POTREBE ZA VODOM I IZBOR SUSTAVA NAVODNJAVANJA NA PODRUČJU „PENAVE“

Bojić, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:997936

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

IVAN BOJIĆ

Stručni studij: Poljoprivredna tehnika

POTREBE ZA VODOM I IZBOR SUSTAVA NAVODNJAVANJA NA PODRUČJU „PENAVE“

Diplomski rad

Vinkovci, 2015. godine

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

IVAN BOJIĆ

Stručni studij: Poljoprivredna tehnika

POTREBE ZA VODOM I IZBOR SUSTAVA NAVODNJAVANJA NA PODRUČJU „PENAVE“

Diplomski rad

Povjerenstvo za obranu diplomskog rada:

1. Mr.sc. Petar Lukač – predsjednik

2. Mr.sc. Miroslav Dadić, viši predavač, voditelj – član

3. Doc.dr.sc. Irena Rapčan – član

Vinkovci, 2015. godine

Sadržaj

1. Uvod 2
1.1. Osnovni razlozi navodnjavanja lokaliteta „Penave“ 3
1.2.Osvrt na postojeću i planiranu poljoprivrednu proizvodnju 3
1.3.Cilj rada 4
2.MATERIJALI I METODE RADA 5
3.REZULTATI ISTRAŽIVANJA 6
3.1.Opis područja istraživanja 6
3.1.1.Opće karakteristike područja „Penave“ 7
3.1.2.Stanje hidromelioracijskih objekata i sustava 7
3.2.Klima područja istraživanja 9
3.2.1.Oborine 9
3.2.2. Temperatura zraka 10
3.2.3. Relativna vlaga zraka 11
3.2.4. Insolacija 12
3.2.5. Vjetar 13
3.2.6. Evapotranspiracija 14
3.3. Tlo i pedološka svojstva 15
3.3.1. Uvodno (temeljne postavke) 15
3.3.2. Udio i relevantna svojstva tla 16
3.3.3.Sadašnja i buduća proizvodna pogodnost tla 21
3.4.Potrebe za vodom u okviru sustava navodnjavanja „Penave“ 24
3.4.1. Planirana struktura proizvodnje 25
3.4.2. Potrebe za vodom 26
3.4.3. Doziranje vode (obrok i turnus navodnjavanja) 34
3.4.4. Hidromodul navodnjavanja 35
3.5. Uređaji za navodnjavanje 36
3.5.1. Izbor sustava za navodnjavanje 37
3.5.2. Metode,načini i sustavi navodnjavanja 38
3.5.3. Primjenjivi sustavi u okviru sustava navodnjavanja „Penave“ 39
4. Zaključak 42
5. Pregled literature 43
6. Sažetak 44

1. Uvod

Tlo je osnovni proizvodni uvjet za dobru poljoprivredu i život čovjeka. Zemljište i voda su nerazdvojni i činioci su biljnog, životinjskog i ljudskog postojanja. Zemljišna voda je potrebna za život svih biljaka, a posebno za kulture koje nazivamo poljoprivrednim kulturama. Sadržaj vode u tlu se neprestano mijenja, u zavisnosti od vremenskih prilika na terenu i potrošnje vode od strane biljaka. Često je voda u tlu ili na njegovoj površini u suvišku, tako da nepovoljno utiče na tlo i biljku. Također se može desiti da vode u tlu nema dovoljno za normalan rast i razvoj kulturnog bilja što se negativno odražava na njihove prinose. Zemljištima koja nemaju dovoljno vode za uzgoj poljoprivrednih kultura tokom cijele vegetacije ili samo u određenom vremenu, umjetno je dodajemo. Mjera kojom se svjesno povećava sadržaj vode u tlu s ciljem uzgoja poljoprivrednih kultura naziva se navodnjavanje.

Navodnjavanje je melioracijska mjera koja se može primijeniti u različite svrhe. Pored primjene u svrhu vlaženja tla, koristi se i u svrhu fertirigacije, borbe protiv mraza, fitosanitetske zaštite, ispiranja soli itd. Ipak, najviše se koristi za borbu protiv suše tj. u svrhu vlaženja tla. Može se reći da je ova mjera vrlo značajna u suvremenoj biljnoj proizvodnji, posebice na uređenim površinama s reguliranim suvišnim vodama.

Osnovni ciljevi razvoja navodnjavanja u RH su: borba protiv suše, povećanje proizvodnje, veća konkurentnost poljoprivredne proizvodnje na domaćem i stranom tržištu, povećanje vrijednosti poljoprivrednog sektora u ukupnom gospodarstvu i racionalnije gospodarenje vodnim resursima putem izgradnje infrastrukture za sustavnu primjenu navodnjavanja sukladno potrebama i mogućnostima.

Problem navodnjavanja je prisutan i na području Vukovarsko-srijemske županije. Prinosi ratarskih kultura dostižu visoke međunarodne normative samo na površinama na kojima je osigurano primjereno navodnjavanje. Prema trenutnim pokazateljima (Izvor: Popis poljoprivrede 2003.), navodnjavane površine poljoprivrednih kućanstava iznose ukupno 166,96 ha, a navodnjavane površine u realizaciji poslovnih subjekata na području Vukovarsko-srijemske županije zauzimaju 605 ha, što bi ukupno iznosilo 771,96 ha, što čini samo 0,64% u ukupnim navodnjavanim površinama RH. Potrebno je reći, da je naznačena površina značajno ispod razine trenutnih potreba i zahtjeva za kvalitetnom poljoprivrednom proizvodnjom istraživanog područja (Izvor: Plan navodnjavanja za područje Vukovarsko-srijemske županije).

Na proizvodnim površinama lokaliteta „Penave“ predviđa se intenzivna proizvodnja povrća i proizvodnja nekih sjemenskih kultura (kukuruz, šećerna repa), kako u redovnoj tako i u postrnoj sjetvi i/ili sadnji. Značajnim učešćem povrća i sjemenskih kultura, pored zadovoljenja tražene proizvodne orijentacije, nastoji se postići što sigurnija ekonomska isplativost sustava navodnjavanja. Na izbor kultura u strukturi sjetve i proizvodnu orijentaciju u uvjetima navodnjavanja utječu mnogobrojni čimbenici, a posebno: pogodnost i raspoloživost potrebne količine vode, uređeno zemljište i pogodno tlo, klima, mogućnost

bavljenja stočarskom proizvodnjom, blizina prerađivačkih kapaciteta i tržišta tj. mogućnost prodaje.

Ovaj diplomski rad, sa temom „Potrebe za vodom i izbor sustava navodnjavanja na području Penave“ , je rad koji obrađuje agronomsku osnovu planiranog sustava navodnjavanja, te posebno, potrebe za vodom i izbor sustava navodnjavanja 1000 ha područja „Penave“. Rad je podijeljen na nekoliko cjelina. U prvom dijelu rada dani su materijali i metode rada, nakon toga prikazani su rezultati istraživanja koji sadrže opis područja istraživanja, klima istraživanog područja, tlo i pedološka svojstva, potrebe za vodom na području „Penave“ te primjenjivi uređaji za navodnjavanje na istraživanom području.

1.1. Osnovni razlozi navodnjavanja lokaliteta „Penave“

Prinosi koji se ostvaruju na površinama koje se navodnjavaju opravdavaju ulaganja u nove tehnike i uređaje za navodnjavanje. Osim vrhunskih prinosa postiže se i velika kvaliteta proizvoda uz daleko veću mogućnost izbora uzgajanih poljoprivrednih kultura. Cilj Vukovarsko-srijemske županije je inicirati i pokrenuti poljoprivrednu proizvodnju sa navodnjavanjem. Potreba poboljšanja poljoprivredne proizvodnje uvođenjem navodnjavanja, proizlazi i iz činjenice stalnog gubitka obradivih površina, a sve to uz stalnu i sve veću potrebu za hranom.

U cilju stvaranja boljih uvjeta i učinkovitije proizvodnje poljoprivrednih kultura, intenziviranjem ratarske i izmjenom ustaljene strukture sjetve, osnovni je razlog uvođenja navodnjavanja istraživanog područja. Cilj je da se istraživano područje orijentira tržišnoj ekonomiji i proizvodnji visoko profitabilnih kultura, poveća ponuda domaćeg povrća na tržištu te da se poveća zaposlenost i spriječi odlazak stanovništva sa istraživanog područja.

1.2.Osvrt na postojeću i planiranu poljoprivrednu proizvodnju

Na navodnjavanim površinama lokaliteta „Penave“ predviđa se intenzivna proizvodnja povrća i proizvodnja nekih sjemenskih kultura (kukuruz, šećerna repa), kako u redovnoj tako i u postrnoj sjetvi i sadnji. Potrebno je obratiti pozornost na pravilan izbor kultura, posebno iz razloga pravilnog plodoreda, usvajanja određene strukture sjetve-sadnje, odnosno, mogućnosti zasnivanja naknadnih (postrnih) usjeva.

Težište buduće proizvodnje je na povrću i potrebno je kod izbora povrćarskih kultura uvažiti njihove proizvodne specifičnosti. Pri postavljanju plodoreda potrebno je voditi računa o utjecaju predkulture na plodnost tla i na sljedeću kulturu, kao i o specifičnim agrotehničkim potrebama iduće kulture. Na površinama planiranim za navodnjavanje postoji tradicija uzgoja poljoprivrednih kultura, uz relativno dobro uređene poljoprivredne parcele. Trenutno se poljoprivredne površine koriste za više ili manje intenzivnu ratarsku proizvodnju. Najviše

se uzgajaju žitarice i industrijsko bilje u potrebnom plodoredu. Za postojeću proizvodnju se može reći da je vrlo dobra i stabilna, ali je izuzetno ovisna o vremenskim prilikama. Dosadašnja proizvodnja zasnivala se na uzgoju osnovnih poljoprivrednih kultura (kukuruz, pšenica, zob) u sustavu suhog ratarenja. Izvedbom sustava za navodnjavanje otvorila bi se mogućnost uzgoja zahtjevnijih ali višestruko isplativijih poljoprivrednih kultura kao što su povrće, voće i slično. Uz navodnjavanje i kvalitetu tla koja je utvrđena analizama u prvo vrijeme sijalo bi se desetak kultura, a taj broj bi rastao.

1.3.Cilj rada

Cilj ovog diplomskog rada je utvrditi potrebe za vodom te izabrati najrentabilniji i najefikasniji sustav za navodnjavanje na području „Penave“. Izborom metode, načina i sustava navodnjavanja potrebno je iznaći najpogodnije rješenje vodeći pri tome računa o pogodnosti navodnjavanja na terenu prisutnih tala, strukturi predviđenih usjeva, raspoloživosti i potrebama biljaka za vodom, načinu dovođenja vode do polja.

2.MATERIJALI I METODE RADA

Potreban radni materijal za izradu diplomskog rada je obuhvaćao, prije svega, sistematizaciju arhiviranih podataka o poljoprivrednoj proizvodnji istraživanog područja. Nadalje, prikupljanje literature (stručni radovi, članci, knjige, brošure i planovi, te različite internetske stranice) o potrebama i izračunu potreba za vodom kultura planiranih u proizvodnji s navodnjavanjem, te posebno vezano za planiranu tehniku navodnjavanja.

Vremenske prilike istraživanog područja analizirane su temeljem višegodišnjih prosječnih vrijednosti za razdoblje 1981. do 2005. godine. Navedene vrijednosti klimatskih elemenata korištene su s meteorološke postaje Gradište Državnog hidrometeorološkog zavoda Republike Hrvatske, najbliže relevantne stanice istraživanom području „Penave“.

Na navodnjavanim površinama lokaliteta „Penave“ predviđa se intenzivna proizvodnja povrća i proizvodnja nekih sjemenskih kultura (kukuruz, šećerna repa), kako u redovnoj tako i u postrnoj sjetvi i/ili sadnji. Značajnim učešćem povrća i sjemenskih kultura, pored zadovoljenja tražene proizvodne orijentacije, nastoji se postići što sigurnija ekonomska isplativost sustava navodnjavanja.

3.REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U rezultatima istraživanja daje se opis istraživanog područja, opće karakteristike područja kao i stanje hidromelioracijskih objekata i sustava, te klima područja. Predočena je sadašnja i buduća proizvodna pogodnost tla na području „Penave“ kao i potrebe za vodom istraživanog područja te je na temelju tih podataka izabran adekvatan sustav navodnjavanja.

3.1.Opis područja istraživanja

Vukovarsko – srijemska županija je najistočnija županija Republike Hrvatske. Zauzima površinu od 2.445 km^2 dijelom u Istočnoj Slavoniji, a dijelom u Zapadnom Srijemu, između rijeke Dunava i Save. Na sjeveru graniči sa Osječko-baranjskom, a na zapadu sa Brodsko-posavskom županijom. Istočna granica sa SiCG i južna granica sa BiH ujedno su i državne granice Republike Hrvatske ukupne dužine 266,2 km. Riječnu granicu uz Dunav i Savu čini 148,2 km naznačenih vodotoka. To je ravnica iz koje se središnjim prostorom dižu uzvišenja iluvijalnog prapora. Reljefno se ističu dva odvojena uzvišenja: vinkovačko-đakovački ravnjak i vukovarski ravnjak. Sjeverno i južno od ravnjaka prostiru se doline s razgranatom riječnom mrežom. Nadmorska visina prostora županije se kreće od 78 do 204 m n.m. To je prostor koji je melioriran i pripravan za intenzivnu poljoprivrednu obradu, a uglavnom je zastupljen plodnom crnicom. U razvijenoj hidrografskoj mreži na sjeveroistočnom dijelu dominiraju rijeke Dunav i Vuka, a na južnoj strani protječe rijeka Sava s pritokom Bosut u koji utječu rječice Bić, Spačva i Studva.

Slika 1. Rijeka Bosut

Klima je umjereno kontinentalna. Srednja godišnja temperatura kreće se oko 11°C sa srednjim najtoplijim maksimumom od 29,9 °C i srednjim minimumom od 12,2 °C. Srednje godišnje oborine, relativna vlaga, nadmorska visina čine zajedno sa temperaturom zraka idealne uvjete za razvoj poljoprivrede.

3.1.1.Opće karakteristike područja „Penave“

Istraživano područje obuhvaća područje k.o. Komletinci i k.o. Otok. Općina Otok susjedna je Privlaci sa sjeverozapadne strane, sjeverno na rijeci Bosut graniči s općinom Stari Jankovci, na istoku sa prostorom općine Nijemci, a na jugu i jugozapadu od prostora Bošnjaka i Vrbanje dijeli je široki pojas spačvanskih šuma.

Površina općine iznosi oko 13.615 ha od čega je 6.313 ha poljoprivrednog, 6.238 ha šume i 1.064 ha neplodnog zemljišta. Prema popisu stanovništva iz 2001. godine u općini je živjelo ukupno 7.755 stanovnika, od toga u Otoku 5.858, a u Komletincima 1.897 stanovnika. Prirodni uvjeti omogućili su razvoj ratarske i stočarske proizvodnje, šumarstva, lovnog i ribolovnog turizma, prehrambene i drvno-prerađivačke industrije.

Istraživano područje lokaliteta „Penave“ (k.o. Komletinci i k.o. Otok) čini površina od 1000 ha. Obuhvaća rudine Skela, Penave, Sušelice, Bojare i Široke njive. Navedeno područje nalazi se pored rijeke Bosut iz koje će se i osigurati voda za navodnjavanje.

Zanimanje za navodnjavanje na istraživanom području, osim brojnih obiteljskih gospodarstava (785 ha), izrazio je i PIK Vinkovci d.d. koji na 215 ha od ukupne površine planira proizvodnju raznog povrća (celer, luk, paprika, rajčica, krumpir) i sjemenske robe.

3.1.2.Stanje hidromelioracijskih objekata i sustava

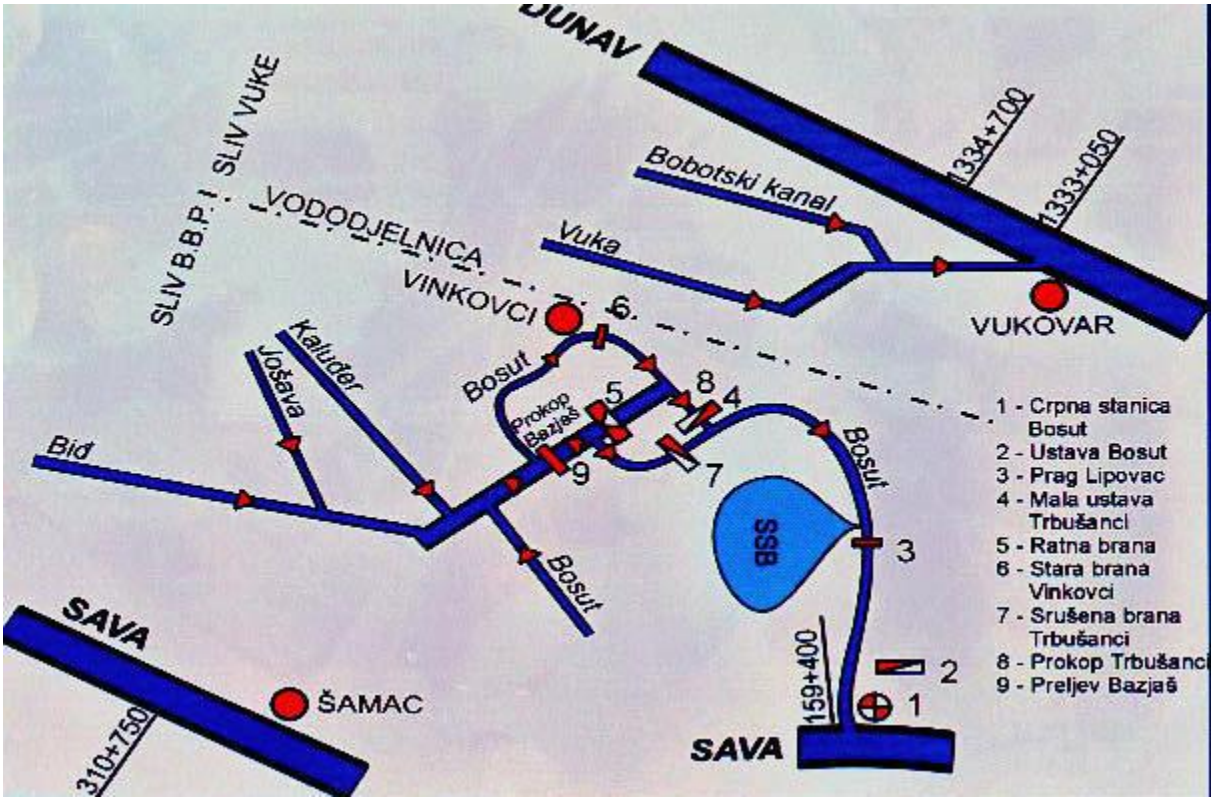
Posao navodnjavanja, u kontekstu poljoprivrednih, ekonomskih i društvenih ciljeva traže bitna unapređenja koja se mogu postići poboljšavanjem postojećih sustava navodnjavanja, rehabilitacijom postojećih sustava navodnjavanja, te građenjem novih sustava navodnjavanja.

U Vukovarsko-srijemskoj županiji sadašnje stanje uređenosti ne daje mogućnost optimalne odvodnje poljoprivrednih površina, jer je hidrotehnički sustav slabo održavan. Osnovna kanalska mreža na slivnom području „Biđ-Bosut“ duga je 1000 km, a detaljna kanalska mreža 6600 km. Stupanj uređenosti sustava je različit. Potrebno je postupno obnavljati sustav, osigurati njegovo redovito održavanje, te riješiti problem obnove i izgradnje sustava odvodnje na privatnom zemljištu.

Budući da je intenzivna proizvodnja hrane strateški interes RH, navodnjavanje ima važno mjesto u gospodarskom razvitku županije. Reguliranje prirodnog režima vlaženja umjetnim dodavanjem vode u potrebnom trenutku za pravilan razvoj biljke omogućava podizanje dostignutog praga u proizvodnji poljoprivrednih kultura i u sušnim godinama. Time se omogućava bolje iskorištenje zemljišta, kao i mogućnost uvođenja druge žetve.

Za korištenje poljoprivrednih površina od presudne je važnosti zaštita površina od poplava i stupanj provedenih hidromelioracijskih radova. U Vukovarsko – srijemskoj županiji drenirano je 20.430 ha poljoprivrednog zemljišta. Odvodnja brdskog dijela „Bić-Bosutskog“ polja vrši se gravitacijski u Savu preko Zapadnog lateralnog kanala i Bića, a ostali dio sliva ima gravitacijsko-mehaničku odvodnju preko crpnih stanica (CS): Kupina, Konjuša, Zib, Lipovac, Teča i Bosut. Glavni recipijenti nizinskog dijela su Bić i Bosut. Korito Bosuta predstavlja bivši paralelni tok Save. Bić utječe u Bosut kod naselja Cerna. Visina voda Bosuta je niža od visina voda Save, te zbog slabih mogućnosti prepumpavanja, povremeno dolazi do zadržavanja voda u retenciji Spačvanskog bazena.

Na ušću Bosuta u Savu je izvedena crpna stanica kapaciteta 30m^3/s i ustava „Bosut“. Značajniji hidrotehnički objekti na Bosutu su: oštećena brana Trbušanci u km 81+343, ratna brana u km 84+870, stara brana Vinkovci u km 94+370 i preljev na Bazjašu kod Rokovaca u km 110+250 (Slika 2).



Slika 2. Koncept upravljanja vodama na području Bić - bosutskog polja
(Izvor: Vodoprivreda Bić-Bosut, Vinkovci, 2013.)

Korito Bosuta uzvodno od oštećene brane Trbušanci do ušća Biđa, uključujući kanale Bazjaš i kanal Trbušanci i navedene regulacijske objekte čini hidrotehničko čvorište Trbušanci. Regulacijski objekti na Bić - bosutskom polju čini CS Bosut, ustava Bosut, pregrada Lipovac, mala ustava Trbušanci, ratna brana, stara brana Vinkovci, oštećena brana Trbušanci, preljev Bazjaš i prag na Bazjašu. Istraživano područje koji pripada slivu Biđa i Bosuta u sadašnjem stanju uređenosti omogućuje odvodnju s pretežnog dijela poljoprivrednih površina, iskopana je osnovna i detaljna kanalska mreža, te je cijelo područje meliorirano na poljoprivrednim površinama.

3.2.Klima područja istraživanja

Istraživano područje se nalazi u klimatskom području istočne varijante umjerene kontinentalne klime tj. pripada široj klimatskoj regiji Panonske nizine sa gotovo uobičajenim obostranim brzim prelazima iz relativno vrućeg ljeta u hladniji dio godine. Srednja godišnja temperatura zraka iznosi oko 11 ^{0}C.

3.2.1.Oborine

U nastavku slijedi prikaz relevantnih pokazatelja mjesečnih i godišnjih količina oborina izmjerenih na meteorološkoj stanici Gradište (Tablica1).

Tablica 1. Relevantni pokazatelji mjesečnih i godišnjih količina oborina izmjerenih na meteorološkoj stanici Gradište (1981.-2005.)

Mjesec	Mjesečne količine oborina (mm) – Gradište (1981.-2005.)				
	Srednja	Max.	Min.	Cv %	STD
1.	45,1	92,9	5,8	62,0	28,0
2.	35,0	66,8	5,2	53,6	18,7
3.	45,5	130,2	2,5	60,9	27,7
4.	57,2	152,0	12,1	52,1	29,8
5.	60,1	141,2	12,0	59,8	35,9
6.	80,3	216,8	35,2	49,1	39,4
7.	62,5	208,8	5,9	76,6	47,9
8.	57,3	157,6	4,3	69,6	39,9
9.	64,8	202,1	5,0	74,6	48,4
10.	59,3	165,6	0,2	74,7	44,3
11.	60,9	118,1	16,5	56,9	34,7

12.	51,4	121,3	15,8	59,3	30,4
Godišnje	679,5	961,8	371,2	23,5	159,5
U vegetaciji	382,3	634,6	194,3	30,6	117,0

Oborine su u hidrološkom pogledu najvažniji klimatski element koji utječe na sve oblike voda u nekom području i formiranje njegovih agroklimatskih karakteristika. Među meteorološkim pokazateljima, oborine imaju prevladavajući utjecaj na uvjete uzgoja bilja. Rezultati biljne proizvodnje uvjetovani su, između ostalog, i s količinom, rasporedom, učestalošću i intenzitetom oborina.

Iz prikaza prosječnih višegodišnjih količina oborina (u razdoblju od 1981.godine do 2005.godine) moglo bi se zaključiti da ima dovoljno raspoložive količine vode za potrebe uspješnog razvoja poljoprivrednih kultura, ali nepovoljan raspored i značajne oscilacije mjesečnih i godišnjih količina oborina sa koeficijentom varijacije i preko 75% ukazuju na veliku nesigurnost u proizvodnji i potrebu uređenja poljoprivrednih površina odvodnjavanjem i navodnjavanjem.

Oborinska slika vegetacijskog razdoblja (4.-9.) ukazuje: da se 56,3 % prosječnih godišnjih oborina registrira u vegetaciji, da se prosjeci kreću od 57 mm (4. i 8.) do maksimalno preko 80 mm u 6., te da su u ovom periodu registrirani mjesečni oborinski maksimumi. Prosječna vrijednosti koeficijenta varijacije u vegetaciji (30,6 %) ponovno ukazuju na značajna odstupanja registriranih mjesečnih suma oborina. Najmanje oscilacije (49,1 %) ostvaruju se u 6. mjesecu, kao i prosječno maksimalne vrijednosti oborina, a 7. mjesec ima najveću varijabilnost (76,6 %) i amplitude od preko 200 mm.

3.2.2. Temperatura zraka

Temperatura zraka je drugi osnovni klimatski element koji značajno utječe i na potrebe vode za navodnjavanje. Relevantne temperaturne karakteristike u obliku prosječnih, minimalnih, maksimalnih te vrijednosti koeficijenata varijacije i standardne devijacije srednje temperature zraka na meteorološkoj stanici Gradište možemo vidjeti u tablici 2.

Analizom srednjih mjesečnih temperatura zraka uočava se da istraživano područje ima dosta ujednačenu temperaturu i prosječno 214 dana sa temperaturama iznad 10°C što je značajan čimbenik i preduvjet uspješne biljne proizvodnje. Područje “ Penave“ ima dovoljno toplinske energije za gotovo optimalno podmirenje bioloških potreba svega kontinentalnog bilja kao i mnogih vrsta koje traže više topline (šećerna repa, kukuruz, soja, povrće) što daje području potencijalne mogućnosti razvoja i unapređenja poljoprivredne proizvodnje.

Kako je uspješnost poljoprivredne proizvodnje uvjetovana i pojavom niskih i/ili visokih temperatura stoga se i one moraju uzeti u obzir. Pri tome veliku važnost ima dužina trajanja ekstremnih temperatura, biološka otpornost i razvojna faza uzgajanih kultura.

Minimalne vrijednosti javljaju se u siječnju, veljači i prosincu, a srednji temperaturni maksimumi tijekom lipnja, srpnja i kolovoza kada značajno utječu na potrebu biljaka za vodom i neophodnost navodnjavanja.

Tablica 2. Relevantni pokazatelji mjesečnih i godišnjih srednjih temperatura zraka izmjerenih na meteorološkoj stanici Gradište (1981.-2005.)

Mjesec	Srednja mjesečna temperatura (C) – Gradište (1981.-2005.)				
	Srednja	Max.	Min.	Cv%	STD
1.	0,3	4,1	-5,6	664,3	2,3
2.	2,0	7,2	-3,5	174,6	3,5
3.	6,9	10,9	1,0	34,9	2,4
4.	11,8	15,1	8,0	14,1	1,7
5.	17,1	20,4	12,8	9,7	1,7
6.	19,9	24,3	17,1	7,7	1,5
7.	21,6	23,6	19,1	5,6	1,2
8.	21,3	24,9	19,3	7,0	1,5
9.	16,8	19,7	13,3	8,9	1,5
10.	11,9	14,5	9,2	11,4	1,4
11.	5,9	10,7	0,7	39,4	2,3
12.	1,6	5,8	-2,8	125,9	2,0
Sred.godišnje	11,4	13,2	10,2	6,6	0,8
U vegetaciji	18,1	20,1	16,7	4,4	0,8

Pored oborina i temperature zraka, značajan utjecaj na formiranje klime istraživanog područja imaju i relativna vlaga zraka, brzina vjetra i insolacija. U nastavku slijedi prikaz relevantnih pokazatelja naznačenih klimatskih vrijednosti.

3.2.3. Relativna vlaga zraka

Vlaga zraka predstavlja svu količinu vodene pare u atmosferi, odnosno, pokazuje odnos između količine vodene pare koja stvarno postoji u zraku u nekom trenutku i maksimalne količine vodene pare koju bi taj zrak na toj temperaturi mogao primiti da bi bio zasićen.

Srednja godišnja relativna vlažnost zraka iznosi 74%, a u vegetacijskom razdoblju 70%. U tablici 3 prikazane su vrijednosti relativne vlage zraka za istraživano područje u razdoblju od 1981. godine do 2005. godine, izmjerene na meteorološkoj stanici Gradište.

Tablica 3. Pokazatelji mjesečnih i godišnjih vrijednosti relativne vlage zraka izmjerenih na meteorološkoj stanici Gradište (1981.-2005.)

Mjesec	Relativna vlaga zraka (%) – Gradište (1981. – 2005.)				
	Srednja	Max.	Min.	Cv %	STD
1.	83	92	77	4,9	4,1
2.	76	86	63	6,9	5,3
3.	68	79	58	8,1	5,5
4.	67	75	58	6,6	4,4
5.	67	75	57	7,8	5,2
6.	69	77	57	7,2	5,0
7.	69	76	57	7,9	5,4
8.	70	81	55	11,1	7,8
9.	75	83	61	7,1	5,3
10.	78	85	73	4,2	3,3
11.	82	90	75	4,6	3,7
12.	84	88	77	3,6	3,0
Srednje	74	77	68	3,7	2,7
U vegetaciji	70	78	58	5,5	7,9

U razdoblju od travnja do rujna dolazi do smanjenja vlažnosti zraka uslijed čega raste evaporacija i evapotranspiracija uz više temperature zraka kao i gubitke vode iz zemljišta. Maksimalne se vrijednosti javljaju u van vegetacijskom razdoblju (1.,2.,11. i 12. mjesec), a u vegetacijskom razdoblju (uslijed učestalih suhih i toplih vjetrova) registriraju se minimalne vrijednosti. Velika vlažnost zraka uvjetuje pojavu raznih bolesti i štetnika, a istovremeno smanjenjem transpiracije biljaka korisna je jer smanjuje potrošnju raspoložive vode.

3.2.4. Insolacija

Insolacija je sijanje sunca te je ona veoma bitan činitelj kvantitete i kvalitete u poljoprivrednoj proizvodnji. Prosječna godišnja insolacija na području Gradišta u razdoblju od 1992.-2004. godine iznosi 2.111,7 sati. Sunce sija u periodu od svibnja do početka rujna, prosječno između 250 i 300 sati mjesečno, odnosno 8-10 sati dnevno. Trajanje insolacije u najužoj je vezi s naoblakom. Oblaci, naime, onemogućuju pritjecanje direktnih sunčevih zraka, pa samim tim smanjuju trajanje insolacije.

Prosječno mjesečno trajanje sijanja sunca na istraživanom području vidi se na primjeru meteorološke stanice Gradište u razdoblju 1992.-2004.godine (Tablica 4).

Tablica 4. Mjesečne i godišnje vrijednosti sijanja sunca-insolacije (sati) izmjerenih na meteorološkoj stanici Gradište (1992. – 2004.)

Mjesec	Srednje sume insolacije (sati) – Gradište (1992. – 2004.)				
	Srednja	Max.	Min.	Cv%	STD
1.	59,9	106,2	10,1	38,6	23,1
2.	115,5	158,7	81,4	21,3	24,6
3.	168,2	216,3	124,2	17,2	28,9
4.	185,8	236,6	159,1	11,7	21,8
5.	256,3	315,4	226,5	10,2	26,0
6.	273,7	343,7	207,0	14,6	39,9
7.	287,9	333,4	244,3	10,1	29,0
8.	286,9	340,0	203,6	14,2	40,6
9.	189,5	269,7	107,2	25,7	48,6
10.	148,0	188,2	105,4	17,4	25,8
11.	84,0	124,7	42,1	34,1	28,6
12.	52,6	90,3	25,3	40,9	21,5
Godišnje	2111,7	2404,4	1862,5	7,2	152,5
U vegetaciji	1483,4	1712,0	1338,1	8,1	119,7

3.2.5. Vjetar

Veliki značaj vjetar ima u poljoprivrednoj proizvodnji sa navodnjavanjem kada velika brzina vjetra prekida umjetno kišenje biljaka iz razloga male učinkovitosti i posebno neravnomjernosti navodnjavane površine.

U tablici 5 su prikazani relevantni pokazatelji mjesečnih i godišnjih vrijednosti brzine vjetra izmjerenih na meteorološkoj stanici Gradište u naznačenom višegodišnjem razdoblju.

Razmatrajući kritički jaki vjetar s poljoprivredne, odnosno ekološke točke gledišta, pored šteta koje može nanijeti poljoprivrednim kulturama, može biti i koristan u smislu isušivanja tla. Prosječan godišnji broj dana s olujnim vjetrom također ukazuje na specifičnosti koje u pojedinom području uvjetuju tako intenzivno gibanje zračnih masa. Vjetar je bitan klimatski element koji dosta često utječe i na formiranje klime određenog područja. Brzinom i smjerom kojim dolazi donosi i specifične elemente te klime. On utječe na rast i razvoj biljaka (preko transpiracije i evaporacije, oprašivanja, oštećenja olujnim vjetrovima, koncentracije CO_2), temperaturu i vlažnost zraka, kao i na pojavu oblačnosti i oborina. Na području „Penave“ srednja godišnja i vegetacijska vrijednost brzine vjetra iznosi 1,8 m/s.

Tablica 5. Mjesečne i godišnje vrijednosti brzine vjetra (m/s) izmjerenih na meteorološkoj stanici Gradište (1981. – 2000.)

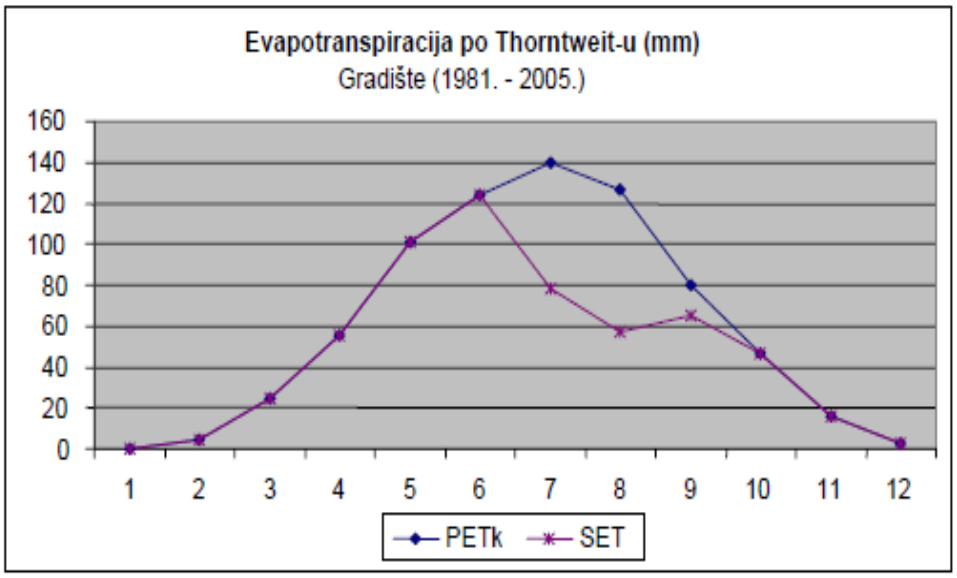
Mjesec	Brzina vjetra (m/s) – Gradište (1981. – 2000.)				
	Srednja	Max.	Min.	Cv%	STD
1.	1,7	2,2	1,4	13,3	0,2
2.	1,9	2,2	1,5	11,5	0,2
3.	2,0	2,4	1,6	13,6	0,3
4.	2,0	2,5	1,6	9,7	0,2
5.	1,9	2,4	1,6	12,5	0,2
6.	1,8	2,1	1,5	8,1	0,1
7.	1,7	2,2	1,5	10,3	0,2
8.	1,6	2,1	1,4	9,8	0,2
9.	1,6	2,1	1,4	10,9	0,2
10.	1,6	2,0	1,2	13,8	0,2
11.	1,7	2,1	1,3	11,7	0,2
12.	1,8	2,2	1,4	12,0	0,2
Srednja godišnja	1,8	2,0	1,6	5,8	0,1
U vegetaciji	1,8	2,2	1,5	10,2	0,2

3.2.6. Evapotranspiracija

U prirodnim uvjetima biljke mogu trošiti onoliko vode koliko im stoji na raspolaganju u tlu od zimskih rezervi, od oborina u toku vegetacije, od podzemne vode ili navodnjavanja, a sve to u ovisnosti od uvjeta podneblja. To znači da biljke ne moraju u svim slučajevima zadovoljiti svoje potrebe za vodom jer su količine vode ograničene. Ovako utrošena ukupna količina vode na transpiraciju i isparavanje, pokazuje vrijednost stvarne evapotranspiracije. Veličina evapotranspiracije u izravnoj je funkciji temperature zraka, kao i ostalih klimatskih čimbenika (sati insolacije, brzine vjetra, relativne vlage zraka…) koji je određuju.

Evapotranspiracija je isparavanje sa slobodne vodne površine ili golog zemljišta i vode koja se potroši transpiracijom kroz biljke. Srednja godišnja vrijednost potencijalne evapotranspiracije (veličine koja bi se ostvarila u uvjetima optimalne opskrbe vodom) za istraživano područje iznosi 720 mm, dok je prosječna godišnja stvarna evapotranspiracija 575 mm. Razlika od 145 mm rezultat je nedostatka oborina, klimatskog elementa koji najznačajnije utječe na vodu u tlu i veličinu pristupačne fiziološki aktivne vode za biljke.

Prosječne mjesečne vrijednosti potencijalne (PETk) i stvarne evapotranspiracije (SE) izračunate metodom Thorntweitea za istraživano područje (razdoblje od 1981.-2005. godine) prikazuje slika 3.



Slika 3. Prosječna potencijalna i stvarna evapotranspiracija (Gradište, 1981. – 2005.)

3.3. Tlo i pedološka svojstva

Područje planirano za navodnjavanje nalazi se većim dijelom u k.o. Komletinci i manjim u k.o. Otok. Predviđene površine zauzimaju kote terena od 82,00 do 87,52 m n.m. Navodnjavati se planira oko 1000 ha, a površine su locirane oko općine Komletinci sa težištem prema rijeci Bosut.

3.3.1. Uvodno (temeljne postavke)

Općina Otok zauzima središnji dio Bosutske nizine koja obuhvaća južni, posavski dio istočnohrvatske ravnice i pejsažnom strukturom odražava pretežno panonska obilježja i izraziti nizinski karakter prostora. Bosutska nizina predstavlja jasno omeđenu izdvojenu prostornu cjelinu, koju na sjeveru zatvaraju rubovi Đakovačkog i Vukovarskog prapornog ravnjaka, na jugu rijeka Sava, dok su zapadna i istočna međa određene pejsažnim razlikama rubova nizina prema susjednim krajevima. To je ravnica iz koje se središnjim prostorom dižu uzvišenja diluvijalnog prapora. Reljefno se ističu dva odvojena uzvišenja: vinkovačko-đakovački ravnjak i vukovarski ravnjak. Đakovački ravnjak je nastavak slavonskog gorja i dopire sve do Vinkovaca. Vukovarski ravnjak se širi prema istoku do crte Šarengrad-Bapska-Šid, odakle počinje Fruška Gora. Sjeverno i južno od ravnjaka prostiru se doline s razgranatom riječnom mrežom.

Područje planirano za navodnjavanje nalazi se većim dijelom u k.o. Komletinci i manjim dijelom u k.o. Otok. U planu je navodnjavanje oko 1.000 ha poljoprivrednog zemljišta.

Tla za uzgoj poljoprivrednih kultura, a u tome posebno za navodnjavanje, moraju biti uređena, odnosno povoljnog vodozračnog odnosa. Površine na području „Penave“ koje su predviđene za navodnjavanje su djelomično hidromeliorirane, a u potpunosti su meliorirane kanalskom mrežom. U godinama sa iznadprosječnim količinama oborina, dolazi do problema suvišne vode na nižim površinama.

3.3.2. Udio i relevantna svojstva tla

Temeljem dosadašnjih hidropedoloških istraživanja na terenu i laboratorijskih analiza (Agroekološka osnova poljoprivrede Županije vukovarsko-srijemske, Zagreb 2001.), na području „Penave“ definirana su dva tipa tla automorfnog odjela: eutrično-smeđe i lesivirano. Definirane su i niže podsistemske jedinice i to:

1.Lesivirano na lesu, pseudoglejno i tipično,
2.Lesivirano na lesu, tipično oglejeno i pseudoglejno oglejeno i
3.Eutrično smeđe tipično oglejeno i lesivirano oglejeno.

Eutrično smeđe tlo zauzima značajnu površinu na području Vukovarsko-srijemske županije i nakon močvarno glejnih tala najrasprostranjenije je tlo ovoga područja. Obzirom na nižu dominantnu podsistemsku jedinicu tekstura tala područja „Penave“ je praškasto ilovasta do praškasto glinasto ilovasta. To su uglavnom porozna, malo propusna tla za vodu i osrednjeg retencijskog kapaciteta za vodu. Reakcija tla (pH u vodi 5,8 do 6,8) slabo kisela do neutralna, sa 0,8 do 2,6 % humusa. Sadržaj dušika varira od umjerenog do dobro opskrbljenog. Sadržaj biljci pristupačnog fiziološki aktivnog fosfora (2,6 do 8,6) i kalija (9,0 do 15,8 mg/100 g tla) je vrlo slaba (ispod 10) do slaba (10 do 20).

Lesivirano tlo ide u klasu eluvijalno-iluvijalnih tala, a javljaju se na području Vukovarsko-srijemske županije na lesu i holocenskim nanosima. Na području „Penave“ prisutne su dvije niže pedosistemske jedinice: na lesu tipično oglejeno i na holocenskim nanosima tipično oglejeno. To su tla koja su uglavnom praškasto glinasto ilovaste teksture, malo porozna do porozna tla. Dosta mala propusnost za vodu te dolazi do prekomjernog zadržavanja oborinske vode u površinskom dijelu profila i narušavanja vodozračnih odnosa. Također su ova tla sklona zbijanju i stvaranju pokorice, te ih to čini manje pogodnim u proizvodnji kultura osjetljivih na te pojave. Na istraživanom području prisutna lesivirana tla su uglavnom slabo kisela (pH u MKCI 5,6 do 6,5), a po sadržaju humusa slabo (1 do 3%) do dosta (3 do 5%) humozna tla.

Također je na istraživanom području utvrđen ozbiljan problem zbijenosti agrološkog profila tla, te je dodatnim terenskim istraživanjima potrebno utvrditi razinu degradacije tala i

dati mjere uređenja i popravka. Prije navodnjavanja područja „Penave“,potrebno je izvesti dodatne mjere uređenja vodnog režima tla na nekim proizvodnim površinama, a na većem dijelu površina za preporučiti je agromeliorativne i biološke mjere poboljšanja plodnosti tla.

U nastavku slijedi prikaz hidropedoloških, pedokemijskih i pedofizikalnih svojstava tla pojedinih pedoloških profila područja „Penave“ (Tablice 6, 7, 8 i 9).

Tablica 6. Mehanički sastav i tekstura tla

Broj profila	Sistematska jedinica tla	Dubina tla (cm)	% sadržaj čestica u mm					Tekstura oznaka
			2 -0,2	0,2 -0,05	0,05-0,02	0,02-0,002	<0,002	
1	Lesivirano na lesu, pseudoglejno i tipično	0 – 35	6,23	1,68	29,59	35,00	26,90	PrGI
		35 – 50	2,29	1,89	24,42	33,20	38,20	PrGI
		50 – 85	1,64	1,07	26,79	29,90	40,60	PrG
		85 – 130	1,28	0,57	32,65	39,40	24,10	PrI
2		0 – 35	0,41	1,36	35,73	40,50	22,00	PrI
		35 – 60	0,19	0,92	37,34	25,30	36,25	PrGI
		60 – 130	2,83	3,20	44,47	26,29	23,21	PrI
3	Lesivirano na lesu, tipično oglejeno i pseudoglejno oglejeno	0 - 40	0,67	0,88	35,45	31,90	31,10	PrGI
		40 - 83	1,02	0,72	30,26	29,90	38,10	PrGI
4		0 – 15	0,81	1,99	33,60	35,50	28,10	PrGI
		15 – 32	0,59	2,09	37,32	32,00	28,00	PrGI
		32 – 72	1,01	1,29	33,70	31,00	33,00	PrGI
5	Eutrično smeđe tipično oglejeno i lesivirano oglejeno	0 – 22	0,84	0,99	37,17	32,90	28,10	PrGI
		22 – 60	0,92	0,78	31,30	30,50	36,50	PrGI
		60 – 120	0,80	2,10	38,85	31,23	20,02	PrI
6		0 – 20	0,53	1,07	41,40	25,78	21,22	PrI
		20 – 32	0,21	1,51	37,23	33,75	27,30	PrGI
		32 – 72	0,15	1,30	33,80	30,05	34,50	PrGI
		72 - 100	5,27	2,05	49,19	19,99	23,50	PrI

Tumač kratica:
PrGI – praškasto glinasta ilovača
PrI – praškasta ilovača

Tablica 7. Osnovna fizikalna svojstva tla

Broj profila	Sistematska jedinica tla	Dubina tla (cm)	Gv g/cm^3	Gč g/cm^3	Kv %vol.	Kz %	P %	Propusnost za vodu (K) cm/s	Higroskopi-citet
1	Lesivirano na lesu, pseudoglejno i tipično	0 – 35	1,40	2,77	41,0	8,5	49,5		4,97
		35 – 50	1,59	2,80	38,1	5,2	43,3		8,00
		50 – 85	1,53	2,81	36,7	8,9	45,6	$2,1x10^{-5}$	8,80
		85 – 130							5,60
2		0 – 35	1,40	2,79	39,1	10,7	49,8		6,01
		35 – 60	1,43	2,80	36,2	13,2	49,4	$4,2x10^{-5}$	7,78
		60 – 130	1,40	2,80	33,7	16,4	50,1	$1,6x10^{-4}$	4,41
3	Lesivirano na lesu, tipično oglejeno i pseudoglejno oglejeno	0 - 40	1,40	2,76	41,0	8,3	49,3		5,87
		40 - 83	1,42	2,81	43,4	6,8	49,5		8,40
4		0 – 15	1,23	2,75	41,4	13,9	55,3		6,72
		15 – 32	1,24	2,81	38,3	17,6	55,9	$2,4x10^{-4}$	6,77
		32 – 72	1,44	2,68	35,1	11,1	46,2	$1,9x10^{-5}$	7,66
5	Eutrično smeđe tipično oglejeno i lesivirano oglejeno	0 – 22	1,34	2,66	36,5	13,6	50,1	$8,5x10^{-6}$	6,07
		22 – 60	1,48	2,77	35,4	11,8	47,2	$2,7x10^{-5}$	7,37
		60 – 120							4,11
6		0 – 20	1,40	2,69	40,2	7,8	48,0		4,15
		20 – 32	1,40	2,76	42,5	6,8	49,3		5,05
		32 – 72	1,58	2,79	36,6	6,7	43,3	$7,8x10^{-6}$	7,55
		72 - 100	1,50	2,74	35,6	9,6	45,2	$1,4x10^{-4}$	4,50

Tablica 8. Kemijska svojstva tla

Broj profila	Sistematska jedinica tla	Dubina tla (cm)	pH		$CaCO_3$ (%)	Humus (%)	N (%)	Fiziološki aktivni (mg/100 g tla)	
			H_2O	M-KCl				P_2O_5	K_2O
1	Lesivirano na lesu, pseudoglejno i tipično	0 – 35	5,8	5,1		1,69	0,13	16,5	18,7
		35 – 50	5,2	4,8		0,95	0,08	10,0	16,7
		50 – 85	5,8	5,4					
		85 – 130	7,3	6,8					
2		0 – 35	6,4	5,8		1,93	0,12	20,7	18,4
		35 – 60	6,5	5,9		1,16	0,08	3,8	13,0
		60 – 130	7,4	7,0	21,05				
3	Lesivirano na lesu, tipično oglejeno i pseudoglejno oglejeno	0 - 40	6,2	5,4		2,25	0,13	15,5	12,2
		40 – 83	6,6	5,6					
		83 – 140	7,5	7,0	30,55				
4		0 – 15	5,6	5,0		5,07	0,23	1,0	9,0
		15 – 32	5,6	5,0		2,99	0,20	0,6	7,8
		32 – 72	7,0	6,2					
		72 – 105	7,6	7,2					
5	Eutrično smeđe tipično oglejeno i lesivirano oglejeno	0 – 22	6,6	5,8		2,58	0,13	8,3	9,0
		22 – 60	6,8	5,8		0,77	0,08	8,6	10,6
		60 – 120	7,6	7,0					
6		0 – 20	6,5	5,6		1,93		4,8	15,8
		20 – 32	5,8	5,3		1,23		2,6	11,8
		32 – 72	5,8	5,4					
		72 - 100	7,7	7,2					

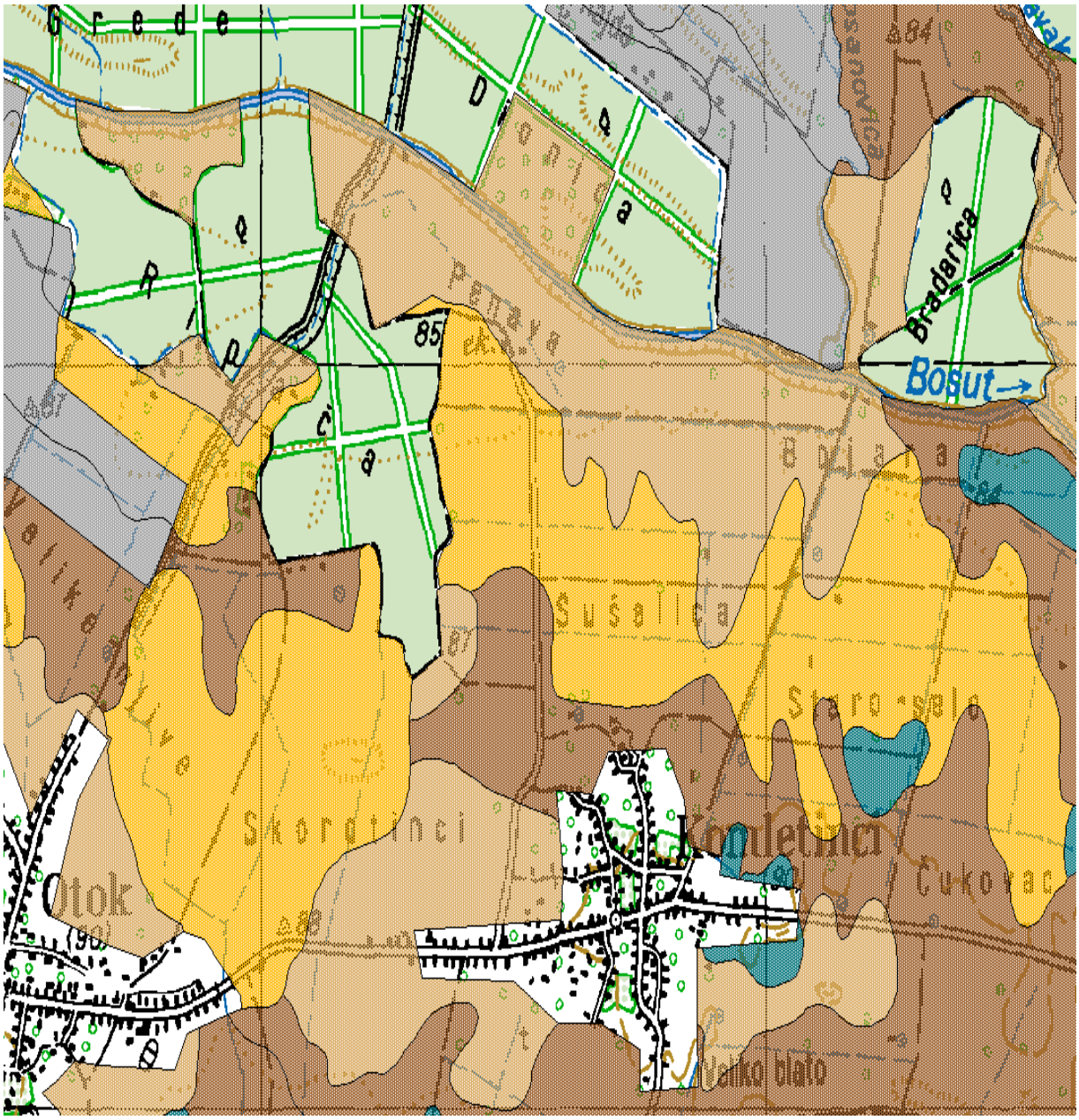
Tablica 9. Retencija vlage i plastičnosti

Broj profila	Sistematska jedinica tla	Dubina tla (cm)	Retencija vlage %tež. kod		Plastičnost		
			0,33 bara	15 bara	GŽ	GK	IP
1	Lesivirano na lesu, pseudoglejno i tipično	0 – 35 35 – 50 50 – 85 85 – 130	29,29 30,60 31,01 30,56	10,23 13,27 14,02 9,60	33 43	20 21	13 22
2		0 – 35 35 – 60 60 – 130	27,96 30,26 28,31	9,14 12,69 9,40	35 43	19 19	16 24
3	Lesivirano na lesu, tipično oglejeno i pseudoglejno oglejeno	0 - 40 40 – 83 83 – 140	29,25 30,59	11,27 13,24	36 46	19 21	17 25
4		0 – 15 15 – 32 32 – 72 72 – 105	29,58 29,55 29,64	10,52 10,50 11,78			
5	Eutrično smeđe tipično oglejeno i lesivirano oglejeno	0 – 22 22 – 60 60 – 120	29,58 33,30 29,33	10,52 12,76 9,37			
6		0 – 20 20 – 32 32 – 72 72 - 100	28,72 30,38 30,93 30,39	8,98 10,33 12,19 9,46			

Automorfna tla predstavljaju sva tla čiji postanak određuje vlaženje samo oborinama, bez učešća vanjskih (poplavnih) i/ili visokih podzemnih voda. Vlaženje automorfnih tala je samo oborinama.

Važno je naglasiti da određivanje kemijskih i fizikalnih vrijednosti nekog tla zahtjeva stalni tijek praćenja, glede prirodnih utjecaja, a posebno utjecaje čovjeka i načina primjenjivanih agrotehničkih zahvata.

U nastavku slijedi pedološka karta istraživanog područja „Penave“ (Slika 4).

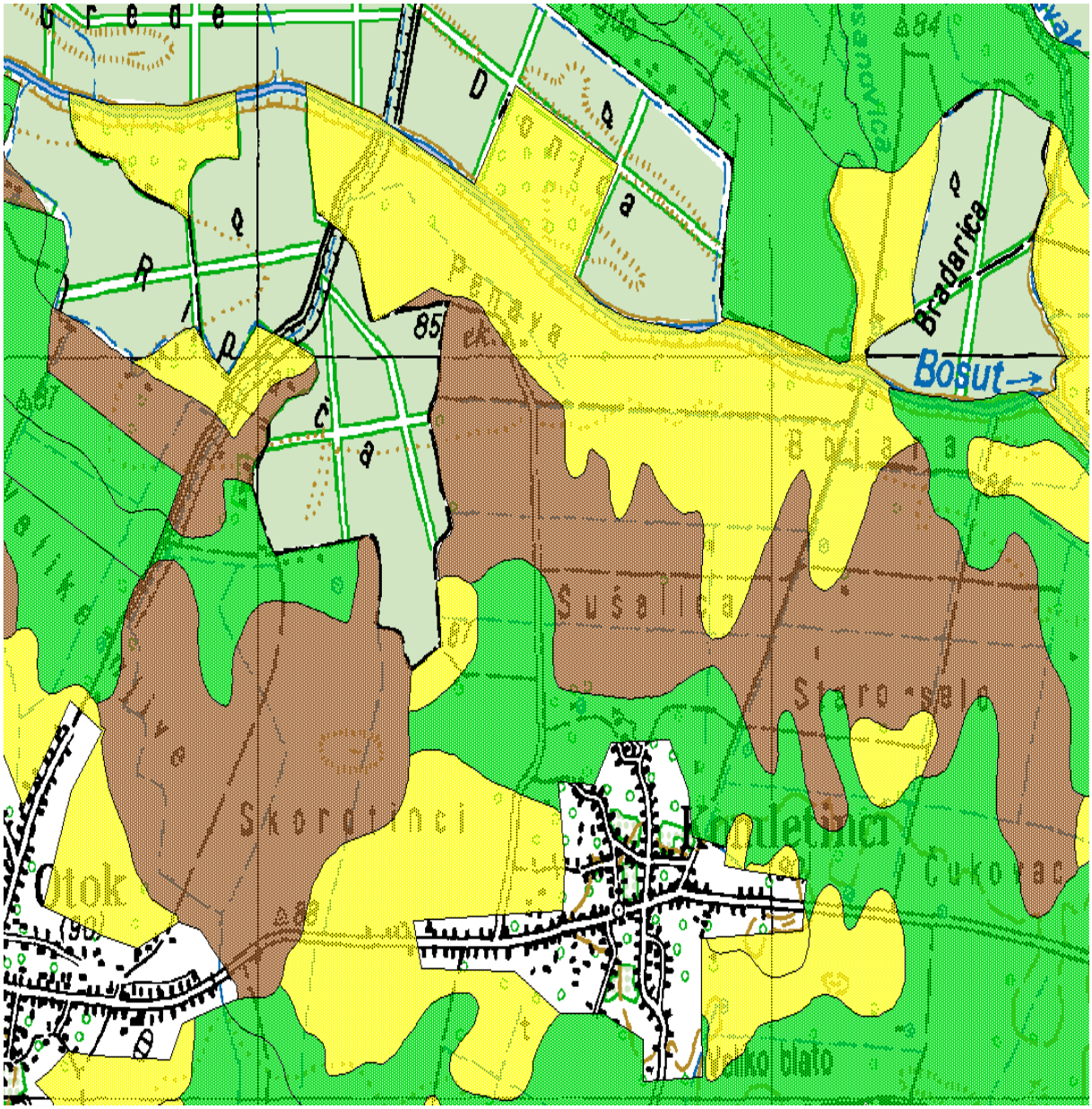


Slika 4. Pedološka karta šireg istraživanog područja „Penave“

- Eutrično smeđe tipično oglejeno i lesivirano oglejeno - Hipoglej mineralni, djelomično hidromelioriran
- Hidromeliorirano tlo iz hipogleja i ritske crnice
- Hipoglej mineralni nekarbonatni - Ritske crnice, djelomično hidromeliorirana tla
- Lesivirano na lesu tipično oglejeno i pseudoglejno oglejeno - Hipoglej mineralni, djelomično hidromelioriran
- Lesivirano na lesu, pseudoglejno i tipično - Pseudoglej na zaravni
- Ritske crnice karbonatne - Hipoglej i amfiglej mineralni, djelomično hidromeliorirana tla
- Veća naselja

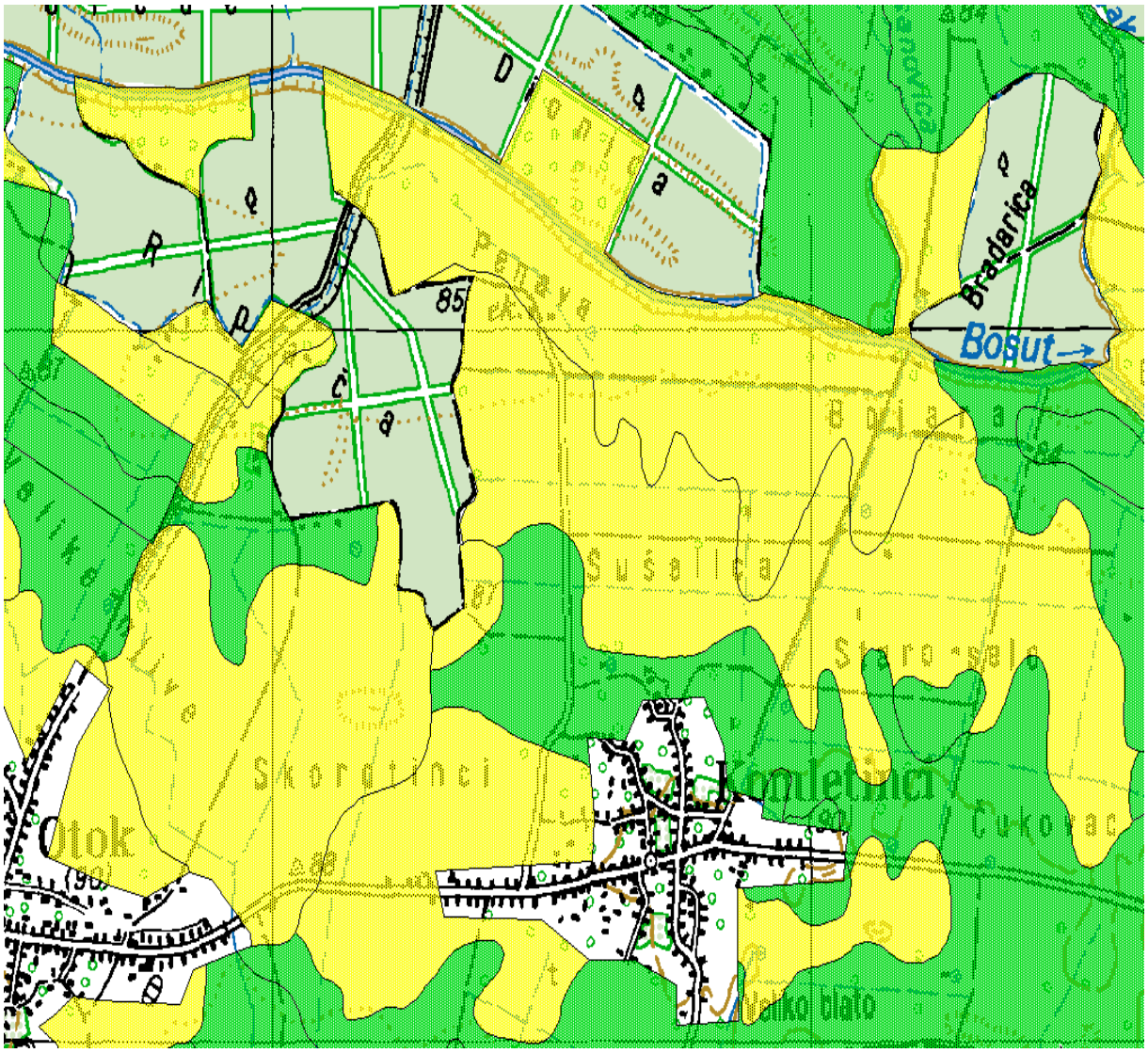
3.3.3.Sadašnja i buduća proizvodna pogodnost tla

Rezultati procjene pogodnosti tla za višenamjensko korištenje u poljoprivredi izvode se na temelju pogodnosti tla za ratarstvo, povrćarstvo i travnjake (Slika 5 i 6).



Slika 5. Sadašnja pogodnost područja „Penave“ za povrćarsku i ratarsku proizvodnju

P-1 pogodna tla
P-2 umjereno pogodna tla
P-3 ograničeno pogodna tla
N-1 privremeno nepogodna tla
N-2 trajno nepogodna tla



Slika 6. Sadašnja pogodnost područja „Penave“ za travnjake

P-1 pogodna tla
P-2 umjereno pogodna tla
P-3 ograničeno pogodna tla
N-1 privremeno nepogodna tla
N-2 trajno nepogodna tla

Ocjena pogodnosti tala za navodnjavanje vršena je prema dostupnim i raspoloživim podacima navedenim u „Agropedološkoj osnovi poljoprivrede Županije vukovarskosrijemske“ (Zagreb, 2001.), te podacima dugogodišnjih hidropedoloških istraživanja na istraživanom području.

Pregled sadašnje i buduće pogodnosti istraživanog područja „Penave“ za navodnjavanje dana je u sljedećoj tablici 10.

Tablica 10. Pregled sadašnje i potencijalne pogodnosti pedosistemskih jedinica područja „Penave“ za navodnjavanje

Red. broj	Sistematska jedinica tla	Pogodnost tla za navodnjavanje – vrsta ograničenja	Klasa i potklasa pogodnosti tla	Potrebna mjera uređenja	Potencijalna pogodnost
1	Lesivirano na lesu, pseudoglejno i tipično	P-3 v dr	Ograničeno pogodna	Podzemna odvodnja Agromelioracije	P-2
2	Lesivirano na lesu, tipično oglejeno i pseudoglejno oglejeno	P-2 sla/alk h	Umjereno pogodna	Kemijske melioracije	P-1
3	Eutrično smeđe tipično oglejeno i lesivirano oglejeno	P-1 h	Pogodna tla	Agromelioracije	P-1

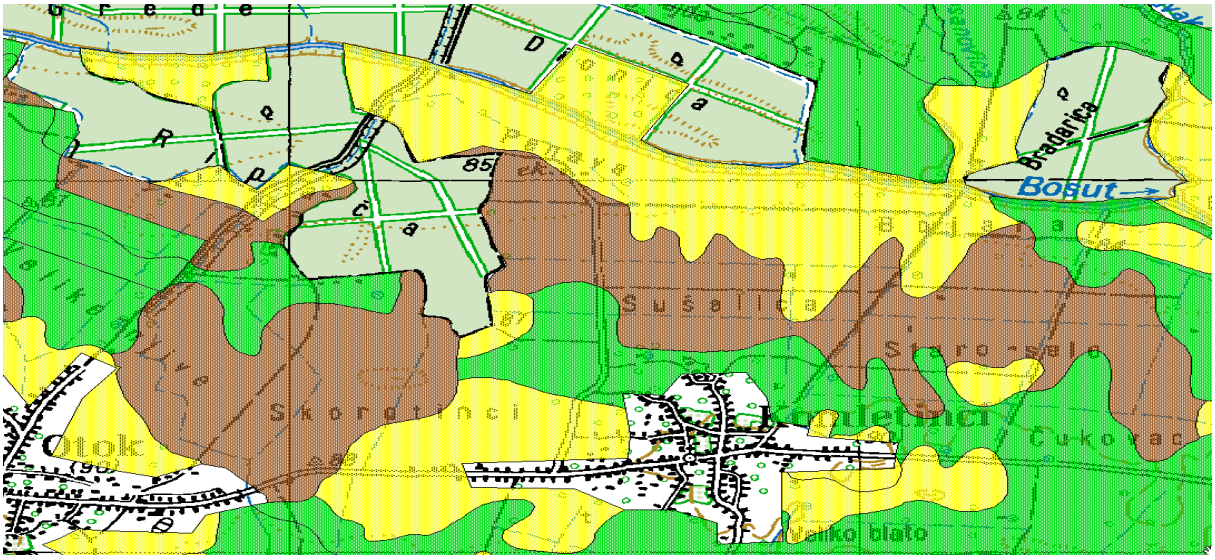
Klasa i potklasa pogodnosti tla:

P-1 pogodna tla
P-2 umjereno pogodna tla
P-3 ograničeno pogodna tla

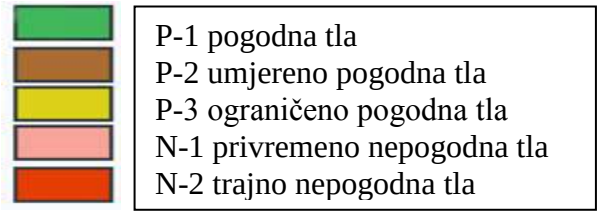
Vrsta ograničenja u navodnjavanju:

v - suvišna površinska voda
dr - dreniranost
sla/alk – slanost/alkaličnost
h – opskrbljenost hranjivima
ta – veličina navodnjavane površine

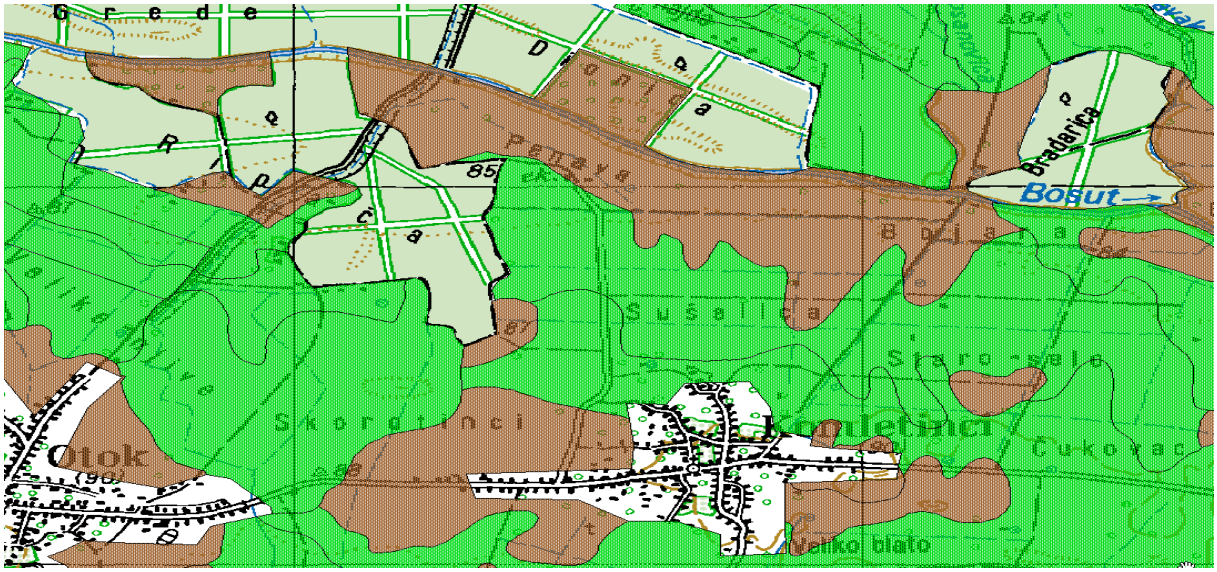
Slijedi sadašnja pogodnost istraživanog područja „Penave“ za navodnjavanje (Slika 9).



Slika 9. Sadašnja pogodnost područja „Penave“ za navodnjavanje



Na slici 10 se daje buduća pogodnost područja „Penave“ za navodnjavanje.



Slika 10. Buduća pogodnost područja „Penave“ za navodnjavanje

	P-1 pogodna tla
	P-2 umjereno pogodna tla
	P-3 ograničeno pogodna tla
	N-1 privremeno nepogodna tla
	N-2 trajno nepogodna tla

Uzimajući u obzir specifičnosti natapanja i zahtjeve na svojstva i potrebnu kvalitetu tla u procjeni pogodnosti poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje, pored već navedenih ograničavajućih faktora u procjeni istraživanog područja za određenu poljoprivrednu proizvodnju, potrebno je naglasiti važnost: uređenja vodozračnog režima agrološkog profila tla, vrijednosti infiltracijske sposobnosti tla, povećanja efektivne dubine i kapaciteta tla za vodu, kao i opskrbljenosti fizioloških aktivnim hranjivima.

3.4.Potrebe za vodom u okviru sustava navodnjavanja „Penave“

Prije nego se pristupi projektiranju sustava za navodnjavanje, potrebno je utvrditi koja količina vode je potrebna za zadovoljenje potreba transpiracije pojedinih biljaka i isparavanje iz zemljišta. Pri tome se postavlja kao osnovni zahtjev optimalna opskrba biljaka vodom u toku vegetacije. Postoje različiti kriteriji za određivanje potrebe primjene navodnjavanja pri uzgoju poljoprivrednih kultura. Određeniju ocjenu o potrebi navodnjavanja za pojedine uvjete (područje i pojedine kulture) može se dobiti na temelju analize raspoložive i potrebne vode za pojedine mjesece i ukupno za vegetacijsko razdoblje.

Za određivanje potreba usjeva za vodom u planiranju i projektiranju sustava navodnjavanja, korišten je računalni program „Cropwat 5.7“. Neophodno je uzeti u obzir i relevantne klimatske podatke izmjerene na meteorološkoj stanici Gradište. Svi potrebni klimatski parametri (mjesečne količine oborina, relativna vlažnost zraka, brzina vjetra, insolacija i srednja temperatura zraka) proizišli su iz niza od 25 godina (1981.-2005.) s meteorološke stanice Gradište za istraživano područje tj. područje „Penave“. Shodno strukturi sjetve na zadanoj površini lokaliteta „Penave“, rezultiraju i različite norme navodnjavanja, odnosno količine potrebne vode i potrebni hidromoduli.

3.4.1. Planirana struktura proizvodnje

Zbog razvijenosti poljoprivrednih, vodnih resursa, zemljišta, prirodno-klimatskih pogodnosti, Vukovarsko-srijemska županija ima veliki potencijal u razvitku poljoprivrede. Ta djelatnost ima znatan utjecaj na druge gospodarske djelatnosti, kao što su prehrambeno – prerađivačka djelatnost, trgovina, turizam, promet, energetika, kemijska industrija itd. Poljoprivreda je dio ruralnog prostora, bitna je za ekološku ravnotežu, zaštitu okoliša, ali i za očuvanje kulturnih i ostalih tradicijskih vrijednosti. Ratarska proizvodnja predstavlja jednu od najvažnijih poljoprivrednih grana u pogledu uporabe zemljišta i proizvodnje za prehranu ljudi i životinja. U strukturi zasijanih površina i dalje su najzastupljenije žitarice, a iza njih industrijsko bilje, odnosno, proizvodnja uljarica.

Na navodnjavanim površinama „Penave“ predviđa se intenzivna proizvodnja povrća i nekih sjemenskih kultura (kukuruz, šećerna repa), kako u redovnoj tako i u postrnoj sjetvi i/ili sadnji. Značajnim učešćem povrća i sjemenskih kultura, pored zadovoljenja tražene proizvodne orijentacije, nastoji se postići što sigurnija ekonomska isplativost sustava navodnjavanja.

Na izbor kultura u strukturi sjetve i proizvodnu orijentaciju u uvjetima navodnjavanja utječu mnogobrojni čimbenici, a posebno: pogodnost i raspoloživost potrebne količine vode, klima, mogućnost bavljenja stočarskom proizvodnjom, uređeno zemljište i pogodno tlo, blizina prerađivačkih kapaciteta i/ili tržište, odnosno mogućnost prodaje.

Planirana struktura proizvodnje na 1000 ha proizvodnih površina istraživanog lokaliteta „Penave“ prikazana je u tablici 11.

Ovisno o dužini vegetacije i vremenu napuštanja površina kultura iz redovne sjetve, u postrnoj sjetvi moguće je uzgajati kulture u cilju proizvodnje:

- Zelene mase (silaža ili u zelenom stanju) u ishrani stoke
- Kulture za zrno (kukuruz, suncokret, soja…) hibrida i sorti kraće vegetacije
- Povrće: mahuna, krastavac, kupus, kelj, cikla, salata, paprika
- Postrne kulture za zelenu gnojidbu tla; poboljšanje fizikalnih karakteristika tla, biološke aktivnosti i povećanje organske tvari u tlu

Tablica 11. Struktura proizvodnje na 1000 ha proizvodne površine sustava navodnjavanja „Penave“

Struktura proizvodnje	Vegetacijsko razdoblje	Kulture (udjel)	
Redovna sjetva		%	ha
1.Luk	3. - 8.	8	80
2.Krumpir	4. – 9.	5	50
3.Sjemenski kukuruz	5. – 9-	10	100
4.Pšenica,ječam,zob	10. – 6.	30	300
5.Šećerna repa	3. – 10.	5	50
6.Soja	5. – 9.	5	50
7.Lucerna	3. – 9	8	80
8.Celer	5. – 9.	1	10
9.Dinja/lubenica	4. – 8.	3	30
10.Mahuna	4. – 8.	1	10
11.Grašak	4. – 7.	5	50
12.Kukuruz šećerac	4. – 7.	10	100
13.Rajčica/patlidžan	4. – 9.	3	30
14.Paprika/krastavac	4. – 8.	3	30
15.Kupus,kelj/mrkva	6. – 9.	3	30
	Ukupno	100	1000
Postrna sjetva		%	ha
1.Silažni kukuruz,soja,suncokret	7. – 10.	15	150
2.Salata/špinat	7. – 10.	5	50
3.Razno povrće:kupus,mahuna,krastavac,paprika,cikla	7. – 9.	10	100
	Ukupno	30	300
	S v e u k u p n o	130	1300

Kao što se može vidjeti iz tablice 11, težište buduće proizvodnje je na profitabilnim žitaricama i povrću. Potrebno je naglasiti, da je kod izbora povrćarskih kultura, potrebno uvažiti njihove proizvodne specifičnosti.

3.4.2. Potrebe za vodom

Voda je neprestano prisutna u tlu ili na njegovoj površini. Sadržaj vode u tlu je promjenjiv u zavisnosti od vremenskih prilika i potrošnje vode od strane biljaka. Poljoprivrednim zemljištima koja nemaju dovoljno vode za uzgoj poljoprivrednih kultura tijekom cijele vegetacije ili samo u određenom razdoblju rasta i razvitka, vodu dodajemo na umjetan način tj. navodnjavanjem. Biljke trebaju određenu količinu vode za svoje životne procese kroz cijelo vrijeme vegetacije. Potrebe biljnih kultura za vodom zavise o fazama vegetacijskog rasta i razvoja te klimatskim i vodnim prilikama lokaliteta uzgoja.

Poznavanje potreba kultura za vodom tijekom vegetacijskog razdoblja ključan je podatak za provedbu navodnjavanja te ga je nužno utvrditi već kod planiranja i pripreme za navodnjavanje odnosno pri izboru proizvodne orijentacije u uvjetima navodnjavanja. Specifične potrebe pojedine kulture za vodom mogu se odrediti eksperimentalnim ili proračunskim metodama.

Za određivanje potreba usjeva za vodom u planiranju i projektiranju sustava navodnjavanja, korišten je računalni program „Cropwat 5.7“. Pored relevantnih klimatskih podataka izmjerenih na meteorološkoj stanici Gradište, potrebno je upisati geografske koordinate (zemljopisnu dužinu i širinu) i nadmorsku visinu stanice. Program omogućava izračunavanje: referentnu evapotranspiraciju (Eto) prema metodi Penman-Monteith, potrebu biljaka za vodom (normu navodnjavanja), raspored navodnjavanja i raspored opskrbe vodom. Potrebni klimatski parametri (mjesečne količine oborina, srednja temperatura zraka, relativna vlažnost zraka, brzina vjetra i sati sijanja sunca) proizišli su iz niza od 25 godina (1981.-2005.) s meteorološke stanice Gradište.

U nastavku slijedi primjer izračuna evapotranspiracija (ETk) i potreba luka i kukuruza za vodom (Pv) u uvjetima efektivnih prosječnih (50%) oborina (Oef). Vrijednosti su u izrazu dekadnih vrijednosti (mm/dek) u pojedinim razvojnim stadijima vegetacije (Tablice 12 i 13).

Tablica 12. Evapotranspiracija i potreba luka za vodom u uvjetima prosječnih oborina

Evapotranspiracija i potreba za vodom					
Kultura: **luk**					Meteorološka stanica: Gradište Datum sjetve: 25.ožujak
Mjesec	Dekada	Razvojni stadij	ETk (mm/dek)	Oef (mm/dek)	Potrebna voda (mm/dek)
III	3	početni	3,7	6,9	0,0
IV	1	početni	8,6	15,1	0,0
	2	razvojni	12,5	16,3	0,0
	3	razvojni	20,7	15,9	4,8
V	1	razvojni/sred.	28,7	15,5	13,2
	2	središnji	34,0	15,1	18,9
	3	središnji	36,0	17,1	18,9
VI	1	središnji	37,9	19,7	18,2
	2	središnji	39,9	22,0	17,9
	3	središnji	40,4	19,6	20,8
VII	1	središnji	40,8	17,1	23,7
	2	središnji/kasni	41,1	14,7	26,3
	3	kasni	38,7	15,1	23,6
VIII	1	kasni	36,1	15,6	20,6
	2	kasni	33,7	16,0	17,7
	3	kasni	14,4	8,0	6,4
U k u p n o			467,3	249,6	**231,2**

Tablica 13. Evapotranspiracija i potreba kukuruza za vodom u uvjetima prosječnih oborina

Evapotranspiracija i potreba za vodom					
Kultura: **kukuruz**					Meteorološka stanica: Gradište Datum sjetve: 25.travanj
Mjesec	Dekada	Razvojni stadij	ETk (mm/dek)	Oef (mm/dek)	Potrebna voda (mm/dek)
IV	3	početni	5,7	7,9	0,0
V	1	početni	12,8	15,5	0,0
	2	početni	14,3	15,1	0,0
	3	početni/razvojni	16,8	17,1	0,0
VI	1	razvojni	23,0	19,7	3,3
	2	razvojni	31,5	22,0	9,5
	3	razvojni	39,3	19,6	19,8
VII	1	razvojni/središnji	45,4	17,1	28,3
	2	središnji	47,9	14,7	33,1
	3	središnji	46,0	15,1	30,9
VIII	1	središnji	44,2	15,6	28,6
	2	središnji	42,4	16,0	26,4
	3	središnji/kasni	35,3	16,0	19,3
IX	1	kasni	25,1	16,0	9,0
	2	kasni	15,0	16,1	0,0
	3	kasni	3,7	7,8	0,0
Ukupno			448,3	251,2	**208,2**

Da bi dobili uvid u nedostatke i potrebu biljaka za vodom u ekstremnim (sušnim) godinama, u nastavku slijedi primjer izračuna konzumnih potreba luka i kukuruza (ETk) i potreba naznačenih kultura za vodom (Pv) u uvjetima efektivnih sušnih (74 %) oborina (Oef). Vrijednosti su u izrazu dekadnih vrijednosti (mm/dekadi) u pojedinim razvojnim stadijima vegetacije (Tablice 14 i 15).

Tablica 14. Evapotranspiracija i potreba luka za vodom u uvjetima sušne godine

Evapotranspiracija i potreba za vodom					
Kultura: **luk**					Meteorološka stanica: Gradište Datum sjetve: 25. ožujak
Mjesec	Dekada	Razvojni stadij	ETk (mm/dek)	Oef (mm/dek)	Potrebna voda (mm/dek)
III	3	početni	3,7	4,9	0,0
IV	1	početni	8,6	10,5	0,0
	2	razvojni	12,5	11,3	1,3
	3	razvojni	20,7	11,0	9,6
V	1	razvojni/sred.	28,7	10,8	17,9
	2	središnji	34,0	10,6	23,4
	3	središnji	36,0	12,2	23,7
VI	1	središnji	37,9	14,6	23,4
	2	središnji	39,9	16,6	23,3
	3	središnji	40,4	14,6	25,7
VII	1	središnji	40,8	12,7	28,1
	2	središnji/kasni	41,1	10,8	30,2
	3	kasni	38,7	10,5	28,2
VIII	1	kasni	36,1	10,1	26,1
	2	kasni	33,7	9,7	24,0
	3	kasni	14,4	4,8	9,6
Ukupno			467,3	175,7	**294,7**

Tablica 15. Evapotranspiracija i potreba kukuruza za vodom u uvjetima sušne godine

Evapotranspiracija i potreba za vodom					
Kultura: **kukuruz**					Meteorološka stanica: Gradište Datum sjetve: 25.travanj
Mjesec	Dekada	Razvojni stadij	ETk (mm/dek)	Oef (mm/dek)	Potrebna voda (mm/dek)
IV	3	početni	5,7	5,5	0,1
V	1	početni	12,8	10,8	2,0
	2	početni	14,3	10,6	3,8
	3	početni/razvojni	16,8	12,2	4,6
VI	1	razvojni	23,0	14,6	8,4
	2	razvojni	31,5	16,6	14,9
	3	razvojni	39,3	14,6	24,7
VII	1	razvojni/središnji	45,4	12,7	32,7
	2	središnji	47,9	10,8	37,0
	3	središnji	46,0	10,5	35,6
VIII	1	središnji	44,2	10,1	34,1
	2	središnji	42,4	9,7	32,6
	3	središnji/kasni	35,3	9,7	25,6
IX	1	kasni	25,1	9,6	15,5
	2	kasni	15,0	9,6	5,4
	3	kasni	3,7	4,7	0,0
U k u p n o			448,3	172,3	**277,1**

3.4.2.1. Izračun potreba za vodom

Za izračun su potrebni slijedeći podaci: karakteristike područja (geografske širine, dužine i nadmorske visine), kulture koje će se navodnjavati te klimatski pokazatelji (srednje mjesečne temperature zraka °C, brzina vjetra m/s, vlažnost zraka %, insolacija i količine oborina u mm). Proračunskim metodama se dolazi do potreba za vodom poljoprivrednih kultura putem vrijednosti referentne evapotranspiracije (ETo) i koeficijenta određene kulture (kc) prema slijedećem izrazu:

$$ETc = kc \times ETo$$

ETc – evapotranspiracija kulture (mm/dan)
ETo – referentna evapotranspiracija (mm/dan)
kc – koeficijent kulture

Referentna evapotranspiracija (ETo) definira se kao vrijednost evapotranspiracije s površine od 8 do 15 cm jednolično visokog i aktivno uzgajanog travnjaka koji potpuno zasjenjuje površinu i ne oskudijeva s vodom. Za primjer izračuna deficita vode, navodimo vrijednost s meteorološke postaje Gradište (Tablica 16).

Tablica 16. Prosječna godišnja referentna evapotranspiracija (ETo), efektivne oborine (Oef) i deficit vode (Dv) za istraživano područje „Penave“

Meteorološka postaja	ETo (mm)	Oef (mm)	Dv (mm)
Gradište-Županja	817	599	218

3.4.2.2. Norma navodnjavanja

Ako se od ukupno potrebne količine vode odbije ukupno raspoloživa voda u vegetacijskom razdoblju dobije se norma navodnjavanja :

$$\sum Nn = \sum Pv - \sum Rv$$

Nn – norma navodnjavanja u mm
∑Pv – ukupna potrebna voda u vegetacijskom razdoblju u mm
∑Rv – ukupna raspoloživa voda u vegetacijskom razdoblju u mm

Norma navodnjavanja je nedostatak vode ili ukupna količina vode koju je potrebno dodati navodnjavanjem za vrijeme vegetacije. Vrijednost norme u funkciji je klimatskih prilika, svojstava tla, učinkovitosti izvedenih agrotehničkih zahvata kao i bioloških osobina pojedinih kultura. Norma navodnjavanja izražava se u:

- neto vrijednostima i tada prikazuje vrijednost ukupne vode koja nedostaje u vegetacijskom razdoblju i koju treba dodati biljci i
- bruto vrijednostima koji rezultiraju uvećanjem neto iznosa za gubitke (voda koja se gubi u dovodu do polja, na uređajima i pri eksploataciji sustava), odnosno vrijednosti koeficijenta iskorištenja sustava navodnjavanja.

U uvjetima prosječnih godina (oborina 50%-tne vjerojatnosti) najveće potrebe za vodom imaju: šećerna repa 276,3 mm, rajčica 258,3 mm, luk 231,2 mm i celer 227,8 mm. Raznom povrću nedostaje od 140 do 180 mm, a postrnim usjevima od 50 do 150 mm vode.

Kako se prava učinkovitost umjetnog dodavanja vode ogleda u sušnoj godini, sustav i opremu za navodnjavanje potrebno je projektirati da nadoknadi biljkama vodu i u najnepovoljnijim vremenskim prilikama. Kako su na istraživanom području navodnjavanja „Penave“ poljoprivredne kulture zastupljene određenim %-tnim udjelom u strukturi sjetve, potrebno je izračunati srednju normu navodnjavanja svedenu na 1 idealni hektar.

Utablici 17 prikazane su prosječne, a u tablici 18 daju se norme navodnjavanja u sušnoj godini kultura zastupljenih u strukturi sjetve.

Tablica 17. Prosječne norme navodnjavanja zastupljenih kultura-svedena na 1 idealni hektar

Kultura	Učešće	Neto norma 50%-tne oborine		Bruto norma 50%-tne oborine	
	(%)	Nn neto	Prema učešću	Nn bruto	Prema učešću
REDOVNA SJETVA					
Luk	8	231,2	18,5	277,4	22,2
Krumpir	5	205,5	10,3	246,6	12,3
Kukuruz	10	208,2	20,8	249,8	25,0
Soja	5	228,1	11,4	273,8	13,7
Dinja/lubenica	3	175,7	5,3	210,8	6,3
Šećerna repa	5	276,3	13,8	331,5	16,6
Mahuna	1	168,6	1,7	202,3	2,0
Lucerna	8	188,6	15,1	226,4	18,1
Grašak	5	166,3	8,3	199,5	10,0
Kukuruz šećerac	10	152,2	15,2	182,6	18,3
Celer	1	227,8	2,3	273,4	2,7
Rajčica/Patlidan	3	258,3	7,7	309,9	9,3
Paprika/Krastavac	3	177,6	5,3	213,1	6,4
Kupus/Kelj/Mrkva	3	143,6	4,3	172,3	5,2
Pšenica/Ječam/zob*	30	79,3	23,8	95,2	28,6
Ukupno redovno	100		163,8		196,6
POSTRNI USJEVI					
Silažni usjevi**	15	45,2	6,8	54,2	8,1
Zelena salata/Špinat	5	93,6	4,7	112,3	5,6
Razno povrće***	10	143,3	14,3	172	17,2
Ukupno postrno	30		25,8		30,9
S v e u k u p n o			189,6		227,6

* Nenavodnjavane kulture
**Kukuruz, suncokret, soja
*** Kupus, mahuna, krastavac, paprika, cikla

Tablica 18. Norme navodnjavanja zastupljenih kultura u sušnoj godini

Kultura	Učešće	Neto norma 74%-tne oborine		Bruto norma 74%-tne oborine	
	(%)	Nn neto	Prema učešću	Nn bruto	Prema učešću
REDOVNA SJETVA					
Luk	8	294,7	23,6	353,6	28,3
Krumpir	5	263,7	13,2	316,4	15,8
Kukuruz	10	277,1	27,7	332,5	33,3
Soja	5	296,6	14,8	355,9	17,8
Dinja/lubenica	3	230,4	6,9	276,5	8,3
Šećerna repa	5	351,0	17,6	421,1	21,1
Mahuna	1	214,2	2,1	257,0	2,6
Lucerna	8	264,2	21,1	317,0	25,4
Grašak	5	204,0	10,2	244,8	12,2
Kukuruz šećerac	10	187,6	18,8	225,1	22,5
Celer	1	293,3	2,9	352,0	3,5
Rajčica/Patlidan	3	331,9	10,0	398,2	11,9
Paprika/Krastavac	3	235,7	7,1	282,8	8,5
Kupus/Kelj/Mrkva	3	199,6	6,0	239,5	7,2
Pšenica/Ječam/zob*	30	123,2	37,0	147,8	44,3
Ukupno redovno	100		218,9		262,7
POSTRNI USJEVI					
Silažni usjevi**	15	96,3	14,4	115,6	17,3
Zelena salata/Špinat	5	144,9	7,2	173,8	8,7
Razno povrće***	10	193,3	19,3	231,9	23,2
Ukupno postrno	30		41,0		49,2
S v e u k u p n o			259,9		311,9

* Nenavodnjavane kulture
**Kukuruz, suncokret, soja
*** Kupus, mahuna, krastavac, paprika, cikla

3.4.2.3. Projektne potrebe količine vode

Ukupne potrebe količine vode, koje treba osigurati navodnjavanjem, određuju se za vegetacijsko razdoblje i najveću mjesečnu potrebu. Ove vrijednosti će ovisiti o nedostatku vode (prirodnih oborina) i o površini na kojoj se navodnjava. Da bi dobili uvid u potrebu osiguranja dovoljnih količina vode kultura na površinama sustava navodnjavanja „Penave“ u nastavku slijedi izračun projektnih količina vode u vegetaciji svih navedenih kultura u prosječnoj i sušnoj godini (Tablice 19 i 20).

Tablica 19. Potrebne količine vode za kulture redovne i naknadne sjetve u uvjetima oborina 50%-tne vjerojatnosti

Kultura	Učešće (ha)	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Ukupno (mm) neto	Ukupno (mm) bruto
REDOVNA SJETVA											
Luk	80		384	4080	4554	5894	3581			18492	22190
Krumpir	50			350	2950	4400	2600			10300	12360
Kukuruz	100				3300	9200	7400	900		20800	24960
Soja	50			100	2450	4700	3700	450		11400	13680
Dinja/lubenica	30			480	1680	2400	720			5280	6336
Šećerna repa	50			1700	3700	4700	3250	450		13800	16560
Mahuna	10			130	650	820	90			1690	2028
Lucerna	80			640	3280	5520	4240	1440		15120	18144
Grašak	50			900	3650	3750				8300	9960
Kukuruz šećerac	100			1800	7300	6100				15200	18240
Celer	10			190	380	830	710	170		2280	2736
Rajčica/Patlidžan	30		120	1020	2040	2820	1710	30		7740	9288
Paprika/Krastavac	30			120	1260	2430	1500			5310	6372
Kupus/Kelj/Mrkva	30				60	1680	1950	630		4320	5184
Pšenica/Ječam/zob*	300	0	0	0	0					0	0
Ukupno redovno	1000	0	504	11510	37254	55244	31451	4070	0	140032	168038
POSTRNI USJEVI											
Silažni usjevi**	150						1950	4350	450	6750	8100
Zelena salata/Špinat	50					750	2450	1400	100	4700	5640
Razno povrće***	100					4100	7200	3000		14300	17160
Ukupno postrno	300					4850	11600	8750	550	25750	30900
S v e u k u p n o	1300	0	504	11510	37254	60094	43051	12820	550	165782	198938

* Nenavodnjavane kulture

** Kukuruz, suncokret, soja

*** Kupus, mahuna, krastavac, paprika, cikla

Tablica 20. Potrebne količine vode za kulture redovne i naknadne sjetve u uvjetima oborina 74%-tne vjerojatnosti

Kultura	Učešće (ha)	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Ukupno (mm) neto	Ukupno (mm) bruto
REDOVNA SJETVA											
Luk	80		880	5200	5760	6960	4800			23600	28320
Krumpir	50			950	3700	5050	3500			13200	15840
Kukuruz	100				4800	10500	9200	2100		26600	31920
Soja	50			650	3250	5350	4600	1000		14850	17820
Dinja/lubenica	30			900	2160	2790	990			6840	8208
Šećerna repa	50			2450	4450	5350	4150	1100		17500	21000
Mahuna	10			250	810	940	140			2140	2568
Lucerna	80			1440	4560	6560	5680	2880		21120	25344
Grašak	50			1500	4400	4300				10200	12240
Kukuruz šećerac	100			3000	8800	6900				18700	22440
Celer	10			290	530	960	890	260		2930	3516
Rajčica/Patlidan	30		450	1440	2490	3210	2250	120		9960	11952
Paprika/Krastavac	30			510	1740	2820	1950			7020	8424
Kupus/Kelj/Mrkva	30				300	2070	2490	1110		5970	7164
Pšenica/Ječam/zob*	300	0	0	0	0					0	0
Ukupno redovno	1000	0	1330	18580	47750	63760	40640	8570	0	180630	216756
POSTRNI USJEVI											
Silažni usjevi**	150						4350	7200	2250	13800	16560
Zelena salata/Špinat	50					1200	3350	2350	350	7250	8700
Razno povrće***	100					5400	9000	4900		19300	23160
Ukupno postrno	300					6600	16700	14450	2600	40350	48420
S v e u k u p n o	1300	0	1330	18580	47750	70360	57340	23020	2600	220980	265176

* Nenavodnjavane kulture
** Kukuruz, suncokret, soja
*** Kupus, mahuna, krastavac, paprika, cikla

Ukupne potrebe količine vode za kulture redovne i naknadne sjetve u uvjetima oborina prosječne 50%-tne i sušne 74%-tne vjerojatnosti pojave, a u okviru budućeg sustava navodnjavanja područja „Penave“ vidimo u tablici 21.

Tablica 21. Ukupne projektne količine vode za sustav navodnjavanja „Penave“

U uvjetima godine	Ukupno vode (mm)		Ukupno vode (m^3)	
	neto	bruto	neto	bruto
Prosječne	165.785	198.938	1.657.850	1.989.380
Sušne	220.980	265.176	2.209.800	2.651.760

Iz navedenih vrijednosti proizlazi da bi ukupna količina vode za navodnjavanje 1000 ha područja „ Penave “ u prosječnim godinama iznosila 1.989.380 m^3 vode. Vrijednosti su izražene u bruto iznosima, a na neto iznose su dodani procijenjeni gubici vode od 20%.

Maksimalne potrebe su u srpnju, kada se javljaju vršne potrebe gotovo svih kultura, a iznose u prosječnoj 600.940 m^3 i sušnoj 703.600 m^3 vode. Najveću potrebu za vodom ima kukuruz. Maksimalne mjesečne bruto potrebe vode u sustavu navodnjavanja „Penave“ javljaju se uglavnom u srpnju kod kultura redovne sjetve, a u kolovozu kod postrnih kultura.

3.4.3. Doziranje vode (obrok i turnus navodnjavanja)

Pravilno je doziranje vode vrlo značajno u praksi navodnjavanja. Unutar doziranja vode temeljna su dva elementa: obrok navodnjavanja i trenutak kada treba započeta sa navodnjavanjem. Sadržaj vode u tlu pri kojem se započinje sa navodnjavanjem naziva se tehnički minimum vlažnosti. Obično se kao tehnički minimum uzimaju vlažnosti tla 60-70 % od vrijednosti poljskog vodnog kapaciteta, a to je nešto iznad vrijednosti lentokapilarne vlažnosti. Kada sadržaj vode u tlu padne na tehnički minimum vlažnosti, to je trenutak kada se uključuje sustav za navodnjavanje kojim se dodaje voda do poljskog vodnog kapaciteta. Ispravno određivanja trenutka kada treba početi sa navodnjavanjem je važan agronomski problem u primjeni navodnjavanja. Ako se trenutak početka navodnjavanja određuje stihijski „od oka“,“volje“ ili iskustva tehnologa i poljoprivrednog proizvođača, tada je to neracionalno i neplansko dodavanje vode.

Za pravilno doziranje vode potrebno je poznavati:

- dubinu korijena navodnjavanih kultura u pojedinom razvojnom stadiju,
- tlo: osnovna fizikalna svojstva, hidropedološke konstante, a u tome posebno fiziološki aktivnu vlagu po dubini profila tla,
- obrok navodnjavanja i
- trenutak početka navodnjavanja.

Poznavanje dubine korijena biljaka u pojedinim razvojnim stadijima, neophodno je iz razloga pravilnog određivanja dubine prokvašavanja i određivanja optimalnog obroka navodnjavanja. Za potrebe određivanja obroka navodnjavanja usvajamo slijedeće srednje dubine zakorjenjivanja:

- razno povrće……40 cm
- soja…….……40 cm
- kukuruz……...…50 cm
- šećerna repa……50 cm
- suncokret……..…60 cm
- lucerna…….60 cm
- silažni usjevi……....50 cm
- postrno povrće…….40 cm

Nakon određivanja prosječnih dubina zakorjenjivanja, potrebno je temeljem izvršenih analiza tla definirati ukupnu količinu fiziološki aktivne vlage koju tlo može držati do dubine

vlaženja. Obrokom navodnjavanja treba navlažiti potrebnu dubinu tla do stanja vlažnosti poljskog vodnog kapaciteta, odnosno održati optimalan iznos fiziološki aktivne vlage u području korijena biljaka. Prosječan obrok kultura redovne i postrne sjetve iznosi 42,3 mm.

Turnus navodnjavanja predstavlja vremenski razmak izražen u danima između dva obroka navodnjavanja. Turnus se koristi i kao jedna od jednostavnijih metoda u određivanju trenutka početka navodnjavanja i to više u zaštićenim prostorima plastenika ili staklenika, nago na polju. Kako turnus navodnjavanja ovisi o sadržaju vode u tlu i stvarnim palim oborinama, izračunava se orijentacijski iz odnosa :

$$T = \frac{On}{Du}, \text{ gdje je:}$$

T – turnus (dana)
On – obrok navodnjavanja (mm)
Du – dnevni utrošak vode (mm/dan)

Izračun turnusa radi se preko prosječnog obroka navodnjavanja svake kulture. Iz razloga manje dubine prokvašavanja i manjeg obroka, te povećanih optimalnih iznosa fiziološki aktivne vlage, češće se navodnjava razno povrće i broj obroka navodnjavanja kod nekih kultura ide i više od 10 puta.

3.4.4. Hidromodul navodnjavanja

Hidromodul je značajan element u projektiranju sustava navodnjavanja, posebno pri dimenzioniranju sustava. Može se na više načina pristupiti određivanju hidromodula pa zbog toga mogu i postojati velike razlike u vrijednosti ovog elementa. Razlikujemo neto hidromodul od radnog hidromodula i od stvarnog radnog hidromodula.

Za potrebe projektiranja sustava navodnjavanja izračunat je stvarni radni hidromodul koji predstavlja količinu vode koja se neprekidno u toku rada sustava navodnjavanja dovodi na jedinicu površine.

$$H = \frac{On}{T*t*3600} \text{(l/s/ha)},$$

gdje je

H – radni hidromodul navodnjavanja (l/s/ha)

On – prosječan obrok navodnjavanja (l/ha)

T – turnus navodnjavanja (dana)

t – radno vrijeme navodnjavanja (sati/dan)

Tablica 22. Hidromodul navodnjavanja u uvjetima 50%-tne vjerojatnosti

Kultura	Obrok (mm)	Hidromodul navodnjavanja (l/s/ha) t=16 sati						
		4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
REDOVNA SJETVA								
Luk	29,0	0,02	0,30	0,33	0,43			
Krumpir	29,0		0,04	0,34	0,49	0,29		
Kukuruz	58,3			0,38	0,00	0,00	0,02	
Soja	34,8		0,01	0,28	0,53	0,41	0,05	
Dinja/lubenica	29,0		0,09	0,32	0,45	0,13		
Šećerna repa	58,3		0,19	0,43	0,53	0,36	0,05	
Mahuna	21,5		0,07	0,38	0,46	0,05		
Lucerna	87,7		0,04	0,24	0,39	0,30	0,10	
Grašak	29,0		0,10	0,42	0,42			
Kukuruz šećerac	36,4		0,10	0,42	0,34			
Celer	29,0		0,11	0,22	0,46	0,40	0,10	
Rajčica/patlidžan	34,8	0,02	0,19	0,39	0,53	0,32	0,01	
Paprika/krastavac	34,8		0,02	0,24	0,45	0,28		
Kupus/kelj/mrkva	29,0			0,01	0,31	0,36	0,12	
Pšenica/ječam/zob*	-							
POSTRNI USJEVI								
Silažni usjevi**	51,0					0,07	0,17	0,02
Zelena salata/špinat	21,5				0,08	0,27	0,16	0,01
Razno povrće***	29,0				0,23	0,40	0,17	

*Nenavodnjavane kulture
**Kukuruz, suncokret, soja
***Kupus, mahuna, krastavac, paprika, cikla

Iz tablice se može vidjeti da je pretpostavljeno 16 satno radno vrijeme. Maksimalni stvarni radni hidromodul navodnjavanja iznosi 0,6 l/s/ha, a projektni 0,47 l/s/ha. Da bi u planiranom sustavu navodnjavanja osigurali potrebne količine vode u razdoblju maksimalnih potreba, a na temelju različitog učešća pojedinih kultura analizirana je potreba vode u sušnoj godini za 1 idealan hektar. Uz prosječan obrok od 40,6 mm i turnus 15 dana rezultirao je hidromodul od 0,47 l/s/ha.

3.5. Uređaji za navodnjavanje

Navodnjavanje poljoprivrednih kultura se obavlja na više načina te raznim tehnikama i opremom. Izbor načina navodnjavanja zavisi od kulture, klimatskih i zemljišnih prilika, opreme, iskustva i znanja korisnika sustava. Više je kriterija klasifikacije navodnjavanja (Tablica 23).

Tablica 23. Opis uređaja za navodnjavanje

Metode	Načini	Sustavi
Površinsko	Rominjanje ili prelijevanje	-prelijevanje uzduž parcele -prelijevanje vode na dužu stranicu parcele
	Preplavljivanje ili potapanje	-sustav kaseta Sustav lokava
	Brazde	-protočne brazde -neprotočne ili slijepe brazde
Podzemno	Subirigacija-podzemne cijevi	-različiti položaji cijevi u tlu
	Otvoreni kanali	-umjetni kanali -umjetni kanali i prirodni vodotok
Kišenje	Klasični način kišenja	-prenosivi sustav -polustabilni sustav -stabilni sustav
	Samohodni uređaji	-samohodno bočno kišno krilo -samohodna kružna prskalica -samohodna sektorska prskalica-Typhon
	Hidromatici	-samohodni automatizirani uređaj za kružno kišenje -samohodni automatizirani uređaj za linijsko kišenje
Lokalizirano	Kapanje	-različiti načini postavljanja i raspodjela uređaja za kapanje i različite vrste kapaljki
		-različite vrste minirasprskivača-mali domet kišenja

Prema režimu isporuke vode korisnicima navodnjavanje može biti kontinuirano, periodično ili povremeno, prema hidrauličkim obilježjima sustava-gravitacijsko, pod tlakom i subirigacijom, a prema načinu dovoda ili/i raspodjeli vode površinsko-prelijevanje, potapanje, brazdama, te kišenje, lokalizirano natapanje i podzemno.

Za svaki način navodnjavanja su potrebne znatne količine vode koja se zahvata iz nekog izvorišta. To mogu biti prirodni ili umjetni vodotoci, jezera, akumulacije, voda iz bušotina i bunara. Osnovno je da ima dovoljno vode dobre kvalitete, a potrebno je prije izvođenja sustava za navodnjavanje analizirati njen sastav.

3.5.1. Izbor sustava za navodnjavanje

Svaka metoda ili način natapanja ima neke prednosti i nedostatke. Izbor metode treba biti primjeren efektivnim ili potencijalnim kvalitetama tla :brzina upijanja vode, stanju površine tla – ravno, neravno, nagnuto, sa ili bez električnih ili drugih vodova, veličini parcele, količini i kakvoći vode za natapanje itd.

Tlo. Pjeskovito tlo ima mali kapacitet za vodu i veliku brzinu upijanja. Za takve uvjete pogodnije je kišenje ili kapanje od površinskih metoda navodnjavanja dok se na ilovastim i glinastim tlima koristi svim metodama, ali najčešće nailazimo na površinsko navodnjavanje.

Pad terena. Na većim nagibima i valovitom, neravnom terenu, gdje bi eventualno trebalo obaviti veće zemljane radove, prednost ima kišenje i kapanje.

Klima. U vjetrovitim područjima prednost imaju kapanje i površinsko navodnjavanje.

Zalihe vode. Učinkovitost raspodjele vode u polju veća je s kišenjem i kapanjem, tako da ove metode imaju prednost u slučaju ograničenih zaliha vode.

Kvaliteta vode. Ako su vode za navodnjavanje slane, onda kapanje ima prednost, a za ispiranje soli kišenje je učinkovitije od površinskog navodnjavanja.

U našoj poljoprivrednoj proizvodnji uglavnom se primjenjuju načini i sustavi kišenja i lokaliziranog navodnjavanja.

3.5.2. Metode,načini i sustavi navodnjavanja

Navodnjavanje se kao uzgojna mjera razlikuje, odnosno izvodi kao osnovno ili redovito i dopunsko ili povremeno. Osnovno ili redovito navodnjavanje se izvodi kao temeljna melioracijska i agrotehnička mjera u tehnološkom procesu biljne proizvodnje u sušnim (aridnim) predjelima gdje je primarni preduvjet za bilo kakvu poljoprivrednu proizvodnju. Dopunsko ili povremeno navodnjavanje se prakticira u umjerenim klimatskim područjima gdje nije osnovna nego samo korekcijska, melioracijska i agrotehnička mjera. Koristi se uglavnom u sušnim i toplim periodima godine (ljeto), kada nema dovoljno oborina. Obavlja se povremeno u zavisnosti od potreba, a čini „dopunu“ prirodnim oborinama. Upravo u Hrvatskoj dopunsko navodnjavanje nalazi svoju pravu vrijednost u suvremenoj i tržišnoj poljoprivredi.

Sustave i načine navodnjavanja svrstavamo u sljedeće metode: podzemnu, površinsku, metodu navodnjavanje iz zraka i metodu kap po kap.

Podzemno navodnjavanje. Podzemno navodnjavanje ili subirigacija jest metoda kojom se voda dovodi otvorenim kanalima i/ili podzemnim cijevima, te infiltrirajući se u tlo i dizanjem kapilarnim silama osigurava vodu u zoni rizosfere.

Površinsko navodnjavanje. Ovim navodnjavanjem u pravilu se poplavljuje (potapa) proizvodna površina ili se voda dovodi i nalazi u brazdama iz kojih infiltracijom vlaži tlo. Voda u tankom sloju teče niz uređenu površinu, protočnom ili neprotočnom brazdom i pritom se upija u tlo. Ova metoda se smatra najstarijom metodom navodnjavanja.

Navodnjavanje iz zraka (kišenjem). Ovom metodom voda se raspoređuje po površini tla u obliku prirodne kiše. Iako je najmlađa metoda najviše je korištena u mnogim zemljama u proizvodnji poljoprivrednih kultura. Nedostaci ove metode su gubitak vode isparavanjem kapljica iz zraka i mogućnost ubrzavanja razvoja nekih bolesti. Glavni zadaci i namjena umjetnog kišenja su:

1. osiguravanje potrebnih količina vode uzgajanim biljkama,
2. zaštićenost biljaka od mraza (uglavnom u voćarstvu),
3. postizanje visokih i stabilnih uroda, te
4. provođenje fertilizacije i/ili fertirigacije u cilju prihrane i primjene fungicida .

S obzirom na pokretljivost pojedinih elemenata u navodnjavanju kišenjem razlikujemo: pokretne ili prenosive, polupokretne i stabilne sustave kišenja. Pokretni sustavi sastoje se od opreme koja se u cijelosti može premještati tokom rada – svi su elementi pokretljivi. Pogodni su za navodnjavanje svih poljoprivrednih kultura, ratarskih, povrtlarskih, voćarskih i cvjećarskih.

Polupokretni sustavi sastoje se od ugrađene crpne stanice, ukopane mreže dovodnih cijevi te pokretnih razvodnih cijevi (kišna krila) i prenosivih rasprskivača. Ovi sustavi pogodni su za navodnjavanje ratarskih kultura (kukuruz, soja, suncokret…). Također se navodnjavaju povrtlarske i voćarske kulture i najčešće se koriste u praksi. Stabilni ili nepokretni sustavi za navodnjavanje imaju izgrađenu crpnu stanicu i ukopane dovodne i razvodne cijevi. Sustavi se koriste za višegodišnje kulture kao što su voćnjaci i vinogradi.

Navodnjavanje kap po kap. Ova metoda spada u najnovije metode navodnjavanja. Njome se štedi voda, koja iz sustava gusto postavljenih plastičnih cijevi izlazi kroz posebno izvedene kapaljke i kap po kap vlaži tlo uz svaku uzgajanu biljku. Voda se dovodi do svake biljke i vlaži manji dio površine pa su gubici vode minimalni. Dodavanje vode ovim sustavom može biti kontinuirano (24 sata) ili povremeno u određenim vremenskim intervalima. Sustav kapanja sastoji se od crpke s pogonskim motorom, regulatora i mjerača protoka vode (ventili i vodomjer), regulatora i mjerača tlaka vode, pročistača za vodu i fertilizatora koji služi za miješanje vodotopivih mineralnih gnojiva s filtriranom vodom.

3.5.3. Primjenjivi sustavi u okviru sustava navodnjavanja „Penave“

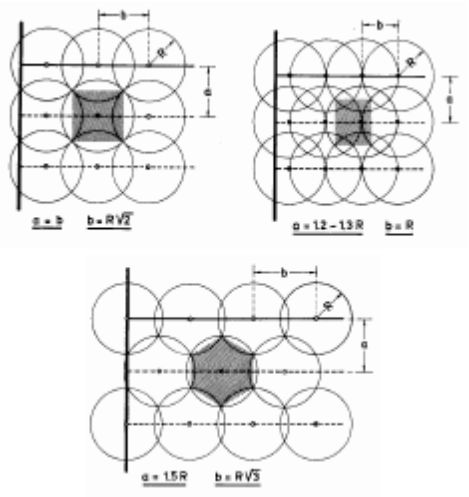
Područje istraživanja i projektiranja za potrebe navodnjavanja područja „Penave“ pruža se na površini od 1000 ha. Obuhvaća rudine Skela, Penave, Sušelice, Široke njive i Bojare. Navedeno područje locirano je uz rijeku Bosut iz koje će se osigurati voda za navodnjavanje. Površinska odvodnja riješena je kanalskom mrežom, a područje je na manjoj površini drenirano. Primjenjivi sustavi u okviru sustava navodnjavanja područja „Penave“ su sustav kišenja i sustav lokaliziranog navodnjavanja.

3.5.3.1. Sustavi kišenja

Navodnjavanje kišenjem može se upotrijebiti za sve kulture, a slično je prirodnoj kiši, stalno se tehnički usavršava i sve više automatizira. Kišenje je najbolje za lakše teksturna pjeskovita tla s visokim koeficijentom infiltracije, a nije pogodno za tla podložna stvaranju pokorice. Ali ako je kišenje jedino moguće, onda se treba koristiti rasprskivačima malog intenziteta – manjim od 5mm/h. Rasprskivači su srednjeg intenziteta 5 do 20mm/h, a velikog intenziteta više od 20 mm/h. Osnovni dijelovi sustava kišenja su: - crpka, usisni cjevovod, glavni cjevovod, razvodne cijevi ili laterali, rasprskivači. Navodnjavanje kišenjem može se, prema položaju rasprskivača, razvrstati u dvije skupine: stabilni i pokretni.

Pojedini sustavi navodnjavanja kišenjem:

1. Klasični način kišenja
2. Samohodni uređaji
3. Hidromatici



Slika 11. Klasični način kišenja s različitim mogućnostima rasporeda rasprskivača

Slika 12. Samohodno bočno krilo – BK-sustav

3.5.3.2. Sustavi lokaliziranog navodnjavanja

Pod lokaliziranim navodnjavanjem podrazumjeva se sustav kojim se voda dodaje u manjim količinama, precizno, u obliku malenih vodnih struja, mlazova, kontinuiranih ili pojedinačnih kapljica, a navodnjava samo dio poljoprivredne površine i to onaj dio gdje se razvija glavna masa korjena. Kapanje je pogodno za intenzivne, rentabilne ili/i ekonomične poljoprivredne kulture –voćke, vinova loza, povrće, cvijeće u staklenicima ili na otvorenom. Natapa se samo rizosfera pojedinačnih biljaka u kraćim intervalima obično 1-3 dana. Kapanje je pogodno za većinu tala. Na glinastim tlima izvodi se sporije, a za pjeskovita tla trebaju kapaljke većeg intenziteta imogućnosti odgovarajućeg lateralnog navlaživanja tla.

Slika 13. Navodnjavanje kapanjem

Sustav kapanja čine crpna postaja, kontrola tlaka, glavni i sporedni cjevovodi, lateralne ili natapne cijevi s kapaljkama. Sastavni dijelovi metode lokaliziranog navodnjavanja su: usisni vod, predfilter, pumpa, nepovratni ventil, injektor za kemijska sredstva, filteri, glavni cjevovod, razvodna mreža, laterarni cjevovod, a sustav završava emiterima koji mogu biti minirasprskivači ili kapaljke. Upravo su dijelovi sustava na kojima voda pod tlakom izlazi iz cjevovoda i navodnjava površinu bili glavni kriteriji za podjelu na dvije metode:

- ***navodnjavanje minirasprskivačima***
- ***navodnjavanje kapanjem***

Slika 14. Minirasprskivač

4. Zaključak

Na području Republike Hrvatske osnovna ograničenja u provođenju navodnjavanja ogledaju se u potrebnim financijskim sredstvima, raspoloživoj količini vode te prihvaćanja nove poljoprivredne proizvodnje. Voda i vodno gospodarstvo još uvijek ne zauzimaju bitno mjesto koje im pripada, a o vodi i navodnjavanju se uvijek pisalo i pričalo samo kad se javi suša.

Problem navodnjavanja je posebno istaknut na području Vukovarsko-srijemske županije. Prinosi ratarskih kultura dostižu visoke međunarodne normative samo na površinama na kojima je osigurano primjereno navodnjavanje. Prema trenutnim pokazateljima (Popis poljoprivrede 2003.g.), navodnjavane površine poljoprivrednih kućanstava iznose ukupno 166,96 ha, a navodnjavane površine u realizaciji poslovnih subjekata na području Vukovarsko-srijemske županije zauzimaju 605 ha, što bi ukupno iznosilo 771,96 ha. Naznačena površina čini samo 0,64% u ukupnim navodnjavanim površinama na području RH, a što je značajno ispod razine trenutnih potreba i zahtjeva za kvalitetnom poljoprivrednom proizvodnjom.

Na navodnjavanim površinama lokaliteta „Penave“ predviđa se intenzivna proizvodnja povrća i proizvodnja nekih sjemenskih kultura (kukuruz, šećerna repa), kako u redovnoj tako i u postrnoj sjetvi i/ili sadnji. Značajnim učešćem povrća i sjemenskih kultura, pored zadovoljenja tražene proizvodne orijentacije, nastoji se postići što sigurnija ekonomska isplativost sustava navodnjavanja.

U navodnjavanje je potrebno uložiti puno truda, znanja i novčanih sredstava. Postojanje i upotreba sustava za navodnjavanje na lokalitetu „Penave“ osnovni je tehnički uvjet za širu i intenzivniju primjenu postrne sjetve kao i za uzgoj povrća. Nedostatak oborina u vegetacijskom periodu povrća i postrnih kultura moguće je nadoknaditi samo navodnjavanjem i na taj način postići visoke prinose, sigurnost i kvalitetu uzgajanih kultura.

Nedvojbeno je da u budućnosti neće biti uspješne i kvalitetne poljoprivredne proizvodnje bez navodnjavanja te je neophodno osigurati odgovarajuće sustave navodnjavanja i na istraživanom području „Penave“, a isto tako je neophodno započeti sa uzgojem ekonomski isplativijih poljoprivrednih kultura.

5. Pregled literature

1. Dadić, M. (1990.): Meliorativno uređenje poljoprivrednog zemljišta u slivu rijeka Biđa i Bosuta (magistarski rad). Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
2. Dadić, M., Parađiković, N., Šoštarić, J., Madjar, S. (2006.): Analiza navodnjavanja u uzgoju celera (Apium graveolens L.). 41. hrvatski i 1. međunarodni znanstveni simpozij agronoma (zbornik radova), str.301-302, Opatija.
3. Lešić, R., Borošić, J., Butorac, I., Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2002.): Povrćarstvo. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Agronomski fakultet Zagreb, Zrinski d.d., Čakovec.
4. Marušić, J. (1990.): Održavanje melioracijskih kanala i vodnog režima poljoprivrednih zemljišta. 2. Hrvatska konferencija o vodama, str. 673-680. Dubrovnik.
5. Romić, D., Marušić, J. (2006.): Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj (separat iz Građevinskog godišnjaka 2005/06.)
6. Tomić, F. (1988.): Navodnjavanje. Agronomski fakultet Zagreb.
7. Tomić, F. i sur. (Dadić, M.) (1988.): Hidropedološka istraživanja u svrhu projektiranja i izvođenja navodnjavanja na objektu Draganovci PIK Vinkovci. Studija, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb.
8. Tomić, F. (2003.): Razvojne mogućnosti melioracijskih sustava u Hrvatskoj. Hrvatske vode 11 (2003) 45, str. 375 – 380.
9. Vidaček, Ž. (1998.): Gospodarenje melioracijskim sustavima odvodnje i natapanja (sveučilišni udžbenik). Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatsko društvo za odvodnju i navodnjavanje, Zagreb.
10. Vučić, N.(1976.): Navodnjavanje poljoprivrednih kultura, Poljoprivredni fakultet Novi Sad.
11. xxxxx Informacija o ostvarenjima biljne proizvodnje u 2011. godini, Vukovarsko-srijemska županija, Upravni odjel za poljoprivredu, šumarstvo i ruralni razvoj, 2012.
12. xxxxx Plan navodnjavanja Vukovarsko-srijemske županije. Hidrotehnika i geodezijad.o.o., Vinkovci, 2006.

6. Sažetak

Istraživanopodručje „Penave“ obuhvaća 1000 ha poljoprivrednih površina. Površine su djelomično hidromeliorirane, a u potpunosti meliorirane otvorenom kanalskom mrežom koju je neophodno pravilno održavati kako bi odvodnja suvišnih oborinskih i podzemnih voda bila nesmetana. Na istraživanom području utvrđen je problem zbijenosti tla te je potrebno utvrditi mjere uređenja i popravka istog. Prije navodnjavanja područja „Penave“, potrebno je izvesti dodatne mjere uređenja vodnog režima tla na nekim proizvodnim površinama, a na većem dijelu površine za preporučiti je agromeliorativne i biološke mjere poboljšanja plodnosti tla. Na navodnjavanim površinama lokaliteta „Penave“ preporučuje se tehnika kišenja i lokaliziranog navodnjavanja, te intenzivna proizvodnja povrća i sjemenskih kultura (kukuruz, šećerna repa), kako u redovnoj tako i u postrnoj sjetvi i/ili sadnji.

Ključne riječi: poljoprivredna proizvodnja, mjere popravka tla, potrebe za vodom, sustavi i tehnika navodnjavanja