

## Procjena pogodnosti dreniranog poljoprivrednog zemljišta istočne Hrvatske za potrebe navodnjavanja

### Sažetak

Uslijed sve izraženijih klimatskih promjena, na području istočne Hrvatske dolazi do sve češćih i duljih sušnih razdoblja što rezultira promjenama u vodnom režimu područja te poteškoćama u gospodarenju tlom i vodom za potrebe poljoprivrede. Iz tog razloga javlja se sve češća potreba za izgradnjom sustava navodnjavanja u svrhu stabilne i isplative poljoprivredne proizvodnje. Stoga ovaj rad ima za cilj odrediti pogodnost za navodnjavanje dreniranog poljoprivrednog zemljišta (tala) na području istočne Hrvatske.

Za analizu osnovnih klimatskih pokazatelja korišteni su podaci s meteorološke postaje (m.p) Osijek-Čepin i m.p Gradište kod Županje, za vremensko razdoblje od 2003. do 2022. godine. Utvrđen je blagi trend sniženja godišnjih količina oborina te porast mjesečnih temperatura zraka od 0,09 °C godišnje. Također utvrđena je visoka varijabilnost oborina te kontinuirani porast nedostatka vode u tlu i smanjenje viška vode u tlu.

Na istraživanom dreniranom poljoprivrednom zemljištu istočne Hrvatske (ukupne površine 74.871,2 ha), obzirom na klase pogodnosti za potrebe navodnjavanja, najviše je zastupljena klasa P-2 (63,2 %), a zatim slijede klasa P-3 (26,0 %) i klasa P-1 (9,8 %). Svega 1 % istraživanih površina svrstan je u klasu nepogodnosti N-1, a klasa trajno nepogodnih tala N-2 nije utvrđena.

**Ključne riječi:** navodnjavanje, cijevna drenaža, Istočna Hrvatska

### Uvod

Primjenom hidrotehničkih mjera, u prvom redu detaljne odvodnje, posebice cijevne drenaže, poljoprivredna zemljišta (tla) poprimaju izmijenjena svojstva, prvenstveno načine izvornog vlaženja, pa se s pravom može govoriti o kategoriji dreniranog poljoprivrednog zemljišta (Petošić, 2021.; Petošić i sur., 2022.).

Drenirano poljoprivredno zemljište (u daljnjem tekstu: DPZ) zauzima na prostoru istočne Hrvatske značajnu površinu od 74.871,2 ha (Petošić i sur., 2015.; Mustać i sur., 2019.). Pod pojmom istočne Hrvatske u ovom je radu obuhvaćen prostor teritorijalnog ustroja Osječko-baranjske i Vukovarsko-srijemske županije. Fond dreniranog poljoprivrednog zemljišta (tala) od oko 75.000 ha predstavlja značajan potencijal u daljnjem razvoju agrara na ovom prostoru, posebice u uvjetima budućeg navodnjavanja.

Naime, intenziviranjem klimatskih promjena koje su sve izraženije u posljednja dva desetljeća i na prostoru istočne Hrvatske, a očituju se u pojavi dugotrajnih sušnih razdoblja (posebice u ljetnim mjesecima godine) te osjetno utječu na smanjenje prinosa uzgajanih kultura, sve se više nameće potreba za navodnjavanjem (Romić i sur., 2022.; Mustać i sur., 2023.).

Međutim, DPZ-e na prostoru istočne Hrvatske u pogledu primjene navodnjavanja nije niti približno jednake pogodnosti. Pogodnost DPZ-a Istočne Hrvatske za primjenu navodnjavanja koleba u rasponu vrijednosti od vrlo pogodnog do privremeno nepogodnog zemljišta (tla). Stoga je cilj ovog rada odrediti pogodnost za navodnjavanje dreniranog poljoprivrednog zemljišta (tala) na području istočne Hrvatske.

Općenito, na ovom prostoru velikim dijelom prevladava zemljište dobre pogodnosti za

<sup>1</sup> doc. dr. sc. Ivan Mustać, prof. dr. sc. Dragutin Petošić, dr. sc. Helena Bakić Begić, izv. prof. dr. sc. Vilim Filipović, Jasmina Defterdarović, mag. ing. agr., Vedran Krevh, mag. ing. agr., doc. dr. sc. Lana Filipović, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta, Zagreb  
Autor za korespondenciju: imustac@agr.hr

primjenu navodnjavanja. Tako su Vidaček i sur. (1997.) samo na užem prostoru istočne Hrvatske koji obuhvaća Đakovačko-vukovarski ravnjak i blage padine Baranjskog brda izdvojili oko 80.633 ha poljoprivrednih tala koje po pogodnosti za navodnjavanje pripadaju visokim klasama pogodnosti (P-1 i P-2).

Valja naglasiti da je i u ovom radu procjena pogodnosti DPZ-a (tala) za primjenu navodnjavanja izvršena prema metodi i kriterijima FAO (1976., 1985.) korigirano po Vidačeku (1981.). Međutim, treba istaći da su u procjeni ograničavajućih čimbenika koji utječu na pogodnost nekog zemljišta (tla) za primjenu navodnjavanja pored ograničenja samog tla uključeni i pokazatelji ograničenja vezani za trenutačno stanje i funkcionalnost izvedenih hidrotehničkih sustava odvodnje, u prvom redu detaljnih sustava površinske odvodnje otvorenim kanalima III i IV reda i podzemnog sustava cijevne drenaže (Petošić, i sur., 2015.; Mustać i sur., 2019.).

Na temelju provedenih istraživanja, uključujući i dodatna ograničenja na cjelovitom prostoru istočne Hrvatske, a vezano za procjenu DPZ-a (tala) za primjenu navodnjavanja izdvojene su ukupno četiri klase pogodnosti: pogodna tla (P-1), umjereno pogodna tla (P-2), ograničeno pogodna tla (P-3) i privremeno nepogodna tla (N-1).

## Materijali i metode

Za izradu rada korištene su sljedeće podloge i dokumenti: Namjenska pedološka karta Republike Hrvatske mjerila 1:50.000 (Vidaček i sur., 2003.); Topografska karta Republike Hrvatske mjerila 1:25.000 (TK25) (Državna geodetska uprava, 2011.); Hidropedološke i/ili melioracijske studije poljoprivrednog zemljišta za Osječko-baranjsku i Vukovarsko-srijemsku županiju u razdoblju od 1970. do 2018. godine; Glavni projekti melioracijske podzemne odvodnje-cijevne drenaže u kombinaciji s površinskom odvodnjom otvorenim kanalima (III./IV. reda) za Osječko-baranjsku i Vukovarsko-srijemsku županiju u razdoblju od 1970. do 2018. godine; Inventarizacija sustava podzemne odvodnje na poljoprivrednim površinama u RH, ocjena stanja i preporuke za obnovu i održavanje (CRORED, 2015.); Procjena pogodnosti s mjerama uređenja dreniranog poljoprivrednog zemljišta za primjenu navodnjavanja u RH (CRORED 2, 2019.).

Terenska istraživanja u svrhu utvrđivanja trenutačnog stanja i devastiranosti podzemnog sustava cijevne drenaže u kombinaciji s površinskim sustavom otvorenih kanala provedena su u razdoblju od 2017. do 2019. godine. Navedena istraživanja su provedena na dreniranom zemljištu Istočne Hrvatske koje obuhvaća Osječko-baranjsku (41.103,7 ha) i Vukovarsko-srijemsku (33.767,5 ha) županiju. U sklopu terenskih istraživanja izvršena su i dodatna pedološka istraživanja (bez laboratorijskih analiza) na približno 12.000 ha i to na drenažnim cjelinama za koje su nedostajale detaljne pedološko-melioracijske studije (mjerila 1:2.000 i 1:5.000).

Procjena pogodnosti istraživanog dreniranog zemljišta istočne Hrvatske za potrebe navodnjavanja izvršena je prema metodi i kriterijima FAO (1976., 1985.) korigirano prema Vidačeku (1981.). U okviru procjene, izdvojene pedosistematske jedinice-tla su razvrstane u redove i klase pogodnosti, pri čemu su uvažene i dodatne vrste ograničenja (Mustać i sur., 2019.), koja se odnose na karakteristike stanja i funkcionalnost izgrađenih sustava melioracijske odvodnje (površinske i podzemne).

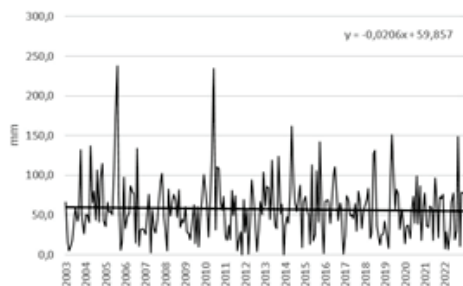
Klasifikacija pedosistematskih jedinica izvršena je prema Škoriću i sur., (1985.) te prema Hunsjaku (2014.).

Za analizu osnovnih klimatskih parametara (oborine i temperature zraka) korišteni su podaci s meteoroloških postaja: m.p.Osijek-Čepin i m.p. Gradište kod Županje. Evapotranspiracija je utvrđena prema Penman-Monteith metodi pomoću računalnog programa CropwatV.8.0 (Smith, 1992), a bilanca vode u tlu prema metodi Thornthwaitea (1957.).

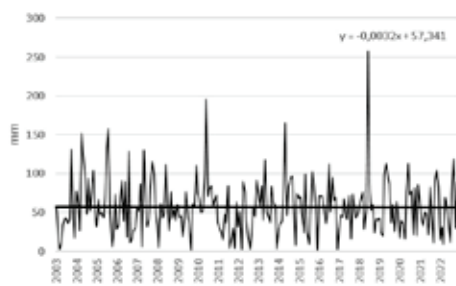
## Rezultati i rasprava

### Klimatske prilike i manjak vode u istraživanim dreniranim tlima

Na slikama 1 i 2 prikazane su značajke klime za dvije meteorološke postaje (m.p. Osijek-Čepin (OBŽ) i m.p. Gradište kod Županje (VSŽ)) te za dvadesetogodišnje vremensko razdoblje (2003. do 2022.). Godišnje sume evapotranspiracije i bilance vode u tlu prema podacima s pretходно navedenih meteoroloških postaja (2003. do 2022.) prikazane su u tablici 1 i slici 3.



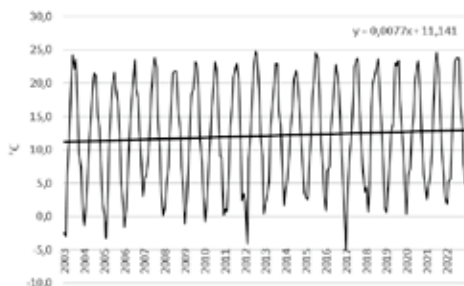
1a - m.p. Osijek-Čepin



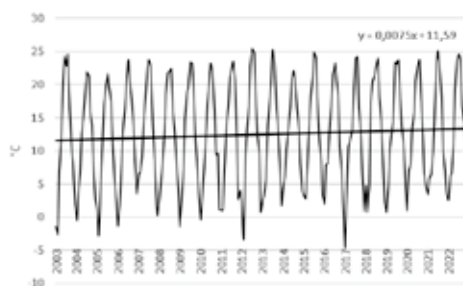
1b - m.p. Gradište kod Županje

**Slika 1.** Trend kretanja mjesečnih oborina u razdoblju od 2003. do 2022. godine

**Figure 1.** Trend of monthly precipitation in the period from 2003 to 2022



2a - m.p. Osijek-Čepin



2b - m.p. Gradište kod Županje

**Slika 2.** Trend kretanja srednjih mjesečnih temperatura zraka u razdoblju od 2003. do 2022. godine

**Figure 2.** Trend of average monthly air temperatures in the period from 2003 to 2022

**Tablica 1.** Godišnje sume evapotranspiracije i bilanca vode u tlu u razdoblju od 2003. do 2022. godine

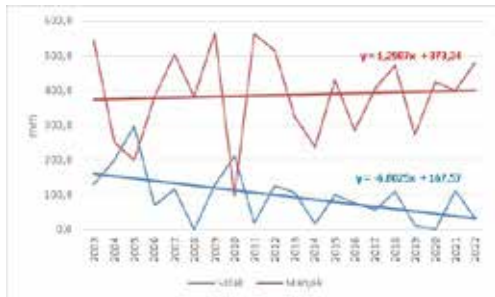
**Table 1.** Annual sums of evapotranspiration and soil water balance in the period from 2003 to 2022

Osijek-Čepin	PET (mm)	SET (mm)	Višak (mm)	Manjak (mm)
2003.	928,9	385,3	131,2	-543,5
2004.	918,0	667,0	198,5	-251,0
2005.	875,0	676,4	297,9	-198,7
2006.	944,3	563,0	69,1	-381,3
2007.	1008,6	505,5	115,4	-503,2
2008.	1011,2	628,7	0,0	-382,5
2009.	981,2	415,9	128,7	-565,3
2010.	925,8	827,1	211,1	-98,7
2011.	964,3	401,7	20,5	-562,6
2012.	989,4	473,0	126,2	-516,4
2013.	986,2	660,9	106,4	-325,3
2014.	1028,9	791,9	17,5	-237,0
2015.	1015,3	586,2	100,1	-429,1
2016.	963,3	678,1	76,7	-285,2
2017.	989,4	582,8	57,8	-406,6
2018.	1013,0	540,1	109,5	-472,9
2019.	1020,2	747,1	11,6	-273,1
2020.	1002,8	578,0	0,0	-424,8
2021.	986,8	587,0	110,8	-399,8
2022.	1032,5	552,0	33,9	-480,6

1a – m.p. Osijek-Čepin

Gradište	PET (mm)	SET (mm)	Višak (mm)	Manjak (mm)
2003.	957,4	371,9	110,2	-585,5
2004.	941,7	755,0	200,0	-186,7
2005.	915,5	596,5	151,7	-319,1
2006.	961,6	533,7	50,5	-427,9
2007.	1024,9	633,6	173,8	-391,3
2008.	1035,1	603,9	0,0	-431,2
2009.	999,6	454,9	138,4	-544,7
2010.	949,2	815,9	154,7	-133,3
2011.	981,8	356,9	36,7	-625,0
2012.	1009,9	420,5	105,6	-589,4
2013.	1009,6	628,9	80,6	-380,6
2014.	1042,6	822,1	0,5	-220,4
2015.	1032,7	582,2	61,3	-450,4
2016.	1014,9	676,3	69,6	-338,6
2017.	951,8	544,8	35,6	-407,0
2018.	1039,4	695,9	155,9	-343,5
2019.	1044,9	697,2	20,2	-347,7
2020.	1028,1	641,3	16,8	-386,8
2021.	1015,7	530,2	140,3	-485,6
2022.	1059,3	574,0	30,8	-485,4

1b – m.p. Gradište kod Županje



3a – m.p. Osijek-Čepin



3b – m.p. Gradište kod Županje

**Slika 3.** Trend kretanja viška i manjka vode u tlu u razdoblju od 2003. do 2022. godine

**Figure 3.** Trend of surplus and deficit of water in the soil in the period from 2003 to 2022

Na slici 1 prikazane su mjesečne vrijednosti oborina tijekom dvadesetogodišnjeg razdoblja (2003.-2022.). Iz formula trendova može se iščitati blago negativan, ali nesignifikantan trend sniženja godišnjih količina oborina (0,3 mm, odnosno 0,04 mm godišnje), što je u domeni statističke pogreške, ali je u skladu s istraživanjima raznih autora (Perčec Tadić i sur., 2014; Mišević i sur., 2018; Petošić, i sur., 2022.; Šimunić i sur., 2021; Husnjak i sur., 2022). Međutim, navedeni podaci mogu osjetno odstupati od stvarne situacije na terenu. Često je na samom terenu prisutna pojava sve učestalijih i duljih sušnih razdoblja te povremenih rekordnih količina padalina (npr. lipanj 2018. godine) kada je tijekom jednog mjeseca na m.p. Gradište zabilježeno čak 257,4 mm oborina što je 37,7 % prosječne količine dvadesetogodišnjih suma oborina

(683,5 mm) za razdoblje od 2003. do 2022. godine. Takve vrlo visoke količine oborina u kratkom razdoblju imaju vrlo malu efektivnu vrijednost za uzgajane kulture. Naime, prilikom takvih ekstremnih pojava tlo nije u stanju upiti navedene količine oborina, pri čemu se najveći dio njih praktično gubi kanalima u glavne recipijente područja.

Iz formula trendova na slici 2 može se očitati porast prosječnih mjesečnih temperatura zraka od 0,09 °C godišnje u razdoblju od 2003. do 2022. godine. Navedena mjerenja su izvršena u relativno kratkom vremenskom razdoblju (20 godina) i na osnovu njih nije zahvalno iznositi definitivne zaključke, ali su svakako indikativna te su u skladu s domaćim i globalnim klimatskim trendovima.

Iz prethodno navedenog, a vezano za podatak iz tablice 1 i slike 3 vidljiva je općenito visoka varijabilnost oborina, ubrzani porast temperatura zraka te intenzifikacija procesa klimatskih promjena (što se očituje kontinuiranim porastom nedostatka i smanjenjem viška vode u tlu), što upućuje na zaključak da bi primjena navodnjavanja na istraživanom području učinkovito doprinijela uspješnijoj, stabilnijoj i isplativijoj biljnoj proizvodnji.

### **Pogodnost dreniranih površina (tala) za potrebe navodnjavanja**

Istraživanja koja su provedena na dreniranim tlima (zemljištu) istočne Hrvatske obuhvaćaju ukupnu površinu od 74.871,2 ha. Bitno je istaknuti da čak na 48 % istraženih površina prevladava Hipoglejno tlo, a s znatno manjim udjelom slijede ostale pedosistematske jedinice (tablica 2).

**Tablica 2.** Izdvojene pedosistematske jedinice dreniranih tala (zemljišta) na prostoru Istočne Hrvatske

**Table 2.** Separated pedosystematic units of drained soils (land) in Eastern Croatia

<b>Skraćeni naziv pedosistematske jedinice</b>	<b>Površina (ha)</b>
Aluvijalno oglejeno	427,3
Aluvijalno-koluvijalno oglejeno	21,9
Lesivirano pseudooglejeno i oglejeno	6.475,6
Livadsko pseudooglejeno	5.653,3
Pseudoglej	3.609,3
Pseudoglej-glej	8.240,5
Livadsko plitko oglejeno (semiglej)	4.365,7
Hipoglej	35.944,3
Ritska crnica (humoglej)	4.744,1
Ritska crnica vertična	87,7
Amfiglej	4.618,4
Amfiglej vertični	617,0
Zaslanjena tla	66,1
<b>Ukupno</b>	<b>74.871,2</b>

Procjena pogodnosti istraženog dreniranog zemljišta za potrebe navodnjavanja istočne Hrvatske izvršena je prema metodi i kriterijima FAO (1976., 1985.) korigirano prema Vidačeku (1981.). U okviru procjene, izdvojene pedosistematske jedinice-tla su razvrstana u redove i klase pogodnosti.

**Red pogodno (P)** uključuje tla na kojima navodnjavanje daje prema stupnju pogodnosti dobit i opravdava ulaganja bez štetnih posljedica.

**Red nepogodno (N)** uključuje tla koja su privremeno ili trajno nepogodna za primjenu održivog navodnjavanja.

**Klasa P-1: pogodna tla**, bez značajnih ograničenja za navodnjavanje ili s ograničenjima koja neće značajno utjecati na produktivnost, dobit i primjenu navodnjavanja.

**Klasa P-2: umjereno pogodna tla**, s ograničenjima koja umjereno ugrožavaju produktivnost, dobit i primjenu navodnjavanja.

**Klasa P-3: ograničeno pogodna tla**, s ograničenjima koja znatno ugrožavaju produktivnost, dobit i primjenu navodnjavanja.

**Klasa N-1: privremeno nepogodna tla**, s ograničenjima koja u postojećem stanju isključuju tehnološki i/ili ekonomski opravdanu primjenu navodnjavanja.

**Klasa N-2: trajno nepogodna tla**, s ograničenjima koja isključuju bilo kakvu mogućnost tehnološki i/ili ekonomski opravdanu primjenu navodnjavanja.

**Klase pogodnosti ili nepogodnosti** unutar pedološko – sistematskih jedinica određene su prema vrsti ograničenja prikazanih u tablicama 3 i 4.

**Tablica 3.** Vrste ograničenja s kriterijima korištenim u procjeni pogodnosti dreniranih poljoprivrednih tala za potrebe navodnjavanja

**Table 3.** Types of restrictions with criteria used in assessing the suitability of drained agricultural soils for irrigation purposes

Dreniranost (dr)		Vertičnost (vt)	
dr <sub>1</sub> = vrlo slaba		vt <sub>1</sub> = slaba	
dr <sub>2</sub> = slaba		vt <sub>2</sub> = umjerena	
dr <sub>3</sub> = nepotpuna		vt <sub>3</sub> = jaka	
dr <sub>4</sub> = umjereno dobra		vt <sub>4</sub> = vrlo jaka	
dr <sub>5</sub> = dobra			
Klase propusnosti tla za vodu		Režim vlažnosti (v, V)	
(k)	m/dan	v = povremeno stagniranje površinske vode	
k <sub>1</sub> = vrlo mala	< 0,026	vv = dugotrajno stagniranje površinske vode	
k <sub>2</sub> = mala	0,026 – 0,13	V = razina podzemne vode u sloju 50 - 100 cm	
k <sub>3</sub> = umjereno mala	0,13 – 0,52	VV = razina podzemne vode u sloju 0 – 50 cm	
k <sub>4</sub> = umjerena	0,52 – 1,42		
k <sub>5</sub> = umjereno brza	1,42 – 3,0		
k <sub>6</sub> = brza	3,0 – 6,0		
k <sub>7</sub> = vrlo brza	> 6,0		
Reakcija tla u MKCl (a)		Sadržaj humusa (hu), %	
a <sub>1</sub> = jako kisela	< 4,5	hu <sub>1</sub> = vrlo slabo humozno	< 1
a <sub>2</sub> = kisela	4,5 – 5,5	hu <sub>2</sub> = slabo humozno	1 – 3
a <sub>3</sub> = slabo kisela	5,6 – 6,5	hu <sub>3</sub> = dobro humozno	3 – 5
a <sub>4</sub> = prakt. neutralna	6,6 – 7,2	hu <sub>4</sub> = jako humozno	5 – 10
a <sub>5</sub> = bazična	> 7,2	hu <sub>5</sub> = vrlo jako humozno	> 10
Opskrbljenost tla fosforom za oranične kulture, mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g tla (of)		Opskrbljenost tla kalijem za oranične kulture, mg K <sub>2</sub> O/100 g tla (ok)	
of <sub>1</sub> = izraženo siromašna	< 5	ok <sub>1</sub> = izrazito siromašna	< 5
of <sub>2</sub> = siromašna	5 – 10	ok <sub>2</sub> = siromašna	5 – 10
of <sub>3</sub> = umjereno siromašna	10 – 15	ok <sub>3</sub> = umjereno siromašna	10 – 15
of <sub>4</sub> = osrednja	15 – 20	ok <sub>4</sub> = osrednja	15 – 20
of <sub>5</sub> = dobra	> 20	ok <sub>5</sub> = dobra	> 20

**Tablica 4.** Dodatne vrste ograničenja s kriterijima korištenim u procjeni pogodnosti dreniranih poljoprivrednih tala (zemljišta) vezanih za stanje i funkcionalnost sustava detaljne odvodnje za potrebe navodnjavanja

**Table 4.** Additional types of restrictions with criteria used in assessing the suitability of drained agricultural soils (land) related to the condition and functionality of the detailed drainage system for irrigation purposes

Površinski kanali III/IV reda		Podzemni sustav - drenaža	
Obnovljenost kanala u %		Devastiranost drenaže u %	
obk <sub>1</sub> = mala	< 25	dd <sub>1</sub> = mala	< 25
obk <sub>2</sub> = srednja	25 – 50	dd <sub>2</sub> = srednja	25 – 50
obk <sub>3</sub> = velika	50 – 75	dd <sub>3</sub> = velika	50 – 75
obk <sub>4</sub> = vrlo velika	> 75	dd <sub>4</sub> = vrlo velika	> 75
Redovito održavanje kanala		Redovito održavanje drenaže	
rok <sub>1</sub> = vrlo slabo		rod <sub>1</sub> = vrlo slabo	
rok <sub>2</sub> = slabo		rod <sub>2</sub> = slabo	
rok <sub>3</sub> = srednje		rod <sub>3</sub> = srednje	
rok <sub>4</sub> = dobro		rod <sub>4</sub> = dobro	
Potrebno vrijeme odvodnje suvišnih voda u danima		Osiguranje norme drenažne odvodnje u danima	
vod <sub>1</sub> = vrlo dugo	> 10	ndo <sub>1</sub> = vrlo dugo	> 10
vod <sub>2</sub> = dugo	5 – 10	ndo <sub>2</sub> = dugo	5 – 10
vod <sub>3</sub> = srednje dugo	3 – 5	ndo <sub>3</sub> = srednje dugo	3 – 5
vod <sub>4</sub> = kratko	1 – 3	ndo <sub>4</sub> = kratko	1 – 3
Stupanj funkcionalnosti kanala		Stupanj funkcionalnosti drenaže	
sfk <sub>1</sub> = vrlo loš		sfd <sub>1</sub> = vrlo loš	
sfk <sub>2</sub> = loš		sfd <sub>2</sub> = loš	
sfk <sub>3</sub> = dovoljan (upotrebljiv)		sfd <sub>3</sub> = dovoljan (upotrebljiv)	
sfk <sub>4</sub> = dobar		sfd <sub>4</sub> = dobar	
sfk <sub>5</sub> = nepoznat		sfd <sub>5</sub> = nepoznat	

U tablici 3 prikazane su vrste ograničenja i kriteriji korišteni za procjenu pogodnosti dreniranih poljoprivrednih tala (zemljišta) za navodnjavanje, s obzirom na karakteristike istraživanih tala pri čemu su u obzir uzeti: dreniranost i vertičnost tala, propusnost tla za vodu, režim vlažnosti, reakcija tla u M-KCl, sadržaj humusa te opskrbljenost tla fosforom i kalijem za oranične kulture.

U tablici 4 prikazane su dodatne vrste ograničenja i kriteriji korišteni za procjenu pogodnosti dreniranih poljoprivrednih tala za navodnjavanje obzirom na stanje površinskih kanala III. i IV. reda te podzemnog sustava odvodnje – cijevne drenaže. Pri procjeni stanja površinskih kanala u obzir su uzeti sljedeći kriteriji: stupanj obnovljenosti kanala, stupanj redovitog održavanja kanala, potrebno vrijeme odvodnje suvišnih voda te stupanj funkcionalnosti kanala. Za procjenu stanja podzemnog sustava odvodnje – cijevne drenaže analizirani su: stupanj devastiranosti sustava drenaže, stupanj redovitog održavanja sustava drenaže, osiguranje norme drenaže te stupanj funkcionalnosti drenaže.

Temeljem navedenog određena je pogodnost dreniranih poljoprivrednih tala za potrebe navodnjavanja na području istočne Hrvatske (tablica 5).

Prostorni prikaz pedološko – melioracijskih jedinica dreniranih poljoprivrednih tala Istočne Hrvatske prikazan je na slici 4, a na slici 5 prikazan je prostorni prikaz klasa pogodnosti dreniranih poljoprivrednih tala istočne Hrvatske za potrebe navodnjavanja.

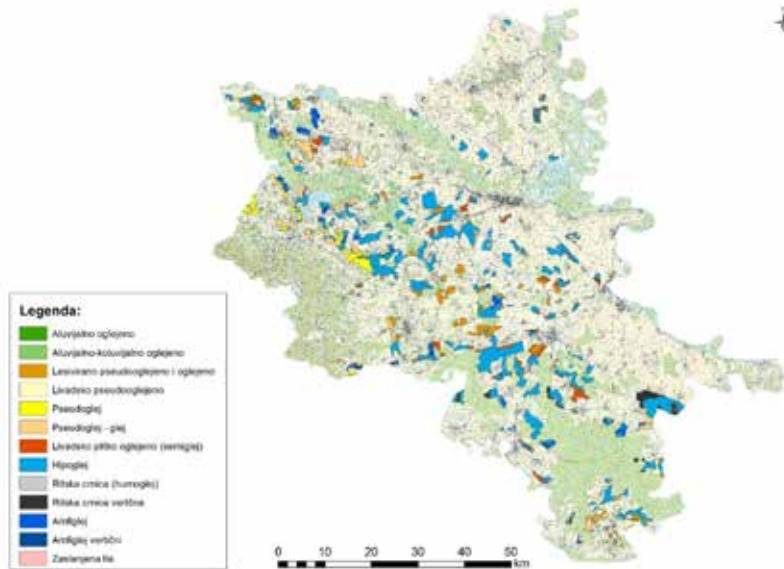
**Tablica 5.** Pogodnost dreniranih poljoprivrednih tala (zemljišta) za navodnjavanje na području Istočne Hrvatske

**Table 5.** Suitability of drained agricultural soils (land) for irrigation in Eastern Croatia

Pedološko – melioracijska jedinica		Pogodnost		Površina ha
Naziv	Klasa	Oznaka ograničenja		
Aluvijalno oglejeno	P-1	dr <sub>5'</sub> , k <sub>6'</sub> , vt <sub>1'</sub> , V, a <sub>4'</sub> , hu <sub>2'</sub> , of <sub>5'</sub> , ok <sub>5'</sub> , obk <sub>4'</sub> , rok <sub>4'</sub> , vod <sub>4'</sub> , sfk <sub>4'</sub> , dd <sub>3'</sub> , rod <sub>2'</sub> , ndo <sub>3'</sub> , sfd <sub>3</sub>		427,3
	P-2			
	P-3			
	N-1			
Aluvijalno – koluvijalno oglejeno	P-1	dr <sub>5'</sub> , k <sub>6'</sub> , vt <sub>1'</sub> , V, a <sub>4'</sub> , hu <sub>2'</sub> , of <sub>5'</sub> , ok <sub>5'</sub> , obk <sub>4'</sub> , rok <sub>4'</sub> , vod <sub>4'</sub> , sfk <sub>4'</sub> , dd <sub>3'</sub> , rod <sub>2'</sub> , ndo <sub>3'</sub> , sfd <sub>3</sub>		21,9
	P-2			
	P-3			
	N-1			
Lesivirano pseudooglejno i oglejeno	P-1	dr <sub>5'</sub> , k <sub>5'</sub> , vt <sub>2'</sub> , u, a <sub>3'</sub> , hu <sub>2'</sub> , of <sub>4'</sub> , ok <sub>4'</sub> , obk <sub>4'</sub> , rok <sub>4'</sub> , vod <sub>4'</sub> , sfk <sub>4'</sub> , dd <sub>3'</sub> , rod <sub>2'</sub> , ndo <sub>3'</sub> , sfd <sub>4</sub>		2.398,2
	P-2	dr <sub>4'</sub> , k <sub>4'</sub> , vt <sub>2'</sub> , u, a <sub>3'</sub> , hu <sub>2'</sub> , of <sub>4'</sub> , ok <sub>4'</sub> , obk <sub>4'</sub> , rok <sub>4'</sub> , vod <sub>3'</sub> , sfk <sub>3'</sub> , dd <sub>3'</sub> , rod <sub>2'</sub> , ndo <sub>3'</sub> , sfd <sub>3</sub>		3.864,0
	P-3	dr <sub>3'</sub> , k <sub>3'</sub> , vt <sub>2'</sub> , u, a <sub>2'</sub> , hu <sub>2'</sub> , of <sub>2'</sub> , ok <sub>2'</sub> , obk <sub>2'</sub> , rok <sub>3'</sub> , vod <sub>2'</sub> , sfk <sub>2'</sub> , dd <sub>4'</sub> , rod <sub>1'</sub> , ndo <sub>1'</sub> , sfd <sub>1</sub>		213,4
	N-1			
Livadsko pseudooglejeno	P-1			
	P-2	dr <sub>5'</sub> , k <sub>3'</sub> , vt <sub>2'</sub> , uV, a <sub>3'</sub> , hu <sub>2'</sub> , of <sub>3'</sub> , ok <sub>3'</sub> , obk <sub>3'</sub> , rok <sub>3'</sub> , vod <sub>2'</sub> , sfk <sub>3'</sub> , dd <sub>3'</sub> , rod <sub>2'</sub> , ndo <sub>3'</sub> , sfd <sub>3</sub>		5.653,3
	P-3			
	N-1			
Pseudoglej	P-1			
	P-2			
	P-3	dr <sub>2'</sub> , k <sub>2'</sub> , vt <sub>3'</sub> , uu, a <sub>2'</sub> , hu <sub>2'</sub> , of <sub>2'</sub> , ok <sub>2'</sub> , obk <sub>3'</sub> , rok <sub>3'</sub> , vod <sub>2'</sub> , sfk <sub>2'</sub> , dd <sub>4'</sub> , rod <sub>1'</sub> , ndo <sub>2'</sub> , sfd <sub>2</sub>		3.609,3
	N-1			
Pseudoglej – glej	P-1	dr <sub>4'</sub> , k <sub>4'</sub> , vt <sub>2'</sub> , uV, a <sub>3'</sub> , hu <sub>2'</sub> , of <sub>4'</sub> , ok <sub>4'</sub> , obk <sub>4'</sub> , rok <sub>4'</sub> , vod <sub>3'</sub> , sfk <sub>4'</sub> , dd <sub>3'</sub> , rod <sub>3'</sub> , ndo <sub>3'</sub> , sfd <sub>3</sub>		10,7
	P-2	dr <sub>3'</sub> , k <sub>3'</sub> , vt <sub>2'</sub> , uV, a <sub>3'</sub> , hu <sub>2'</sub> , of <sub>3'</sub> , ok <sub>3'</sub> , obk <sub>3'</sub> , rok <sub>3'</sub> , vod <sub>3'</sub> , sfk <sub>3'</sub> , dd <sub>3'</sub> , rod <sub>2'</sub> , ndo <sub>2'</sub> , sfd <sub>2</sub>		102,0
	P-3	dr <sub>1'</sub> , k <sub>2'</sub> , vt <sub>3'</sub> , uuV, a <sub>2'</sub> , hu <sub>2'</sub> , of <sub>2'</sub> , ok <sub>2'</sub> , obk <sub>2'</sub> , rok <sub>2'</sub> , vod <sub>2'</sub> , sfk <sub>2'</sub> , dd <sub>4'</sub> , rod <sub>1'</sub> , ndo <sub>1'</sub> , sfd <sub>1</sub>		8.127,8
	N-1			
Livadsko plitko oglejeno (semiglej)	P-1	dr <sub>5'</sub> , k <sub>3'</sub> , vt <sub>1'</sub> , V, a <sub>4'</sub> , hu <sub>3'</sub> , of <sub>5'</sub> , ok <sub>5'</sub> , obk <sub>4'</sub> , rok <sub>4'</sub> , vod <sub>3'</sub> , sfk <sub>4'</sub> , dd <sub>3'</sub> , rod <sub>2'</sub> , ndo <sub>3'</sub> , sfd <sub>2</sub>		1.984,3
	P-2	dr <sub>3'</sub> , k <sub>4'</sub> , vt <sub>2'</sub> , V, a <sub>3'</sub> , hu <sub>2'</sub> , of <sub>3'</sub> , ok <sub>3'</sub> , obk <sub>3'</sub> , rok <sub>3'</sub> , vod <sub>3'</sub> , sfk <sub>3'</sub> , dd <sub>3'</sub> , rod <sub>2'</sub> , ndo <sub>2'</sub> , sfd <sub>2</sub>		2.381,4
	P-3			
	N-1			

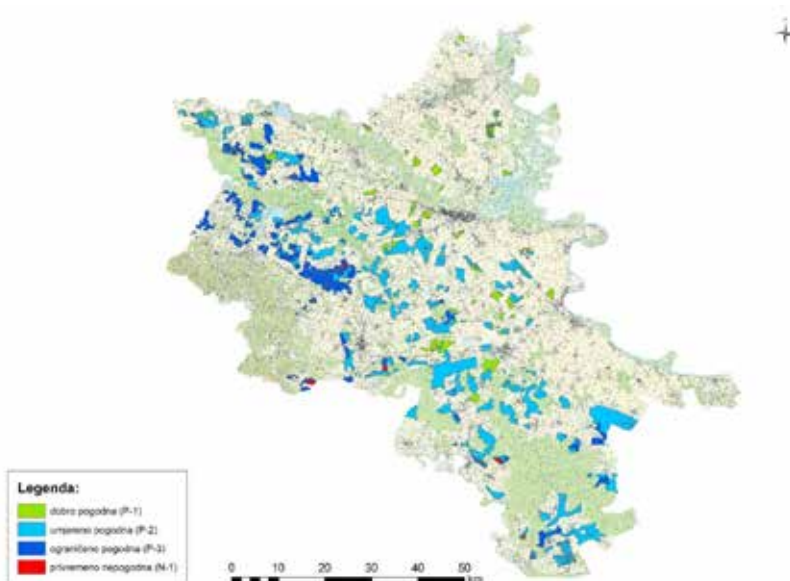


Pedološko – melioracijska jedinica		Pogodnost		Površina ha
Naziv	Klasa	Oznaka ograničenja		
Hipoglej	P-1	dr <sub>5</sub> , k <sub>5</sub> , vt <sub>2</sub> , V, a <sub>4</sub> , hu <sub>3</sub> , of <sub>5</sub> , ok <sub>5</sub> , obk <sub>4</sub> , rok <sub>4</sub> , vod <sub>3</sub> , sfk <sub>4</sub> , dd <sub>3</sub> , rod <sub>2</sub> , ndo <sub>3</sub> , sfd <sub>3</sub>		1.991,6
	P-2	dr <sub>3</sub> , k <sub>3</sub> , vt <sub>2</sub> , V, a <sub>3</sub> , hu <sub>2</sub> , of <sub>3</sub> , ok <sub>3</sub> , obk <sub>3</sub> , rok <sub>4</sub> , vod <sub>3</sub> , sfk <sub>3</sub> , dd <sub>3</sub> , rod <sub>2</sub> , ndo <sub>3</sub> , sfd <sub>2</sub>		30.916,2
	P-3	dr <sub>2</sub> , k <sub>2</sub> , vt <sub>3</sub> , VV, a <sub>4</sub> , hu <sub>2</sub> , of <sub>2</sub> , ok <sub>2</sub> , obk <sub>3</sub> , rok <sub>2</sub> , vod <sub>2</sub> , sfk <sub>3</sub> , dd <sub>4</sub> , rod <sub>1</sub> , ndo <sub>2</sub> , sfd <sub>2</sub>		3.029,5
	N-1	dr <sub>1</sub> , k <sub>2</sub> , vt <sub>3</sub> , VV, a <sub>2</sub> , hu <sub>3</sub> , of <sub>1</sub> , ok <sub>1</sub> , obk <sub>1</sub> , rok <sub>1</sub> , vod <sub>1</sub> , sfk <sub>1</sub> , dd <sub>4</sub> , rod <sub>1</sub> , ndo <sub>1</sub> , sfd <sub>1</sub>		7,0
Ritska crnica (humoglej)	P-1	dr <sub>3</sub> , k <sub>3</sub> , vt <sub>2</sub> , V, a <sub>4</sub> , hu <sub>3</sub> , of <sub>5</sub> , ok <sub>5</sub> , obk <sub>4</sub> , rok <sub>4</sub> , vod <sub>3</sub> , sfk <sub>4</sub> , dd <sub>3</sub> , rod <sub>2</sub> , ndo <sub>3</sub> , sfd <sub>3</sub>		495,2
	P-2	dr <sub>4</sub> , k <sub>4</sub> , vt <sub>2</sub> , V, a <sub>3</sub> , hu <sub>3</sub> , of <sub>4</sub> , ok <sub>4</sub> , obk <sub>3</sub> , rok <sub>3</sub> , vod <sub>3</sub> , sfk <sub>3</sub> , dd <sub>3</sub> , rod <sub>2</sub> , ndo <sub>3</sub> , sfd <sub>2</sub>		4.242,5
	P-3	dr <sub>2</sub> , k <sub>2</sub> , vt <sub>3</sub> , VV, a <sub>3</sub> , hu <sub>3</sub> , of <sub>2</sub> , ok <sub>2</sub> , obk <sub>1</sub> , rok <sub>2</sub> , vod <sub>2</sub> , sfk <sub>2</sub> , dd <sub>4</sub> , rod <sub>2</sub> , ndo <sub>1</sub> , sfd <sub>1</sub>		6,4
	N-1			
Ritska crnica vertična	P-1			
	P-2	dr <sub>3</sub> , k <sub>3</sub> , vt <sub>4</sub> , VV, a <sub>3</sub> , hu <sub>4</sub> , of <sub>2</sub> , ok <sub>2</sub> , obk <sub>2</sub> , rok <sub>3</sub> , vod <sub>3</sub> , sfk <sub>3</sub> , dd <sub>3</sub> , rod <sub>2</sub> , ndo <sub>2</sub> , sfd <sub>2</sub>		87,7
	P-3			
	N-1			
Amfiglej	P-1			
	P-2	dr <sub>3</sub> , k <sub>3</sub> , vt <sub>3</sub> , uV, a <sub>4</sub> , hu <sub>3</sub> , of <sub>3</sub> , ok <sub>3</sub> , obk <sub>3</sub> , rok <sub>3</sub> , vod <sub>3</sub> , sfk <sub>3</sub> , dd <sub>3</sub> , rod <sub>3</sub> , ndo <sub>3</sub> , sfd <sub>3</sub>		33,4
	P-3	dr <sub>2</sub> , k <sub>2</sub> , vt <sub>3</sub> , uV, a <sub>3</sub> , hu <sub>3</sub> , of <sub>3</sub> , ok <sub>3</sub> , obk <sub>2</sub> , rok <sub>2</sub> , vod <sub>2</sub> , sfk <sub>2</sub> , dd <sub>4</sub> , rod <sub>1</sub> , ndo <sub>2</sub> , sfd <sub>2</sub>		4.369,1
	N-1	dr <sub>1</sub> , k <sub>1</sub> , vt <sub>4</sub> , uuV, a <sub>2</sub> , hu <sub>3</sub> , of <sub>2</sub> , ok <sub>2</sub> , obk <sub>1</sub> , rok <sub>1</sub> , vod <sub>1</sub> , sfk <sub>1</sub> , dd <sub>4</sub> , rod <sub>1</sub> , ndo <sub>1</sub> , sfd <sub>1</sub>		215,9
Amfiglej vertični	P-1			
	P-2	dr <sub>3</sub> , k <sub>3</sub> , vt <sub>3</sub> , uV, a <sub>3</sub> , hu <sub>3</sub> , of <sub>3</sub> , ok <sub>3</sub> , obk <sub>3</sub> , rok <sub>3</sub> , vod <sub>3</sub> , sfk <sub>3</sub> , dd <sub>3</sub> , rod <sub>3</sub> , ndo <sub>3</sub> , sfd <sub>3</sub>		82,7
	P-3	dr <sub>2</sub> , k <sub>2</sub> , vt <sub>3</sub> , uuV, a <sub>3</sub> , hu <sub>3</sub> , of <sub>2</sub> , ok <sub>2</sub> , obk <sub>2</sub> , rok <sub>2</sub> , vod <sub>2</sub> , sfk <sub>2</sub> , dd <sub>4</sub> , rod <sub>1</sub> , ndo <sub>1</sub> , sfd <sub>1</sub>		20,3
	N-1	dr <sub>1</sub> , k <sub>1</sub> , vt <sub>4</sub> , uuVV, a <sub>3</sub> , hu <sub>3</sub> , of <sub>2</sub> , ok <sub>2</sub> , obk <sub>1</sub> , rok <sub>1</sub> , vod <sub>1</sub> , sfk <sub>1</sub> , dd <sub>4</sub> , rod <sub>1</sub> , ndo <sub>1</sub> , sfd <sub>1</sub>		514,0
Zaslanjena tla	P-1			
	P-2			
	P-3	dr <sub>2</sub> , k <sub>2</sub> , vt <sub>3</sub> , uVV, a <sub>5</sub> , hu <sub>2</sub> , of <sub>2</sub> , ok <sub>2</sub> , obk <sub>2</sub> , rok <sub>2</sub> , vod <sub>2</sub> , sfk <sub>2</sub> , dd <sub>4</sub> , rod <sub>1</sub> , ndo <sub>2</sub> , sfd <sub>2</sub>		66,1
	N-1			
<b>Ukupno</b>	<b>P-1</b>			<b>7.329,2</b>
	<b>P-2</b>			<b>47.363,2</b>
	<b>P-3</b>			<b>19.441,9</b>
	<b>N-1</b>			<b>736,9</b>
<b>Sveukupno</b>			<b>74.871,2</b>	



**Slika 4.** Prostorni prikaz pedološko – melioracijskih jedinica dreniranih poljoprivrednih tala Istočne Hrvatske

**Figure 4.** Spatial representation of pedological - melioration units of drained agricultural soils in Eastern Croatia



**Slika 5.** Prostorni prikaz klasa pogodnosti dreniranih poljoprivrednih tala Istočne Hrvatske za potrebe navodnjavanja

**Figure 5.** Spatial representation of the suitability classes of drained agricultural soils in Eastern Croatia for irrigation purposes

Treba naglasiti da je od ukupno istraživane površine dreniranih poljoprivrednih tala (zemljišta) istočne Hrvatske (74.871,2 ha) svega 9,8 % (7.329,2 ha) svrstano u klasu P-1, tj. u klasu pogodnih tala bez značajnih ograničenja za navodnjavanje ili s ograničenjima koja neće značajno utjecati na produktivnost, dobit i primjenu navodnjavanja.

Najveći dio istraživanih tala (63,2 %, odnosno 47.363,2 ha) je svrstan u klasu P-2 koja obuhvaća umjereno pogodna tla, s ograničenjima koja umjereno ugrožavaju produktivnost, dobit i primjenu navodnjavanja.

Otpriblike četvrtina istraživanih tala (26 %, odnosno 19.441,9 ha) svrstano je u klasu P-3 ograničeno pogodnih tala, s ograničenjima koja znatno ugrožavaju produktivnost, dobit i primjenu navodnjavanja.

Svega 1 % istraživanih tala (736,9 ha) svrstano je u klasu N-1 privremeno nepogodnih tala, s ograničenjima koja u postojećem stanju isključuju tehnološki i/ili ekonomski opravdanu primjenu navodnjavanja.

Trajno nepogodna tla, s ograničenjima koja isključuju bilo kakvu mogućnost tehnološki i/ili ekonomski opravdanu primjenu navodnjavanja, odnosno klasa N-2 nisu utvrđena.

## Zaključak

Procjena pogodnosti dreniranih poljoprivrednih tala (zemljišta) istočne Hrvatske za potrebe navodnjavanja provedena je na području Istočne Hrvatske, koja obuhvaća Osječko-baranjsku i Vukovarsko-srijemsku županiju s ukupnom površinom od 74.871,2 ha.

Klimatske prilike i bilanciranje vode u tlu na istraživanom području dobiveni su na temelju podataka s meteoroloških postaja Osijek-Čepin i Gradište kod Županje i za dvadesetogodišnje razdoblje od 2003. do 2022. godine. Iz analiziranih podataka može se primijetiti blago sniženje i/ili zadržavanje trenda godišnjih količina oborina, značajan porast mjesečnih temperatura zraka (0,09 °C godišnje) te kontinuirani porast nedostatka i smanjenje viška vode u tlu.

Dobiveni rezultati ukazuju na intenzifikaciju procesa klimatskih promjena u pravcu nedostatka vode „zasušivanja područja“, te bi izgradnja melioracijskih sustava navodnjavanja na istraživanom području svakako doprinijela stabilnijoj i profitabilnijoj biljnoj proizvodnji.

Na temelju provedenih istraživanja, od ukupno istraživane površine dreniranog poljoprivrednog zemljišta (tala) istočne Hrvatske (74.871,2 ha), 7.329,2 ha (9,8 %) svrstano je u P-1 klasu pogodnosti za navodnjavanje. U klasu P-2 svrstano je 47.363,2 ha (63,2 % istraživanih tala), a u klasu P-3 je svrstano 19.441,9 ha (26 % istraživanih tala). Svega 1 % istraživanih tala, odnosno 729,9 ha svrstano je u klasu N-1 (privremeno nepogodna tla za navodnjavanje). Trajno nepogodna tla za potrebe navodnjavanja (klasa N-2) nisu utvrđena istraživanjem.

## Literatura

FAO (1976) A framework for land evaluation. Soils Bulletin No. 32. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy.

FAO (1985) Guidelines: Land Evaluation for Irrigated Agriculture; Soil Bulletin No.55. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy.

Husnjak, S., Šimunić, I., Kušan, V., Jungić, D., Magdić, I. (2022) Pogodnost poljoprivrednog zemljišta za natapanje i manjak vode u tlu pri uzgoju važnijih poljoprivrednih kultura na području Međimurske županije. Agronomski glasnik 3/2022, 99-116, ISSN 0002/1954.

Husnjak, S. (2014) Sistematika tala Hrvatske, Sveučilišni udžbenik, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet Zagreb, ISBN 978-953-169-267-0.

Miseckaitė, O., Šimunić, I., Orlović-Leko, P. (2018) Influence of precipitation upon drainage discharge in two different climatic regions. Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences, 72(1): 122-128.

Mustać, I., Petošić, D., Filipović, V., Tomić, F., Ondrašek, G., Igrc, M.D., Kranjčec, F., Maurović, N., Knežević, D. (2023.). Monitoring vodnog režima poljoprivrednih tala i kakvoće vode na području Dovolnog melioracijskog kanala za navodnjavanje Biđ-bosutskog polja: izvješće za 2022. godinu.

- Mustać, I., Petošić, D., Bakić-Begić, H. (2019) Procjena pogodnosti s mjerama uređenja dreniranog poljoprivrednog zemljišta za primjenu navodnjavanja u Republici Hrvatskoj (CRORED 2). Studija, Agronomski fakultet Zagreb.
- Perčec Tadić, M., Gajić-Čapka, M., Zaninović, K., Cindrić, K. (2014.). Drought Vulnerability in Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 79 (1), 31-38. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/120753> [Pristupljeno: 2021-03-27].
- Petošić, D., Mustać, I., Bakić Begić, H. (2022) Stanje i perspektiva cijevne drenaže poljoprivrednog zemljišta Republike Hrvatske, Hrvatske vode, br. 121 (2022) 207-220.
- Petošić, D. (2021) Drenaža zemljišta hrvatske. Monografija, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet Zagreb, ISBN 978-953-8276-20-0.
- Petošić, D., Husnjak, S., Mustać, I., Bakić-Begić, H., Filipović, V. (2015) Inventarizacija sustava podzemne odvodnje na poljoprivrednim površinama u Republici Hrvatskoj, ocjena stanja i preporuke za obnovu i održavanje (CRORED). Studija, Agronomski fakultet Zagreb.
- Romić, D., Zovko, M., Romić, M., Bubalo Kovačić, M., Reljić, M., Ondrašek, G., Kranjčec, F., Maurović, N., Igrc, M.D., Atlija, B., Brnadić Cestar, Ž. (2022) Monitoring zaslanjenja voda i poljoprivrednih tala na području doline Neretve: izvješće za 2021. godinu.
- Smith, M. (1992) Cropwat-A computer program for irrigation planning and management. *Irrigation and Drainage paper*. No. 46, FAO, Rome.
- Šimunić, I., Likso, T., Husnjak, S., Orlović-Leko, P., Bubalo Kovačić, M. (2021) Analysis of Climate Elements in the Northeastern Region of Croatia for the purpose of Determining Irrigation Requirements of Maize and Soybean on Drained Soil. *Agriculture & Forestry*, 67(2): 7-20.
- Škorić, A., Filipović, G., Ćiril, M. (1985) Klasifikacija zemljišta Jugoslavije. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo.
- Thornthwaite, C.W., Mather, J.R. (1957) Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance, Centerton, New Jersey 1957.
- Vidaček, Ž., Bogunović, M., Husnjak, S., Sraka, M. (2003) Namjenska pedološka karta Republike Hrvatske mjerila 1:50.000. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za pedologiju.
- Vidaček, Ž., Karavidović, P., Mihalić, A., Galović, V. (1997): Agroekološke značajke Istočne Slavonije i Baranje. *Agro-nomski glasnik*, 5-6/1997: 333-362.
- Vidaček, Ž. (1981) Procjena proizvodnog prostora i prikladnosti tla za navodnjavanje u Istočnoj Slavoniji i Baranji. *Poljoprivredna znanstvena smotra*, 57: 471-502.
- Državna geodetska uprava (2011): Topografska karta Republike Hrvatske mjerila 1:25 000 (TK25).

Prispjelo/Received: 5.5.2023.

Prihvaćeno/Accepted: 29.5.2023.

*Professional paper*

## **Suitability assessment of drained agricultural land in eastern Croatia for irrigation purposes**

### **Abstract**

*The intensification of climate change in the area of Eastern Croatia is leading to more frequent and longer drought periods, resulting in changes in the water regime of the area and difficulties in managing soil and water for agricultural purposes. For this reason, there is an increasing need for the construction of irrigation systems for stable and profitable agricultural production. Therefore, this study aims to determine the suitability for irrigation of drained agricultural land in the Eastern Croatia area.*

*Data from the meteorological stations Osijek-Čepin and Gradište kod Županje were used to analyze basic climate indicators for the period from 2003 to 2022. A slight trend of decreasing annual precipitation and increasing monthly air temperatures by 0.09°C per year was identified. High variability of precipitation and continuous increase in water deficit and decrease in water surplus in soil were also determined.*

*Regarding the suitability classes for irrigation needs, on the researched drained agricultural land in Eastern Croatia (with a total area of 74,871.2 ha), the P-2 class is the most represented (63.2%), followed by the P-3 class (26.0%) and the P-1 class (9.8%). Only 1 % of the researched area were classified as unsuitable (N-1 class), and the permanently unsuitable N-2 class was not identified.*

**Key words:** irrigation, pipe drainage, Eastern Croatia