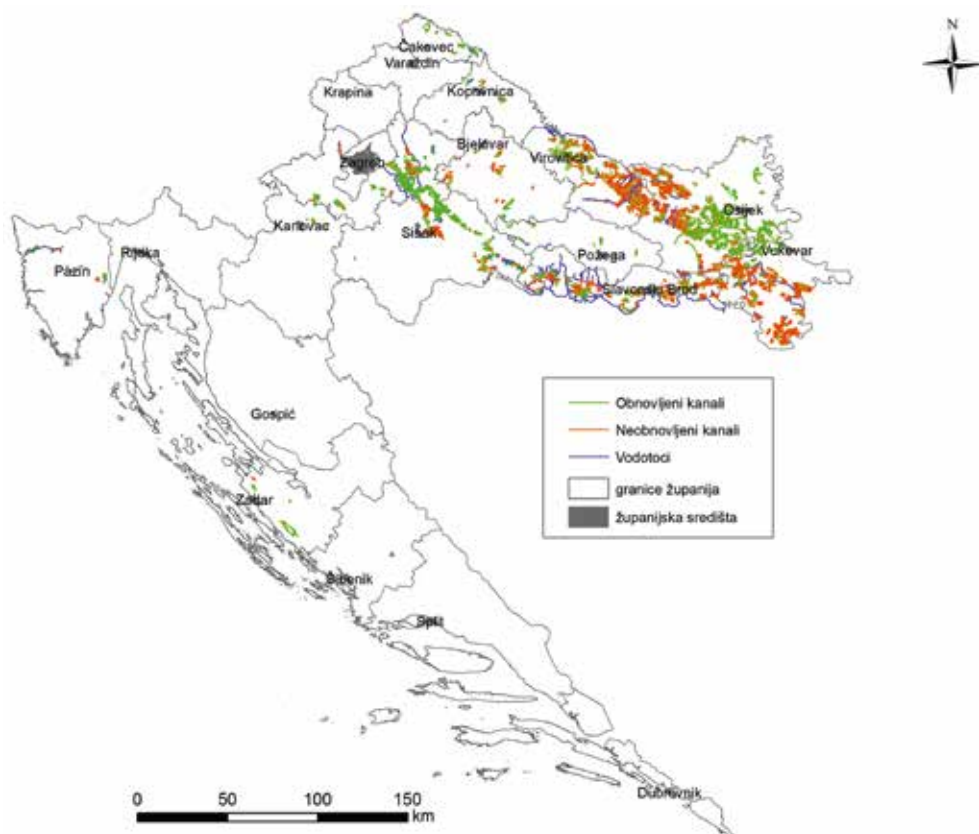
Slika 3: Pedološko-melioracijska karta dreniranog poljoprivrednog zemljišta Republike Hrvatske (Izvor: „Drenaža zemljišta Hrvatske“, Petošić, 2021.).

Tablica 2: Pedološko-melioracijske jedinice tala i njihova zastupljenost na prostoru dreniranog poljoprivrednog zemljišta u RH (Izvor: „Drenaža zemljišta Hrvatske“, Petošić, 2021.)

Pedosistematska jedinica tla			Melioracijska jedinica	
Red. broj	Skraćeni naziv	Površina ha	Oznaka	Površina ha
1	Aluvijalno oglejeno	2.950,9	I	4.941,9
2	Aluvijalno koluvijalno oglejeno	1.991,0		
3	Lesivirano pseudooglejno i oglejeno	8.629,0	II	17.977,6
4	Livadsko pseudooglejeno	9.348,6		
5	Pseudoglej	13.064,9	III	37.430,9
6	Pseudoglej – glej	24.366,0		
7	Livadsko plitko oglejeno (semiglej)	7.533,3	IV	71.930,0
8	Hipoglej	59.252,7		
9	Ritska crnica (humoglej)	5.144,0	V	23.741,4
10	Ritska crnica vertična	87,7		
11	Amfiglej	23.653,6	VI	10.381,5
12	Amfiglej vertični	9.096,9		
13	Epiglej vertični	1.284,5	VII	71,9
14	Tresetno i tresetno glejno	71,9		
15	Zaslanjena tla	66,3	VIII	66,3

korištene u sklopu projektiranja i izvođenja drenažnih sustava (CRORED-2., 2019., GIS baza podataka). U sklopu klasifikacije pedosistematskih jedinica DPZ-a, najvećim dijelom, uz adekvatne prilagodbe, korištena je Klasifikacija zemljišta bivše države (Škorić, i sur., 1985.) i sistematika tala Hrvatske (Husnjak, 2014.). Na osnovi

prikaza (tablica 2 i slika 3) u pedološko-melioracijskoj osnovi DPZ-a u ovom radu izdvojeno je ukupno petnaest (15) pedosistematskih jedinica. Izdvojene pedosistematske jedinice tla (ukupno 15) svrstane su u osam (8) melioracijskih jedinica, označenih rimskim brojevima od I do VIII (tablica 2).



Slika 4: Stanje melioracijskih kanala III./IV. reda (zaključno s 2012.) na DPZ-u po županijama na području RH (Izvor: „Drenaža zemljišta Hrvatske“, Petošić, 2021.).

3.4. Stanje i ograničenja melioracijske odvodnje

Prema Zakonu o vodama (NN 46/18) u građevine za detaljnu melioracijsku odvodnju svrstane su građevine III. i IV. reda, odnosno sabirni i parcelni detaljni kanali za prikupljanje vode s poljoprivrednog zemljišta i njihovo odvođenje u građevine za osnovnu melioracijsku odvodnju (melioracijski kanali I. i II. reda). Valja naglasiti da su te građevine od interesa za RH. Gradnja i održavanje građevina za detaljnu melioracijsku odvodnju u vlasništvu jedinica područne (regionalne) samouprave provodi se prema Planu upravljanja vodama.

3.4.1 Stanje i ograničenja površinske melioracijske odvodnje

Temeljem pokazatelja na slici 4 vidimo da je obnovljenost melioracijskih kanala za detaljnu odvodnju na prostoru DPZ-a u RH na razini od 5.157,08 km odnosno 56,35 %. Za daljnju obnovu navedenih kanala na razini države ostalo je još oko 3.994,99 km. Važno je za istaknuti da oko 40 % i više detaljne površinske melioracijske odvodnje (kanali III. i/ili IV. reda) na prostoru DPZ-a u RH zbog neredovitog održavanja ima ozbiljne probleme u pogledu adekvatne funkcionalnosti, odnosno pravovremenog i efikasnog odvođenja suvišnih voda (slika 5). Na preostalom dijelu oko 60 % površinske odvodnje stanje je relativno zadovoljavajuće (slika 6).

3.4.2 Stanje i ograničenja podzemnog sustava melioracijske odvodnje – cijevne drenaže

Potrebno je naglasiti da je trenutačno stanje navedenoga hidromelioracijskog sustava neo-drživo, što je u svezi s njegovim neredovitim održavanjem, devastacijom i zapaštenosti, a time i s lošim i/ili vrlo lošim stupnjem funkcionalnosti sustava. Fotodoku-mentacijski prikazi (slike 7 i 8) kao primjeri dokaza o sadašnjem stanju hidromelioracijskog sustava podzemne odvodnje-



Slika 5: Fotografski prikazi (kao primjeri) dokaza stanja neobnovljenih melioracijskih kanala III. i/ili IV. reda (Izvor: „Drenaža zemljišta Hrvatske“, Petošić, 2021.).

cijevne drenaže u RH utvrđeni su dodatnim terenskim istraživanjima, u sklopu Projekta CRORED-2., 2019. Na temelju provedenih istraživanja, a s ciljem utvrđivanja dominantnih ograničenja podzemnog sustava cijevne drenaže na pogodnost dreniranoga poljoprivrednog



Slika 6: Fotografski prikazi (kao primjeri) dokaza stanja obnovljenih melioracijskih kanala III. i/ili IV. reda (Izvor: „Drenaža zemljišta Hrvatske“, Petošić, 2021.).



Slika 7: Fotografski prikazi kao primjeri lošeg stanja hidromelioracijskog sustava podzemne odvodnje cijevne drenaže (2017. – 2019.) (Izvor: „Drenaža zemljišta Hrvatske“, Petošić, 2021.).



Slika 8: Fotografski prikazi kao primjeri dobrog stanja hidromelioracijskog sustava podzemne odvodnje – cijevne drenaže (2017. – 2019.) (Izvor: „Drenaža zemljišta Hrvatske“, Petošić, 2021.).

zemljišta za potrebe gospodarenja u RH, treba istaknuti sljedeće pokazatelje:

- devastiranost cijevne drenaže
- neredovito održavanje i zapuštenost površinskog i podzemnog sustava melioracijske odvodnje
- neodrživost potrebne norme drenažne odvodnje
- neadekvatan stupanj funkcionalnosti cijevne drenaže
- „starost“ drenažnog sustava.

Generalno se može zaključiti da je trenutačno podzemni sustav cijevne drenaže, koji je najvećim dijelom izveden u prošlom stoljeću u razdoblju od 1975. do 1985. godine na poljoprivrednom zemljištu u RH, u najvećoj mjeri, odnosno na više od 80 % poljoprivrednih površina, u lošem i/ili vrlo lošem stanju (Petošić, 2021.).

3.5. Devastacija drenažnog sustava

Premda je devastacija drenažnog sustava u RH već duže nezaobilazna tema stručnih i znanstvenih razmatranja (Petošić i sur., 2016.; Petošić, 2021.), tek višegodišnja istraživanja koja su provedena u sklopu Projekata CRORED., 2015. i CRORED-2., 2019. unose više svjetla u tu problematiku. Na temelju provedenih istraživanja valja razlikovati dva temeljna oblika devastacije drenažnog sustava u RH:

- devastacija uslijed zapuštenosti cjelovitog sustava površinske i podzemne melioracijske odvodnje zbog dugogodišnjeg neredovitog održavanja (prvi oblik);
- devastacija drenažnog sustava učinjena u obnovi i redovitom održavanju sustava površinske melioracijske odvodnje, odnosno kanala III. i/ili IV. reda (drugi oblik).

Posebice je neodrživo stanje vezano za loše i neredovito održavanje melioracijske odvodnje na kanalskoj mreži nižeg reda (kanali III. i/ili IV. reda). Zaključno je s 2012. godinom na području koje pokriva drenirano poljoprivredno zemljište u RH ostalo neobnovljeno oko 3.994,99 km ili 43,65 % kanalskog sustava. Slična situacija je uz male pomake po županijama utvrđena i tijekom terenskih istraživanja u razdoblju od 2017. do 2019. godine. Na jednom je dijelu drenažnog sustava, zbog velike obraslosti i gustoće drvenaste vegetacije u kanalima procjena njegova pravog stanja i stupnja devastiranosti praktično nemoguća (nepoznata).

Nasuprot prvom, drugi oblik devastacije drenažnog sustava u RH vezan je uz obnovu i redovito održavanje kanala (košnja bankina i pokosa, uklanjanje drvenaste vegetacije, izmuljivanje s produbljivanjem). Ponajprije zbog nedostatka kontrole pri izvedbi navedenih radova, koji su obavljani raznim strojevima (kosilice, malčeri, bageri, sjekači), slika 9, na većini kontroliranih drenažnih lokacija utvrđeno je znatno oštećenje ili potpuno uništenje izljeva drenažnih cijevi u rasponu vrijednosti od 25 % do 85 %, pa i više.

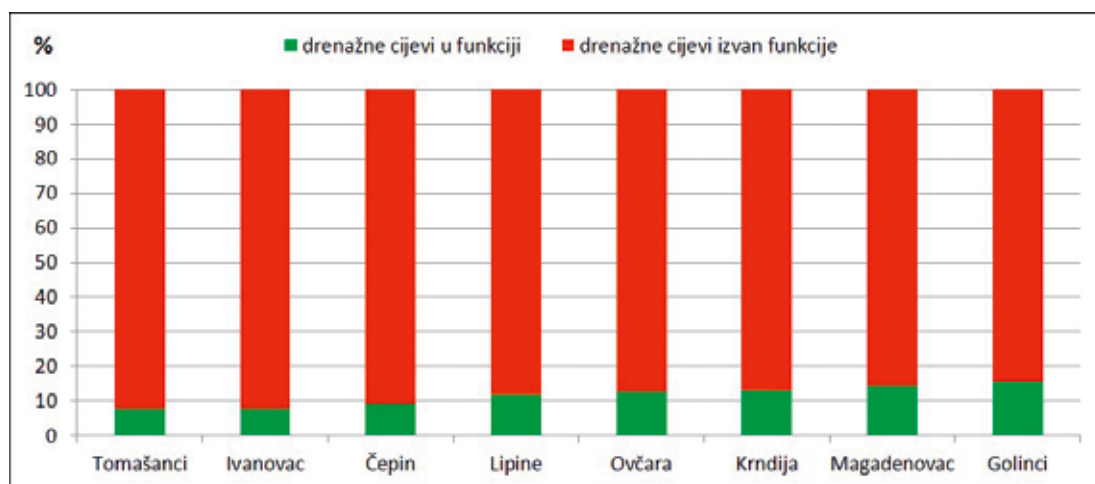


Slika 9: Prikaz oštećenja i devastacije sustava cijevne drenaže u postupku obnove melioracijskih kanala III./IV. reda (Zagrebačka županija, Božjakovina). Zbog izostanka kontrole kod izvođenja radova uočljivo je praktično potpuno uništenje (devastacija) izljeva drenažnih cijevi (dolje) (Izvor: „Drenaža zemljišta Hrvatske“, Petošić, 2021.).

3.5.1. Statistička analiza devastacije podzemnog sustava odvodnje – cijevne drenaže

U namjeri generalne procjene devastiranosti podzemnog sustava cijevne drenaže na DPZ-u u RH osim terenskih, provedena su i statistička istraživanja na ukupno 5 županija: Osječko-baranjskoj, Vukovarsko-srijemskoj, Virovitičko-podravskoj, Zagrebačkoj i Sisačko-moslavačkoj. Važno je još jedanput napomenuti da se na prostoru tih 5 županija nalazi 129.893,7 ha ili 78,0 % ukupno dreniranoga poljoprivrednog zemljišta u RH (166.541,5 ha). Na temelju provedene statističke analize devastacije cijevne drenaže može se generalno zaključiti sljedeće:

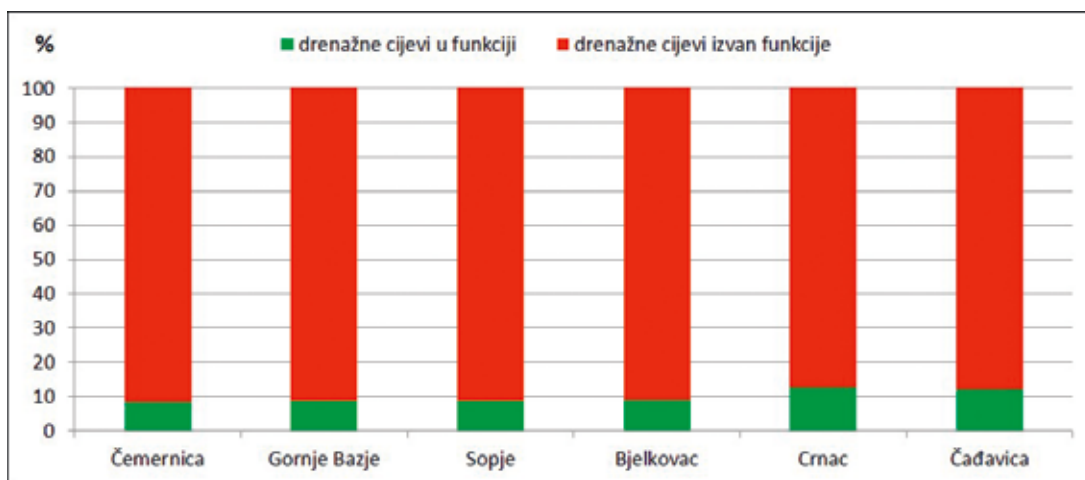
- detaljnim terenskim istraživanjima i provedenom statističkom analizom u vezi s procjenom devastacije (uništenosti) podzemnog sustava melioracijske odvodnje – cijevne drenaže



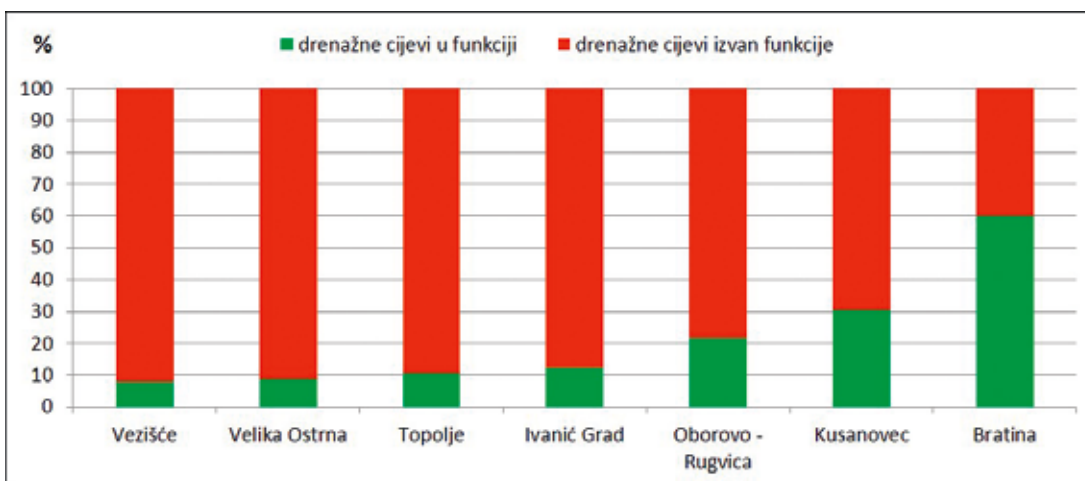
Slika 10: Pregled devastacije cijevne drenaže po kontrolnim cjelinama u Osječko-baranjskoj županiji (Izvor: „Drenaža zemljišta Hrvatske“, Petošić, 2021.).



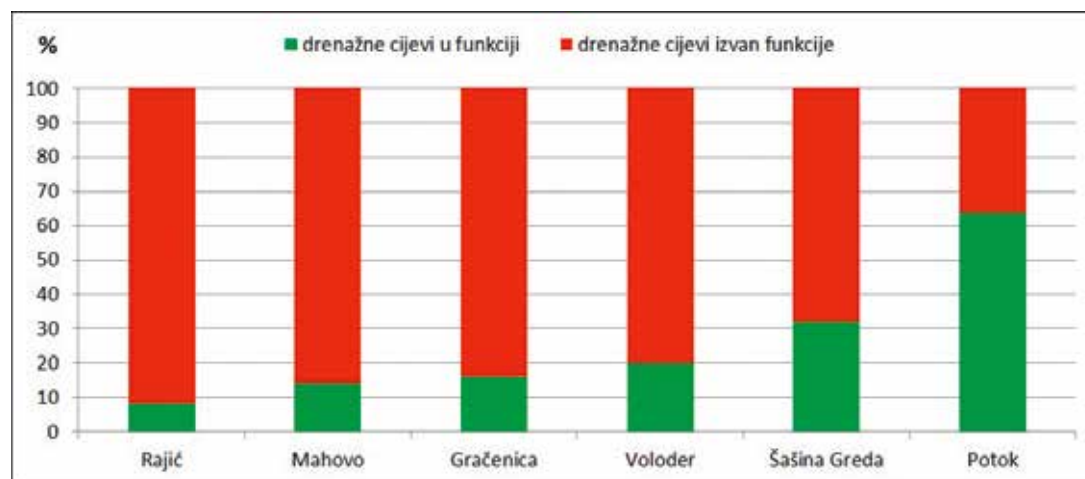
Slika 11: Pregled devastacije cijevne drenaže po kontrolnim cjelinama u Vukovarsko-srijemskoj županiji (Izvor: „Drenaža zemljišta Hrvatske“, Petošić, 2021.).



Slika 12: Pregled devastacije cijevne drenaže po kontrolnim cjelinama u Virovitičko-podravskoj županiji (Izvor: „Drenaža zemljišta Hrvatske“, Petošić, 2021.).



Slika 13: Pregled devastacije cijevne drenaže po kontrolnim cjelinama u Zagrebačkoj županiji (Izvor: „Drenaža zemljišta Hrvatske“, Petošić, 2021.).



Slika 14: Pregled devastacije cijevne drenaže po kontrolnim cjelinama u Sisačko-moslavačkoj županiji (Izvor: „Drenaža zemljišta Hrvatske“, Petošić, 2021.).

treba naglasiti da je utvrđen vrlo visok stupanj devastiranosti sustava koji u prosjeku iznosi čak oko 84,24 %; (slike od 10 do 14).

- u prosjeku na svega 15,76 %, odnosno na oko 26.246,94 ha dreniranoga poljoprivrednog zemljišta u RH valja računati na to da drenažni sustav nije značajnije devastiran (uništen) i da se nalazi u relativno dobrom stanju.

3.6. Procjena funkcionalnosti drenažnog sustava

Detaljna procjena funkcionalnosti drenažnog sustava klasičnog i/ili kombiniranog tipa moguća je jedino na temelju višegodišnjih stacionarnih istraživanja (Petošić, 1993.; Petošić, 2003.), odnosno praćenja relevantnih pokazatelja koji ukazuju na njegovu adekvatnu funkcionalnost ili nefunkcionalnost, a to su:

- dinamika vlažnosti tala dreniranoga poljoprivrednog zemljišta (DPZ-a)
- režim vlaženja dreniranih tala (DPZ-a)
- dinamika intenziteta drenažne odvodnje
- bilanca vode dreniranih tala (zemljišta)
- prinos uzgajanih kultura na dreniranim tlima (DPZ-u)

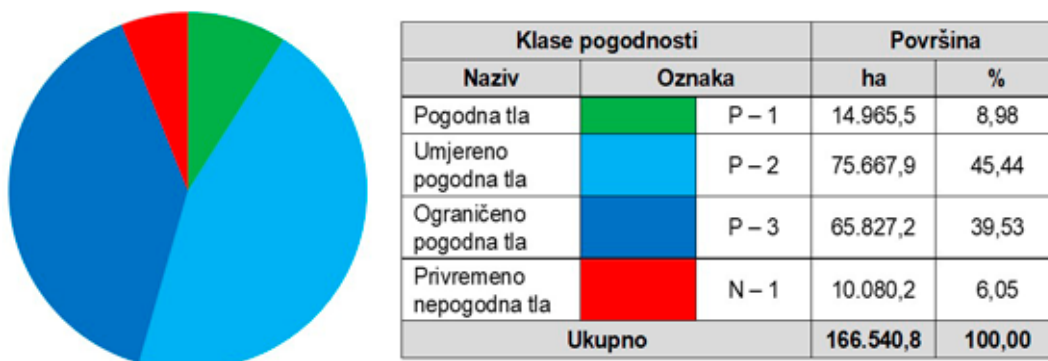
Na temelju navedenih pokazatelja može se zaključiti da je procjena funkcionalnosti drenažnih sustava, a posebice na razini RH, pri čemu je obuhvaćena ukupna površina DPZ-a od 166.541,0 ha vrlo zahtjevan i složen zadatak. On zahtijeva istraživanja navedene problematike znatno širih razmjera od onih koja su provedena u sklopu Projekata CRORED (2015.) i CRORED-2. (2019). Budući da se radi o složenoj problematici, pri čemu se funkcionalnost drenažnog sustava ne može jednoznačno iskazati, kao funkcionalan ili nefunkcionalan, u procjeni

Tablica 3: Približna procjena funkcionalnosti drenažnog sustava odvodnje na DPZ-u u Republici Hrvatskoj (Izvor: „Drenaža zemljišta Hrvatske“, Petošić, 2021.)

Aproksimativna procjena funkcionalnosti drenažnog sustava									
Stupanj funkcionalnosti sustava									
Dobar		Dovoljan (upotrebljiv)		Loš		Vrlo loš		Ukupno	
ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
15.000	9	40.000	24	95.000	58	15.000	9	165.000	100

Tablica 4: Prikaz trenutnog stanja funkcionalnosti melioracijskog sustava odvodnje po županijama u Republici Hrvatskoj (Izvor: „Drenaža zemljišta Hrvatske“, Petošić, 2021.)

Županija		Melioracijski sustav detaljne odvodnje							
Br.	Naziv	Površinski kanali III./IV. reda				Podzemni sustav cijevne drenaže			
		U adekvatnoj funkciji		Izvan adekvatne funkcije		U adekvatnoj funkciji		Izvan adekvatne funkcije	
		km	%	km	%	ha	%	ha	%
1.	Zagrebačka	886,46	86,19	142,02	13,81	3.546,00	21,68	12.810,00	78,32
2.	Krapinska								
3.	Sisačka	589,95	75,92	187,11	24,08	3.813,38	25,66	11.047,81	74,34
4.	Karlovačka	36,28	88,98	4,04	10,02	104,92	15,79	559,58	84,21
5.	Varaždinska	5,70	100,00			18,83	15,79	100,47	84,21
6.	Koprivnička	84,04	87,51	11,63	12,49	296,47	15,79	1.581,13	84,21
7.	Bjelovarska	130,21	52,39	118,33	47,61	759,68	15,79	4.051,15	84,21
8.	Primorska								
9.	Lička								
10.	Virovitička	366,93	27,33	675,40	72,67	2.442,40	10,26	21.362,60	89,74
11.	Požeška	78,12	84,30	5,06	15,70	236,32	15,79	1.260,38	84,21
12.	Brodsko-savska	341,51	27,95	880,30	72,05	2.847,57	12,95	19.141,40	87,05
13.	Zadarska	59,90	90,82	6,05	9,18	144,27	15,79	769,43	84,21
14.	Osječka	1.562,12	65,47	823,63	34,53	4.710,49	11,46	36.393,31	88,54
15.	Šibenska	14,50	94,95	0,77	5,05	42,41	15,79	226,19	84,21
16.	Vukovarsko-srijemska	816,70	42,63	1.098,75	57,37	3.464,56	10,26	30.303,14	89,74
17.	Splitsko-dalmatinska					3,93	15,79	20,97	84,21
18.	Istarska	82,12	73,86	29,06	26,14	300,76	15,79	1.604,04	84,21
19.	Dubrovačko-neretvanska								
20.	Međimurska	80,05	100,00			345,04	15,79	1.840,16	84,21
21.	Grad Zagreb	22,49	63,65	12,84	36,35	61,91	15,79	330,19	84,21
Ukupno RH		5.157,08		3.994,99		23.139,00		143.402,00	



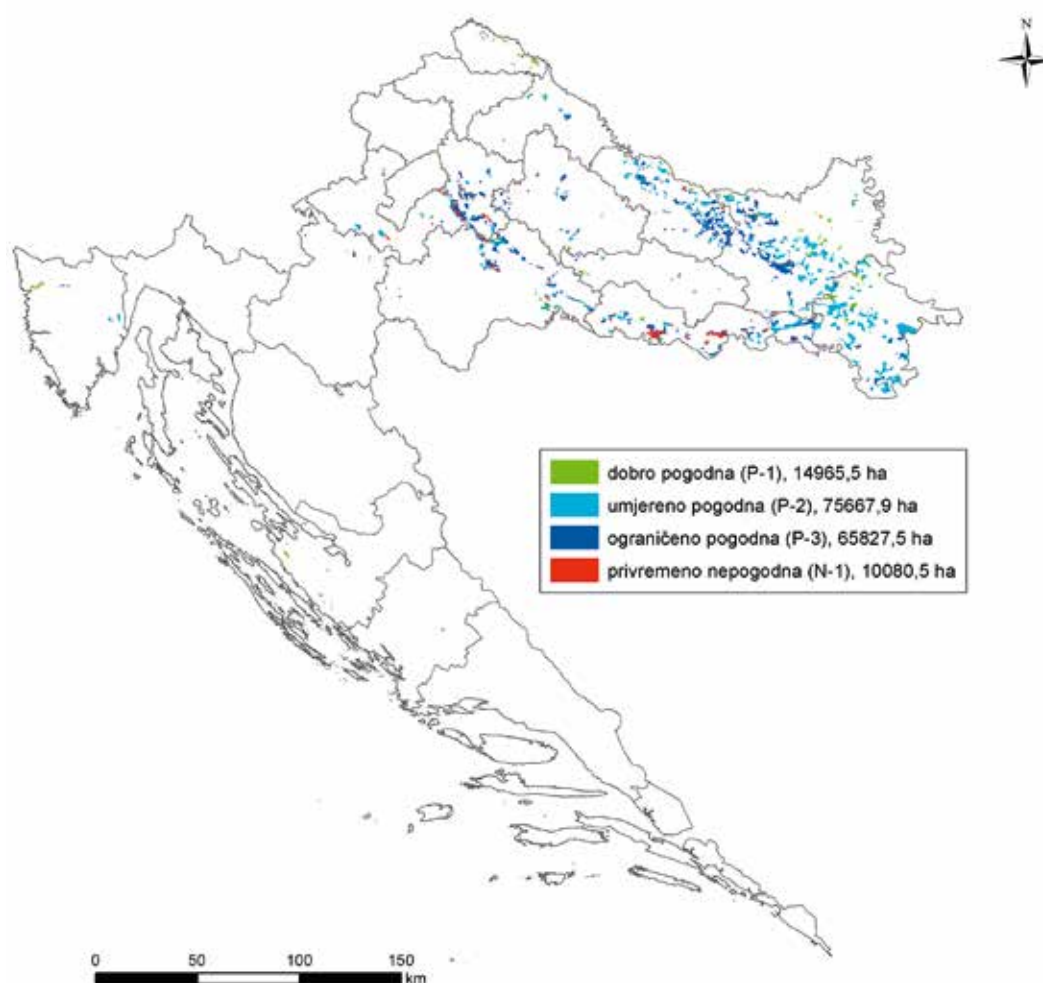
Slika 15: Zbirni prikaz pogodnosti dreniranoga poljoprivrednog zemljišta za primjenu navodnjavanja u RH (Izvor: „Drenaža zemljišta Hrvatske“, Petošić, 2021.).

su uvedeni stupnjevi funkcionalnosti: dobar, dovoljan (upotrebljiv), loš i vrlo loš (tablica 3), odnosno termini: u adekvatnoj i/ili izvan adekvatne funkcije (tablica 4).

3.7. Procjena pogodnosti dreniranog zemljišta za primjenu navodnjavanja

Svjedoci smo sve prisutnijih problema u uzgoju poljoprivrednih kultura, a koji su u svezi s nedovoljnim količinama pristupačne vode u površinskom horizontu proizvodnih tala (zemljišta). U tom pogledu značajan

potencijal za daljnji razvoj agrara u RH potrebno je tražiti i u navodnjavanju dreniranoga poljoprivrednog zemljišta (tala), koje bi prema stupnju uređenja trebalo biti pogodno za potrebe navodnjavanja. Pogodnost izdvojenih pedološko-melioracijskih jedinica dreniranoga poljoprivrednog zemljišta za potrebe navodnjavanja, s preglednim kartama pogodnosti po županijama u RH, mogu se pronaći u GIS bazi podataka (CRORED-2., 2019. HV).



Slika 16: Karta pogodnosti dreniranog poljoprivrednog zemljišta za primjenu navodnjavanja RH-e (Izvor: „Drenaža zemljišta Hrvatske“, Petošić, 2021.).

Temeljem pokazatelja na slikama 15 i 16 valja zaključiti da od ukupno dreniranoga poljoprivrednog zemljišta (DPZ-a) u RH čija površina iznosi 166.541,5 ha, u klasu pogodnih tala (P-1) za navodnjavanje spada 14.965,5 ha ili 8,98 %. U klasu umjereno pogodnih tala (P-2) svrstano je 75.667,9 ha ili 45,44 %. U klasu ograničeno pogodnih tala (P-3) svrstano je 65.827,2 ha ili 39,53 %, a u klasu privremeno nepogodnih tala (N-1) 10.080,2 ha ili 6,05 % DPZ-a.

3.8. Prijedlog mjera popravka s troškovima dreniranog zemljišta za primjenu navodnjavanja

Na temelju prikazanih pokazatelja o pogodnosti DPZ-a za primjenu navodnjavanja u RH iz prethodnog poglavlja rada (slika 15) proizlazi da je navodnjavanje na ovom zemljištu uz primjenu adekvatnih hidro i agro melioracijskih mjera popravka poželjno provesti na približno 100.000 hektara ili na 60 % DPZ-a u RH. Dakle, na površinama DPZ-a na kojima su zastupljena tla iz sljedećih klasa pogodnosti: P-1 (oko 15.000 ha), P-2 (oko 76.000 ha) i manji dio tala iz klase P-3 (9.000

ha.). Na preostalom dijelu, odnosno na oko 66.500 ha, ili 40 %, DPZ-a u RH, koje najvećim dijelom i/ili u potpunosti pokrivaju tla iz klasa P-3 i N-1 primjena navodnjavanja je vrlo upitna. Prijedlog je dakle, da se ova tla odnosno oko 66.500 ha DPZ-a u RH trebaju isključiti za potrebe navodnjavanja. U tablicama 5 i 6 dani su prijedlozi s prikazima hidro i agromelioracijskih mjera popravka DPZ-a s prosječnom cijenom radova za potrebe navodnjavanja na površini koja zauzima oko 100.000 ha ili 60 % DPZ-a u Republici Hrvatskoj.

4. ZAKLJUČNO RAZMATRANJE

Na temelju najnovijih terensko-laboratorijskih i statističkih istraživanja koja su provedena na poljoprivrednom zemljištu u RH u razdoblju od 2015. do 2019. godine, utvrđeno je loše stanje melioracijske detaljne površinske odvodnje odnosno kanala III. i/ili IV. reda, te loše do vrlo loše stanje utvrđeno je kod podzemnog sustava cijevne drenaže. Uzroci ovakvog stanja melioracijske odvodnje u RH u izravnoj su vezi s neredovitim održavanjem i velikoj zapuštenosti sustava površinske odvodnje te devastaciji, a dijelom i „starosti“

Tablica 5: Prijedlog hidromelioracijskih mjera popravka i prosječna cijena radova DPZ-a za primjenu navodnjavanja u RH (Izvor: „Drenaža zemljišta Hrvatske“, Petošić, 2021.)

Obnova i dogradnja sustava								
Broj	Vrsta radova		Jedinica mjere			Cijena troškova u kn		
			km	ha	kom.	km	ha	kom.
1.	Obnova melioracijskih kanala III./IV. reda		3.994,99			80.000,0		319.599.200,00
2.	Dogradnja cijevne drenaže	Klasični sustav		89.663,1			11.400,0	1.022.159.340,00
3.	Zamjena drenažnih izljeva				93.561		286	26.758.446,00
Ukupno	Obnova i dogradnja							1.368.516.956,00
Održavanje sustava								
1.	Košnja melioracijskih kanala III./IV. reda		9.152,07			4.250,0		38.896.297,50
2.	Kontrola i održavanje drenaže			89.663,1			116,0	10.400.919,60
Ukupno	Održavanje sustava							49.297.217,10
Sveukupno	Obnova, dogradnja i održavanje sustava							1.417.814.203,10

Tablica 6: Prijedlog agromelioracijskih mjera popravka i prosječna cijena radova dreniranoga poljoprivrednog zemljišta za primjenu navodnjavanja na području Republike Hrvatske (Izvor: „Drenaža zemljišta Hrvatske“, Petošić, 2021.)

Broj	Vrsta radova		Jedinica mjere	Cijena troškova u kn	
			ha	ha	Ukupno
1.	Dubinsko vertikalno rahljenje tla		23.298	1.150	26.792.700,00
2.	Kalcifikacija tla		62.681	2.600	162.970.600,00
3.	Humizacija tla		82.668	4.400	363.739.200,00
4.	Meliorativna gnojdba tla	P ₂ O ₅	21.489	2.700	58.020.300,00
		K ₂ O	28.324	2.700	76.474.800,00
Sveukupno	(1. – 4.)				687.997.600,00
Sveukupno	Hidromelioracije i agromelioracije				2.105.811.803,10

podzemnog sustava cijevne drenaže. Utvrđena je velika devastiranost (uništenje) podzemnog sustava cijevne drenaže na više od 80 % ili 130.000 ha dreniranog poljoprivrednog zemljišta (DPZ-a) u RH. Kao posljedica navedenog, funkcionalnost sustava melioracijske odvodnje, a posebno podzemnog sustava cijevne drenaže u cilju efikasnog i pravovremenog odvođenja suvišnih voda s poljoprivrednog zemljišta je vrlo varijabilna i varira u širokom rasponu od dobre do vrlo loše. Dobra funkcionalnost sustava procijenjena je na oko 9 % odnosno na 15.000 ha, zadovoljavajuća na oko 24 % ili oko 40.000 ha, loša do vrlo loša na 58 % ili 95.000 ha i vrlo loša na oko 9 % ili 15.000 ha DPZ-a u RH. Na temelju provedene procjene DPZ-a u RH za potrebe

navodnjavanja, kao pogodno (P-1) izdvojeno je ok 9 % ili 15.000 ha, umjereno pogodno (P-2) oko 45 % ili 75.000 ha, ograničeno pogodno (P-3) 40 % ili 66.000 ha i privremeno nepogodno (N-1) 6 % ili 10.000 ha. Također je procijenjeno da su mjere popravka (revitalizacije) na oko 67.000 ha ili na 40 % DPZ-a u RH zbog visoke cijene ulaganja vrlo upitne i da ove površine valja isključiti iz primjene.

Na preostalim 60 % ili na približno 100.000 ha DPZ-a u RH za potrebe navodnjavanja obavezno bi trebalo provesti adekvatne mjere popravka. Okvirna cijena radova agromelioracijskih mjera popravka iznosila bi oko 700.000.000 kn, a hidromelioracijskih oko 1.400.000.000 kn ili sveukupno oko 2.100.000.000 kn (bez PDV-a). ■

LITERATURA:

- Bella, S. (1935.): *Melioracije tla*. Tehnički fakultet, Zagreb.
- Husnjak, S. (2014.): *Sistematika tala Hrvatske*. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Marušić, J. (1989.): Organizacija građenja hidromelioracijskih sustava površinskog i podzemnog odvodnjavanja. *Priručnik za melioracije*, I kolo, knjiga 5., 7-18, Zagreb.
- Marušić, J. (2003.): Stanje i značajke hidromelioracijskih objekata i sustava za poljoprivrednu proizvodnju u Hrvatskoj. *Priručnik za hidrotehničke melioracije*, III. kolo, knjiga 1., 49-95, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka.
- Narodne Novine (2018): Zakon o izmjenama i dopunama zakona o vodama. 46/18. Zagreb.
- Ondrašek, G., Romić, D., Bakić-Begić, H., Bubalo Kovačić, M., Husnjak, S., Mesić, M., Šestak, I., Salajpal, K., Barić, K., Bažok, R. i sur. (2019.): *Određivanje prioriteta područja motrenja podzemnih voda unutar intenzivnog poljoprivrednog prostora*, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Petošić, D. (2003.): *Funkcionalnost sustava detaljne odvodnje*, Hrvatske vode, 45, 515-523.
- Petošić, D., Šimunić, I. (2007.): Revitalizacija postojećih i koncepcija novih sustava detaljne odvodnje u svrhu unapređenja ruralnog prostora. *Zbornik radova HAZU*, 99-115, Zagreb.
- Petošić, D. (2015.): *Drenaža*. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Petošić, D., Husnjak, S., Mustać, I., Bakić, H., Filipović, V. (2015.): Inventarizacija sustava podzemne odvodnje na poljoprivrednim površinama u Republici Hrvatskoj, ocjena stanja i preporuke za obnovu i održavanje (CRORED, 2015), *Studija*, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Petošić, D., Šoštarić, J., Mustać, I., Dadić, M. (2016.): Sustavi podzemne odvodnje na poljoprivrednom zemljištu u Republici Hrvatskoj, ocjena stanja i preporuke za obnovu i održavanje. *Okrugli stol, Hidrotehničke melioracije u RH – stanje i izazovi*, Višnjica, Hrvatska.
- Petošić, D., Mustać, I., Bakić Begić, H. (2019.): Procjena pogodnosti s mjerama uređenja dreniranog poljoprivrednog zemljišta za primjenu navodnjavanja u Republici Hrvatskoj (CRORED-2). *Studija*, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Petošić, D. (2021.): *Drenaža zemljišta Hrvatske*. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Škorić, A., Filipović, G., Ćirić, M. (1985.): *Klasifikacija zemljišta Jugoslavije*, Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo.
- Tomić, F. (1987.): Sistemi detaljne odvodnje za reguliranje suvišnih voda. *Priručnik za hidrotehničke melioracije*, I kolo, knjiga 4, 169-223, Zagreb.
- Tomić, F., Petošić, D. (2003.): Rješavanje problema suvišnih unutarnjih voda hidromelioracijskim sustavima. *Priručnik za hidrotehničke melioracije*, III kolo, knjiga 1, 177-197, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka.
- *** (1907): Izvješće uprave Kraljevina Hrvatske i Slavonije za razdoblje 1896. -1905., Svezak V. Zagreb.

STATE AND PERSPECTIVE OF PIPE DRAINAGE OF AGRICULTURAL LAND IN THE REPUBLIC OF CROATIA

Abstract. The purpose of the paper is to present the state and perspective of amelioration drainage with an emphasis on subsoil pipe drainagesystems on agricultural land in the Republic of Croatia using field, laboratory and statistical research conducted in the 2015 – 2019 period. The research was conducted in the counties, particularly the following five – the Osijek – Baranja, Vukovar – Srijem, Virovitica – Podravina, Sisak – Moslavina and Zagreb Counties, since they cover 129,893.70 ha or 78 % of drained agricultural land in the Republic of Croatia. The conducted research on the majority of drained agricultural land in Croatia observed poor state of surfaceopen canal systems and poor to very poor state of subsoil pipe drainage systems, the causes being irregular maintenance, negligence and devastation of the systems. As a consequence, a high variability in the functionality of the systems was determined, i.e. a lack of efficient and timely draining of excess water from agricultural land. Further use of drained agricultural land in the Republic of Croatia (166,541.50 ha) for cultivation of agricultural crops and achievement of profitable agricultural production will require additional hydrotechnical and agro-amelioration corrective measures. The results presented in this paper are mostly taken from the monograph "Land drainage in Croatia" (Petošić, 2021).

Key words: amelioration drainage, pipe drainage, functionality, drained agricultural land, revitalisation, corrective measures, irrigation

STAND UND PERSPEKTIVE DER ROHRENTWÄSSERUNG VON LANDWIRTSCHAFTLICHEN FLÄCHEN IN KROATIEN

Zusammenfassung. Das Ziel der Arbeit ist auf den Stand und die Perspektive der Meliorationsdrainage hinzuweisen, mit Betonung auf unterirdische Rohrentwässerungssysteme auf landwirtschaftlichen Flächen in Kroatien, wofür die zwischen 2015 und 2019 durchgeführten Feld- und Laborforschungen verwendet wurden. Die Untersuchungen wurden in fünf kroatischen Verwaltungsbezirken durchgeführt, nämlich in den Gespanschaften Osijek-Baranja, Vukovar-Srijem, Virovitica-Podravina, Sisak-Moslavina und Zagreb. In diesen Bezirken befinden sich 129.893,70 Hektar oder 78 % der entwässerten landwirtschaftlichen Flächen Kroatiens. In den meisten entwässerten landwirtschaftlichen Flächen wurde schlechter Zustand von Oberflächensystemen mit offenen Kanälen und schlechter bis sehr schlechter Zustand von unterirdischen Rohrentwässerungssystemen festgestellt. Die Ursachen für den schlechten Zustand sind unregelmäßige Wartung und Vernachlässigung der Systeme sowie Verwüstung. Als Folge davon wurde große Variabilität in der Systemfunktionalität d.h. in der effizienten und rechtzeitigen Ableitung vom überschüssigen Wasser von den landwirtschaftlichen Flächen festgestellt. Die Weiternutzung von entwässerten landwirtschaftlichen Flächen in Kroatien (166.541,50 Hektar) für den Anbau landwirtschaftlicher Nutzpflanzen und für die Realisierung einer rentablen landwirtschaftlichen Produktion erfordert zusätzliche Hydro- und Agromeliorations-Instandsetzungsmaßnahmen. Die in dieser Arbeit dargestellten Ergebnisse sind der Monographie „Drenaža zemljišta Hrvatske“ (Landentwässerung in Kroatien) (Petošić, 2021) entnommen.

Schlüsselwörter: Meliorationsdrainage, Rohrentwässerung, Funktionalität, entwässerte landwirtschaftliche Fläche, Revitalisierung, Instandsetzungsmaßnahmen, Bewässerung