

---

Investitor:	BRODSKO-POSAVSKA ŽUPANIJA Slavonski Brod, Petra Krešimira IV 1
Građevina:	<b>SUSTAV NAVODNJAVANJA ORIOVAC</b>
Lokacija zahvata u prostoru:	Općina Oriovac
Projekt/Posao:	PODLOGE ZA IDEJNI PROJEKT SUSTAVA NAVODNJAVANJA ORIOVAC
Knjiga/mapa:	<b>AGRONOMSKA OSNOVA</b>

---

## **Prilog 003 : POLJOPRIVREDNA OSNOVA**

---

Projektanti	:	prof.dr.sc. Domagoj Rastija, dipl.ing.polj. ....
	:	mr.sc. Miroslav Dadić, dipl.ing.polj.....
Suradnik	:	prof.dr.sc. Mirta Rastija, dipl.ing.polj. ....

Osijek, rujan 2016.

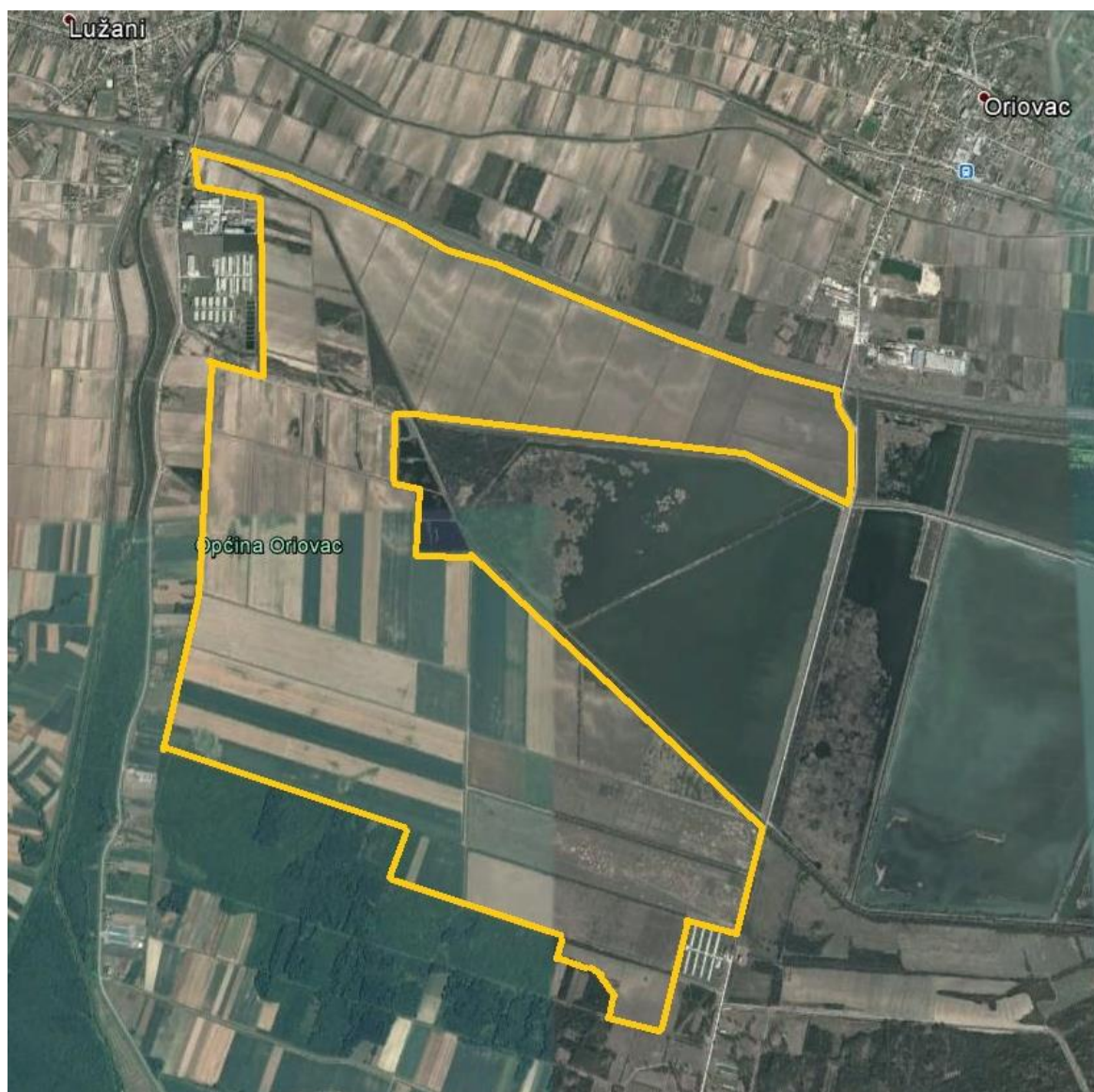
## SADRŽAJ

<b>3.1</b>	<b>PODRUČJE ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>4</b>
<b>3.2</b>	<b>UVOD .....</b>	<b>5</b>
<b>3.3</b>	<b>MJERE UREĐENJA POLJOPRIVREDNIH POVRŠINA .....</b>	<b>6</b>
3.3.1	Opis slivnog područja i melioracijskih građevina .....	6
3.3.2	Postojeće stanje odvodnje poljoprivrednog zemljišta .....	8
3.3.2.1	Površinska odvodnja .....	9
3.3.2.2	Podzemna odvodnja .....	15
3.3.3	Postojeće stanje izvođenja agromelioracijskih mjera .....	17
3.3.4	Postojeće navodnjavanje .....	17
3.3.5	Uređenje zemljišta u svrhu navodnjavanja .....	18
3.3.5.1	Melioracijske mjere uređenja zemljišta .....	18
3.3.5.2	Agromelioracijske mjere uređenja zemljišta .....	19
<b>3.4</b>	<b>OPIS POSTOJEĆE POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE .....</b>	<b>23</b>
3.4.1	Osnovni podaci iz Popisa poljoprivrede 2003. ....	23
3.4.2	Sadašnja proizvodnja na području obuhvata SN Oriovac .....	25
<b>3.5</b>	<b>PLANIRANA PROIZVODNJA .....</b>	<b>28</b>
3.5.1	Plodored .....	28
3.5.2	Postrna sjetva .....	29
3.5.3	Planirana struktura sjetve .....	30
<b>3.6</b>	<b>POTREBE ZA VODOM U PLANIRANOJ PROIZVODNJI .....</b>	<b>32</b>
3.6.1	Relevantne podloge .....	32
3.6.2	Bilanca vode u tlu .....	34
3.6.3	Norma navodnjavanja .....	35
<b>3.7</b>	<b>OBROK I HIDROMODUL NAVODNJAVANJA .....</b>	<b>37</b>
3.7.1	Obrok navodnjavanja .....	37
3.7.2	Hidromodul navodnjavanja .....	38
<b>3.8</b>	<b>REDUKCIJA PRINOSA U UVJETIMA BEZ NAVODNJAVANJE .....</b>	<b>40</b>
<b>3.9</b>	<b>KVALITETA VODE ZA NAVODNJAVANJE .....</b>	<b>41</b>
3.9.1	Zakonska regulativa u ocjeni kvaliteta voda .....	41
3.9.2	Preporuke i relevantni elementi u ocjeni kvaliteta vode .....	42
3.9.3	Kvaliteta vode rijeke Save .....	46
3.9.3.1	Fizikalni pokazatelji kvalitete vode za navodnjavanje .....	46
3.9.3.2	Kemijski pokazatelji kvalitete vode za navodnjavanje .....	47
3.9.3.3	Hranive tvari u vodi za navodnjavanje .....	49
3.9.3.4	Ostale štetne tvari u vodi za navodnjavanje .....	49
3.9.4	Ocjena vode rijeke Save .....	49

<b>3.10</b>	<b>NAČIN NAVODNJAVANJA I IZBOR OPREME ZA NAVODNJAVANJE .....</b>	<b>50</b>
3.10.1	Pretpostavljeno navodnjavanje.....	51
3.10.1.1	Klasični sustav kišenja .....	51
3.10.1.2	Navodnjavanje automatiziranim strojevima (hidromatici) .....	52
3.10.1.3	Navodnjavanje minirasprskivačima.....	53
3.10.1.4	Navodnjavanje kapanjem.....	54
3.10.2	Izbor načina navodnjavanja prema planiranim kulturama .....	55
<b>3.11</b>	<b>MJERE ZAŠTITE TLA I VODA NA PROJEKTNOM PODRUČJU .....</b>	<b>57</b>
3.11.1	Općenito.....	57
3.11.2	Utjecaj navodnjavanja na tlo (pedosferu).....	58
3.11.3	Utjecaj navodnjavanja na kvantitetu i kvalitetu vode .....	59
3.11.4	Utjecaj navodnjavanja na živi svijet (biosferu) .....	60
3.11.5	Ekološke koristi .....	60

### 3.1 PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Projektno područje obuhvata sustava navodnjavanja (SN) Oriovac se nalazi u središnjem dijelu Brodsko-posavske županije (BPŽ), na području općine Oriovac. Područje je omeđeno sa sjeverne strane autocestom A3, rijekom Orljavom i lijevim popratnim nasipom na zapadu, cestom Oriovac – Slavonski Kobaš i ribnjakom Jasinje na istoku, te šumskim područjem Dragičevac na jugu. Projektnim zadatkom je određen obuhvat sustava navodnjavanja površine 608 ha (Slika 3.1.1).



Slika 3.1.1. Područje obuhvata SN Oriovac – 608 ha

U dosadašnjoj proizvodnji poljoprivrednih kultura naznačenog istraživanog područja, navodnjavanje nije bila značajnija veličina. Rješenjima iz Plana navodnjavanja BPŽ naznačena su tri područja unutar obuhvata SN Jasinje na kojima postoje mogućnosti za izgradnju budućih sustava navodnjavanja: SN Bebrina, SN Brodski Stupnik i SN Slavonski Kobaš uz ribnjake Jelas polja.

Nadalje, Predinvesticijskom studijom izvodljivosti navodnjavanja poljoprivrednog zemljišta na melioracijskom području Jasinje (Vodoprivredno-projektni biro d.d., 2014.) dokazana je opravdanost ulaganja u razvoj poljoprivredne proizvodnje na 8.812 ha proizvodnih površina uvođenjem sustava navodnjavanja. S obzirom na veličinu, naznačenom je studijom na području Jelas predviđeno deset potencijalnih sustava navodnjavanja, a jedan od njih je i SN Oriovac na 608 ha s značajnim brojem korisnika koji su iskazali interes za posao navodnjavanja.

U okvirima istraživanog područja rijeka Sava predstavlja najbliži dostupan površinski vodotok koji dominira područjem i predstavlja potencijalno najbogatiji izvor vode za navodnjavanje. Tako je i u naznačenoj predinvesticijskoj studiji, a s obzirom na rezultate provedene višekriterijske analize, kao najpovoljnija varijanta tehničkog rješenja odabrana varijanta (1B) prema kojoj se voda za navodnjavanje osigurava iz rijeke Save, a dovod i distribucija vode vrše preko crpnih stanica i zatvorenih tlačnih cjevovoda.

### 3.2 UVOD

Poljoprivreda istraživanog područja, bez obzira na velike prirodne mogućnosti i potencijal, ne zauzima potrebno mjesto u svekolikoj strukturi gospodarskih djelatnosti područja. S obzirom na navedeno, te posebno iz razloga pridruživanja i ograničenjima koja nameće EU (uglavnom u pravcu zadržavanja postojećeg stanja poljoprivredne proizvodnje, a radi proširenja tržišta za visoko subvencionirane viškove vlastitih proizvoda) ističe se neophodnost unapređenja poljoprivredne proizvodnje.

Nepovoljni vremenski uvjeti, bilo da su u izrazu iznadprosječnih količina oborina, olujnog vjetrova i tuče ili pojavi nedostatka oborina i suše, gotovo svake godine, dovode do pojave većih ili manjih šteta u proizvodnji poljoprivrednih kultura. Navedene činjenice posebno se odnose na veliku varijabilnost i nepredvidivost rasporeda i količine oborina.

Poboljšanjem proizvodnih mogućnosti, a posebno melioracijskom uređenosti i učinkovitim upravljanjem vodnim režimom, na poljoprivrednim površinama istraživanog područja smanjila bi se varijabilnost proizvodnih uvjeta, odnosno pojave ekstremnih hidroloških uvjeta kao što su pojava suše ili ekstremno vlažnih uvjeta tijekom godine, a posebno u osjetljivim razdobljima vegetacije.

Na proizvodnim površinama na kojima je uređenost zadovoljavajuća i na kojima je organizirano primjereno navodnjavanje, prinosi ratarskih, povrćarskih i krmnih kultura dostižu optimalne razine. Uređenje poljoprivrednih površina izvođenjem hidrotehničkih melioracija provodimo iz razloga negativnih utjecaja vode na biljnu proizvodnju.

Uređeno zemljište, povećanje navodnjavanih površina, kao i izbor dohodovnih kultura, omogućit će proširenje proizvodnje u različitim pravcima i zasigurno zadovoljavajući rezultat. Prema intenzitetu razvijanja navodnjavanja u okviru projektnog područja može se očekivati i povećanje navodnjavanih površina i promjena strukture sjetve. Tomu će značajno doprinijeti stanje roba na tržištu i umješnost proizvođača da koristeći raspoložive izvore proizvedu konkurentan proizvod.

U nastavku projekta analizirat će se relevantne podloge kao što su postojeće stanje melioracija i uređenosti zemljišta, te postojeća poljoprivredna proizvodnja. Temeljem navedenih i ostalih potrebnih podloga uslijedit će buduća struktura sjetve i izračun potreba za vodom u planiranoj proizvodnji SN Oriovac, hidromodul navodnjavanja, te pretpostavljena tehnika navodnjavanja. Završno se iznose mjere zaštite tla i voda, odnosno

utjecaj projekta navodnjavanja na tlo, vodu i živi svijet, te se analizira ekološka koristi projektiranog sustava.

### 3.3 MJERE UREĐENJA POLJOPRIVREDNIH POVRŠINA

Istraživano područje se krajem sedamdesetih i početkom osamdesetih godina uređuje izvođenjem različitih hidromelioracijskih radova. Ističe se složenost postojećeg režima površinskih voda naznačenog područja na čije je formiranje najviše utjecaja imao reljef i klima, a u novije vrijeme mnogobrojni hidrotehnički zahvati zaštite od poplava i odvodnja suvišne vode izvođenjem osnovnih i detaljnih melioracijskih građevina značajnog broja i dužine.

U nastavku projekta se daje opis slivnog područja i melioracijskih građevina od važnosti za SN Oriovac. Nadalje, ukazuje se na sadašnje stanje uređenosti projektnog područja temeljem postojećeg stanja površinske i podzemne odvodnje, te postojećeg stanja izvođenja agromelioracijskih mjera i navodnjavanja.

#### 3.3.1 Opis slivnog područja i melioracijskih građevina

Područje obuhvata SN Oriovac pripada širem području podsliva rijeke Save, nalazi se u sektoru D i u okviru područja malog sliva „Brodsko Posavina“ koji predstavlja osnovnu teritorijalnu jedinicu za obavljanje operativnih poslova u upravljanju vodama (NN, 097/2010.). Područje malog sliva „Brodsko Posavina“ obuhvaća dio Brodsko-posavske županije, a čine ga dva sliva: sliv rijeke Biđ i sliv Jelas polja. Iz razloga povezanosti vodne problematike i jedinstvenog upravljanja vodama u sektoru D, područje malog sliva „Brodsko Posavina“ povezano je sa susjednim područjima malih slivova područjem sliva „Šumetlica-Crnac“, „Orljava-Lonđa“, te područjem malog sliva „Biđ-Bosut“.

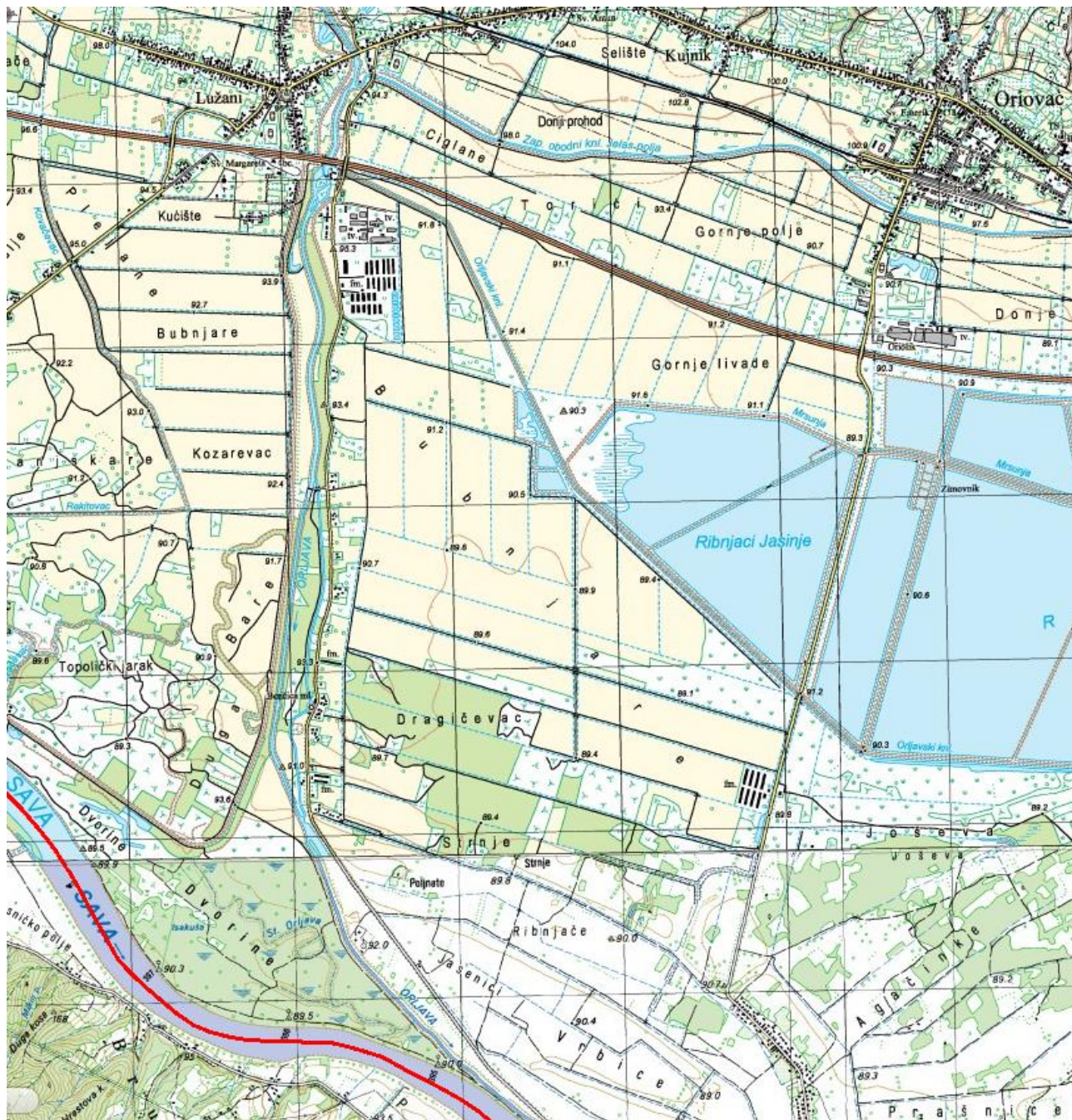
Područje malog sliva „Brodsko Posavina“ uređeno je značajnim brojem građevina za osnovnu i detaljnu melioracijsku odvodnju. Na temelju članka 25. stavka 1. Zakona o vodama (NN, 153/2009.) i važećeg „Popisa građevina za osnovnu melioracijsku odvodnju i mješovitih melioracijskih građevina od interesa za Republiku Hrvatsku“ (NN, 83/2010.) branjeno područje malog sliva „Brodsko Posavina“ pored značajnog broja građevina za osnovnu melioracijsku odvodnju (melioracijske građevine I. i II. reda, crpne stanice) ima izvedene i mješovite melioracijske građevine (akumulacije Petnja i Ljeskove vode) koje su namijenjene i melioracijskoj odvodnji i navodnjavanju.

Hydrografsku situaciju istraživanog područja SN Oriovac, kao dijela područja malog sliva „Brodsko Posavina“ i dijela slivnog područja Jelas polja, vidimo na slici 3.3.1.

Glavni recipijent istraživanog područja i cjelokupnog melioracijskog područja Jelas polja je rijeka Sava. Projektno područje je smješteno najvećim dijelom u južnom dijelu naselja Lužani i Oriovac, te u sjeverozapadnom području naselja Slavonski Kobaš. Zaštita područja od vanjskih (poplavnih, tuđih) voda je riješena pripadajućim nasipima, kako uz rijeku Orjavu tako i na južnom dijelu uz rijeku Savu. Na sjevernom dijelu, područje je zaštićeno od brdskih vodotoka većim dijelom, Zapadnim obodnim kanalom Jelas polja (Slika 3.3.1).

Suvišna voda se odvodi s istraživanog područja izvedenim sustavom osnovne kanalske mreže, odnosno manjim dijelom Orljavskim kanalom i kanalom osnovne odvodnje Mrsunja u rijeku Savu. S obzirom na konfiguraciju terena i crpnu stanicu kojoj gravitira odvodni kanal Mrsunja, sjeverni dio istraživano područje pripada dijelu podsliva CS Mrsunja. Južni dio istraživanog područja, odnosno, područje između nasipa uz rijeku Orjavu, Orljavskog

kanala i savskog nasipa, pripada dijelu sliva CS Grlić kao dijela sveukupnog slivnog područja Jelas polja



Slika 3.3.1. Hidrografski prikaz područja istraživanja  
 SN Oriovac

Cjelokupno područje obuhvata je uređeno sustavom površinske odvodnje, a glavni recipijent istraživanog područja SN Oriovac je kanal osnovne odvodnje Mursunja koji prolazi sjevernim obodom ribnjaka Jasinje i Orlovački kanal koji je izveden južnim obodom ribnjaka

(Slika 3.3.1). Pored toga što prima kanalima IV. reda suvišne površinske vode s dijela projektnog područja, Orljavskim kanalom se kod naselja Lužani upušta voda iz rijeke Orljave za punjenje i osvježanje naznačenog ribnjaka Jasinje (Slika 3.3.2).

U okruženju i središnjem dijelu područja (omeđeno s cestom Oriovac – Slavonski Kobaš kao istočnom granicom) ističe se dio od 168 ha Ribnjaka Jasinje (Slika 3.3.1 i 3.3.2).



Slika 3.3.2. Orljavski kanal i južni dio Ribnjaka Jasinje  
(Foto: k.o. Oriovac, 31.05.2016.)

U cilju povećanja funkcionalnosti odvodnje, a s obzirom na relativno veliko slivno područje sliva CS Mrsunja ( $142 \text{ km}^2$ ), te njen ukupni kapacitet od  $8 \text{ m}^3/\text{s}$ , suvišne količine vode se prevode kanalom Mrsunja-Migalovci do CS Migalovci. Od četiri postojeće crpne stanice koje tokom cijele godine štite cjelokupno područje Jelas polja od poplavnih voda, CS Migalovci s  $12 \text{ m}^3/\text{s}$  ima najveći kapacitet.

### 3.3.2 Postojeće stanje odvodnje poljoprivrednog zemljišta

Područje istraživanja dio je Brodsko-posavske županije koji pripada slivu rijeke Save. U sadašnjem stanju uređenosti osnovna i detaljna kanalska mreža omogućuje odvodnju s pretežnog dijela poljoprivrednih površina. Kako je suvišna voda bila primarni problem – navodnjavanju poljoprivrednog zemljišta istraživanog područja nije se poklanjala značajna pažnja. To ne znači da se nije navodnjavalo, međutim, bilo je prvenstveno potrebno na naznačenim proizvodnim površinama riješiti problem suvišne vode.

Na proizvodnim površinama na kojima je uređenost zadovoljavajuća i na kojima je organizirano primjereno navodnjavanje – prinosi ratarskih, povrćarskih i krmnih kultura dostižu visoke svjetske razine. U cilju otklanjanja negativnih utjecaja vode na biljnu proizvodnju, uređenje poljoprivrednih površina izvođenjem potrebnih zahvata hidrotehničkih melioracija, podrazumijeva mjere zaštite od vanjskih voda (poplava), odvodnjavanje suvišne vode i na kraju navodnjavanje i dovođenje potrebne vode.

Odvodnja poljoprivrednih površina i dinamika održavanja sustava površinske odvodnje na istraživanom području bila je zadovoljavajuće riješena u razdoblju do 1991. godine. Pored problema vlasničkih odnosa, veliki je problem i nedostatak sredstava slivne vodne naknade za poslove održavanja hidromelioracijskih objekata i sustava. U posljednje vrijeme učinjeni su značajni koraci i stanje uređenosti je takovo da se može reći da je na istraživanom području zadovoljavajuće riješen sustav površinske odvodnje.

Odvodnja suvišne oborinske i podzemne vode s naznačenog projektnog područja SN Oriovac je riješena sustavom otvorene kanalske mreže i podzemne cijevne drenaže. U nastavku slijedi prikaz stanja kanalske mreže i njene funkcionalnosti u odvođenju suvišne vode u obuhvatu SN Oriovac i opis stanja i funkcionalnosti izvedenog podzemnog sustava cijevne drenaže.

### 3.3.2.1 Površinska odvodnja

Uređenost područja i zemljišta koja su izložena suvišnim površinskim vodama postiže se mjerama odvodnjavanja. Sustavom površinske odvodnje i izgrađenom mrežom otvorenih kanala odvođe se sa melioracijskog područja suvišne unutrašnje ili vlastite oborinske vode. Na istraživanom području nakon provedene komasacije (razdoblje od 1956. do 1983. godine) stvorili su se uvjeti za izvođenje osnovne i detaljne kanalske mreže.

Površinskom odvodnjom uređeno je cjelokupno projektno područje SN Oriovac ukupne površine 608 ha. Osnovna kanalska mreža izvedena je u potpunosti prema idejnom projektu Detaljna odvodnja Jelas polja, OVP Zagreb, 1975. godine i ostvaren potreban stupanj površinske odvodnje, a suvišna voda završava u rijeci Savi.

Područjem dominira glavni odvodni kanal Mrsunja, Orljavski kanal i melioracijski sustavi površinske odvodnje s izvedenim kanalima IV. reda. Suvišna se voda odvodi u tolerantnom vremenu, a proizvodne površine imaju dosta pravilan oblik, izvedivo optimalnu veličinu i nesmetani pristup u obavljanju agrotehničkih zahvata svim vrstama poljoprivrednih strojeva (Slika 3.3.3).



Slika 3.3.3. Dobro održavan odvodni kanal IV. reda  
(Foto: k.o. Slavonski Kobaš, 12.04.2016.)

Razmak između detaljnih odvodnih kanala određen je ovisno o karakteristikama tla područja, hidrološkim prilikama, zatečenoj situaciji na terenu i zahtjevu poljoprivredne proizvodnje. Uvažavajući navedeno, razmaci kanala su od 220 do 260 m, izvedeni uglavnom paralelno jedan prema drugom, a njima omeđeni proizvodni prostor ima pravilan oblik i odgovarajuću površinu.

Situacija na terenu nameće i potrebu provođenja mjera i zahvata gospodarskog i tehničkog održavanje cjelokupne kanalske mreže, a u skladu s *Pravilnikom o tehničkim, gospodarskim i drugim uvjetima za uređenje sustava melioracione odvodnje*, te osnovama za tehničko i gospodarsko održavanje sustava (NN 4/98). Na slici 3.3.4 se daje prikaz uređenog i nedovoljno održavanog odvodnog kanala.



Slika 3.3.4. Spoj dobro i nedovoljno održavanog kanala IV. reda  
(Foto: k.o. Slavonski Kobaš, 12.04.2016.)

Kanali višeg reda kao i melioracijski kanali III. i IV. reda na razmatranom području u razdoblju nakon Domovinskog rata nisu dovoljno održavani zbog nedostatka financijskih sredstava. Program obnove i dovođenja kanalske mreže u „nulto stanje“ kreće 2005.godine. U tablica 3.3.1 slijedi prikaz izvedenog stanje kanala III. i IV. reda do 2010.godine.

Tablica 3.3.1. Ukupno izvedeno stanje kanala III. i IV. reda do 2010. na području općine Oriovac i u obuhvatu prisutnih katastarskih općina  
(Izvor: Hrvatske vode, VGI „Biđ-Bosut“, 2012.)

k.o.	Broj kanala	Dužina kanala (km)	Izvedeno do 2010. (km)	Preostalo za urediti (km)
Oriovac	28	19,525	18,353	1,172
Lužani	40	34,850	3,020	31,830
Malino	14	10,839	10,839	-
Slavonski Kobaš	62	79,710	18,850	60,860
<b>U k u p n o</b>	<b>144</b>	<b>144,924</b>	<b>51,062</b>	<b>93,862</b>

Broj i dužine kanala III. i IV. reda na području općine Oriovac i katastarskih općina u okviru obuhvata SN Oriovac ukazuju na značajne dužine i površine vodotoka za održavanje (Tablica 3.3.1).

U okviru područja istraživanja, u sadašnjem stanju uređenosti osnovne i detaljne kanalske mreže, omogućena je optimalna odvodnja s pretežnog dijela poljoprivrednih površina. Uvažavajući u međuvremenu izvedene radove i trenutno stanje uređenosti kanala III. i IV. reda (Slike 3.3.4, 3.3.5, 3.3.6) vidimo da posao uređenja iziskuje redovite stalne aktivnosti.



Slika 3.3.5. Nedovoljno održavan cijevni propust u kanalskoj mreži  
(Foto: k.o. Oriovac, 13.04.2016.)

Na području obuhvata SN Oriovac, u sadašnjem stanju uređenja, nalazimo i dosta primjera dionica neuređene kanalske mreže. Na slici 3.3.6 se daje prikaz nedovoljno održavanog kanala IV. reda u okviru obradivih površina OPG Antuna Sekulića.



Slika 3.3.6. Nedovoljno održavan odvodni kanal IV. reda  
(Foto: k.o. Slavonski Kobaš, 31.05.2016.)

S obzirom na istraživanom području prisutna hidromorfna tla značajnog sadržaja gline i suvišno vlaženje stagnirajućom sporo procjednom oborinskom vodom, dijelovi površina u projektom obuhvatu nisu proizvodni (Slika 3.3.7).



Slika 3.3.7. Neobrađena površina – OPG Darko Grivičić  
(Foto: k.o. Oriovac, 12.04.2016.)

Naznačene pojave (Slika 3.3.7) su rezultat problematične dreniranosti (ocjeditosti) tla i takve površine u pravilu ostaju neobrađene za razliku okolne površine na kojoj se organizira nesmetana proizvodnja. U slučaju da se i uspije izvršiti kvalitetna priprema i sjetva, suvišna voda sprječava rast i razvoj uzgajanog usjeva. Slična je situacija i kod pojave površinski izraženih depresija (Slika 3.3.8 i 3.3.9).



Slika 3.3.8. Posljedice loše odvodnje – OPG Darko Grivičić  
(Foto: k.o. Oriovac, 12.04.2016.)



Slika 3.3.9. Neobrađiva površina u okviru projektnog područja  
SN Oriovac – OPG Darko Grivičić  
(Foto: k.o. Oriovac, 12.04.2016.)

S obzirom na suvišnu vodu kao problematičnu i proizvodno ograničavajuću veličinu (Slika 3.3.9), na površinama u obuhvatu SN Oriovac su vidljive i aktivnosti samih korisnika poljoprivrednom zemljištu na poboljšanju odvodnje i stvaranju boljih proizvodnih uvjeta (Slika 3.3.10).



Slika 3.3.10. Površinska odvodnja – OPG Darko Grivičić  
(Foto: k.o. Malino, 12.04.2016.)

Jedno od rješenja odvođenja suvišne površinske vode vidimo i u primjeru korištenog zemljišta na obiteljskom gospodarstvu OPG Antun Sekulić (Slika 3.3.11).



Slika 3.3.11. Površinska odvodnja – OPG Antun Sekulić  
(Foto: k.o. Slavonski Kobaš, 13.04.2016.)

Zaključno se može reći da površine istraživanog područja SN Oriovac nisu pod negativnim utjecajem vanjskih voda i da je sustav površinske odvodnje u zadovoljavajućoj funkciji. No, s obzirom da u okviru naznačenog područja ima i primjera neredovitog održavanja kanala, ističe se potreba provođenja redovitih mjera tehničkog, te posebno gospodarskog održavanja. Nadalje, na dijelu obuhvata SN Oriovac (posebno područja manje ili više izraženih površinskih depresija) registrirana je pojava i negativni utjecaj suvišne površinske voda koja sprječava poljoprivrednu proizvodnju.

#### 3.3.2.2 Podzemna odvodnja

S obzirom da svojstva na istraživanom području prisutnih tala nisu imala potreban stupanj odvodnje i povoljan vodni režim tla, uz projekte i rekonstrukciju otvorene kanalske mreže rješava se i projektira detaljna odvodnja razmatranog područja. Izvođenjem cijevne drenaže (Izvor: Detaljna odvodnja Jelas polja – idejni projekt, Direkcija za Savu – Zagreb, 1975.; Hidropedološka studija Oriovac Lužani, „Jugoinspekt“ Zagreb, RJ Zavod za poljoprivredna ispitivanja, 1979.; Hidropedološka svojstva tala rudine Bubnjare sa idejnim rješenjem detaljne odvodnje, Agroprojekt Zagreb, 1985.) bio je cilj postići potreban stupanj odvodnje i općenito popraviti vodni režim tla, koji je značajno utjecao na velike oscilacije i nestabilnost poljoprivredne proizvodnje.

S obzirom na dostupne izvore, podzemnom odvodnjom, odnosno u tehničkoj izvedbi cijevnom drenažom, uređene su cjelokupno razmatrane površine u okviru područja SN Oriovac.

Potrebno je naglasiti, s obzirom na provedena terenska istraživanja, izjave korisnika poljoprivrednog zemljišta, te saznanje da su učinjeni propusti (loše površinsko poravnavanje proizvodnih površina, izostanak ugradnje filter materijala u drenažni jarak, ne provođenje dodatnih agromelioracijskih mjera) pri izgradnji naznačenih drenažnih sustava (Izvor: Plan navodnjavanja Brodsko-posavske županije, 2007.), da su izostali potrebni

učinci odvodnje na većini dreniranih površina. Navedeno ukazuje i na dodatan oprez u vrednovanju na području prisutnih tala za potrebe navodnjavanja. Na problematičnu dreniranost i probleme suvišne vode, poteškoća u kvalitetnoj izvođenju predviđenih agrotehničkih radnji (Slika 3.3.12) se ukazalo i u prethodnom poglavlju.



Slika 3.3.12. Rezultati poteškoća u izvođenju kvalitetne  
pedsjetvene pripreme tla  
(Foto: k.o. Oriovac, 12.04.2016.)

Tla istraživanog područja karakterizira mehanički teži, glinasti sloj, gotovo neznatne vertikalne propusnosti. S obzirom na prisutna tla i učinjene propuste u uređenju područja, navedeno je i razlogom nakupljanja suvišne vode na površini zemljišta, a posebno nakon iznadprosječnih količina oborina. Loši proizvodni uvjeti zasigurno da se odražavaju i na rezultate proizvodnje (Slika 3.3.13).



Slika 3.3.13. Neujednačen usjev uljane repice u  
okviru obuhvata SN Oriovac  
(Foto: k.o. Oriovac, 13.04.2016.)

Programom obnove i dovođenja kanalske mreže u projektno stanje (poglavlje 3.3.2.1) uređuje se veliki dio istraživanog područja. Inspekcijom sustava podzemnog odvodnjavanja je zapaženo, a potvrđeno i u dodatnim kontaktima s korisnicima poljoprivrednog zemljišta u obuhvatu SN Oriovac, da je na velikom dijelu istraživanog područja, došlo do oštećenje drenažnih izljeva prilikom uređenja otvorene kanalske mreže.

U uvodnom dijelu ovog poglavlja naznačeni projekti iz 80-tih godina ukazuju na vrijeme dreniranja, odnosno na starost izvedene cijevne drenaže koja na istraživanom području iznosi preko 30 godina (što je i predviđeni radni vijek), te se, pored učinjenih propusta pri izgradnji naznačenih drenažnih sustava, ističe i pitanje dodatnih pregleda i kontrole njene trenutne funkcionalnosti.

### 3.3.3 Postojeće stanje izvođenja agromelioracijskih mjera

Rezultati hidropedoloških analiza ukazuju na potrebu izvođenja hidro i agromelioracijskih mjera u cilju popravka i uspješnog korištenja projektom obuhvaćenog poljoprivrednog zemljišta. Dosadašnje preporuke i potrebe izvođenja određenih melioracijskih zahvata u okviru istraživanog područja, nije nikad bila dovoljno izvršena aktivnost s obzirom na potrebe. Na većini korištenog poljoprivrednog zemljišta dreniranjem je završavalo njegovo uređenje i osposobljavanje za produktivniju (učinkovitiju) proizvodnju.

### 3.3.4 Postojeće navodnjavanje

U okviru obuhvata i naznačenih površina SN Oriovac, a temeljem provedenih istraživanja i usmenih razgovora s korisnicima poljoprivrednog zemljišta, došlo se do saznanja da nema proizvodnih površina sa navodnjavanjem.

U okviru istraživanog područja nalazimo trenutno manje površine pogodnih i potencijalno pogodnih i uređenih površina na kojima je moguće organizirati navodnjavanje i poboljšati rezultate proizvodnje (Slika 3.3.14).



Slika 3.3.14. Uređena proizvodna površina u obuhvatu SN Oriovac  
(Foto: k.o. Lužani, 12.04.2016.)

### 3.3.5 Uređenje zemljišta u svrhu navodnjavanja

Kako su tla istraživanog područja SN Oriovac ograničeno pogodna (P-3) do privremeno nepogodna za navodnjavanje (N-1) proizašle su i potrebne mjere popravka u svrhu navodnjavanja i osiguranja održive poljoprivredne proizvodnje. Najzastupljenija su privremeno nepogodna tla (N-1) s udjelom od 315,9 ha ili 52,0 %, slijede ograničeno pogodna tla P-3 na 235,7 ha ili 38,8 %, te ograničeno pogodna do privremeno nepogodna P-3/N-1 na 56,4 ha ili 9,3 % ukupnog obuhvata. S obzirom na naznačena ograničenja u „Pedološko-hidropedološkoj osnovi“ (Tablica 2.4.1) u ovom poglavlju se daju potrebne melioracijske i dodatne agromelioracijske mjere uređenja zemljišta.

S obzirom na proizvodna ograničenja tala istraživanog područja i naznačeno sadašnje stanje uređenosti, preporučene su potrebne melioracijske i agromelioracijske mjere uređenja zemljišta koje obuhvaćaju redovito održavanje površinskih sustava melioracijske odvodnje, izvođenje dodatnih agromelioracijskim zahvatima (krtična drenaža ili vertikalno dubinsko rahljenje), u cilju povećanja dreniranosti tla, optimalizaciju potrebnih agrotehničkih zahvata u najpogodnijem vremenu izvođenja, te potrebnih kemijskih agromelioracijskih mjera.

#### 3.3.5.1 Melioracijske mjere uređenja zemljišta

Potrebno je reći da korištene proizvodne površine u obuhvatu SN Oriovac prisutnih poljoprivrednih gospodarstava, predstavljaju površine bivšeg društvenog vlasništva koje su svojedobno potpuno uređene sustavima melioracijske odvodnje. Na temelju sadašnjeg stanja odvodnje poljoprivrednih površina istraživanog područja, može se reći da je stanje problematično, te u nastavku slijede potrebne mjere uređenja.

Poboljšanje funkcionalnosti sustava površinske odvodnje

S obzirom na sadašnje stanje i naznačenu potrebu uređenja sustava površinske odvodnje, neosporna je potreba dovršetka obnove i dovođenja kanalske mreže u „nulto stanje“, te provođenja redovitih mjera tehničkog (prije svega izmuljivanja) i gospodarskog održavanja (sječa šiblja, košnja, kontrola cijevnih propusta) u cilju poboljšanja i potrebne funkcionalnosti cjelokupnog sustava odvodnje.

S obzirom da je na dijelu istraživnog područja zapuštena kanalska mreža svakako bi trebalo pročistiti postojeće kanale i vratiti ih na projektno izvedbenu razinu i omogućiti punu funkcionalnost.

#### Površinska korekcija proizvodnih površina

S obzirom na naznačene probleme prisutnih površinskih depresija, površinska korekcija proizvodnih površina, a posebno u slučaju izvođenja cijevne drenaže, podrazumijeva sistematizaciju proizvodnih površina i izvođenje korektnog površinskog ravnjanja.

#### Cijevna drenaža

Funkcionalna cijevna drenaža odvodi pravovremeno suvišnu vodu iz profila tla, spuštajući podzemnu vodu na tolerantnu razinu. S obzirom na naznačena proizvodna ograničenja tala istraživnog područja i rezultate procjene sadašnje i potencijalne pogodnosti za navodnjavanje (Tablica 2.4.1 - „Pedološko-hidropedološka osnova“), kompletno istraživno područje zahtijeva izvođenje sustava kombinirane podzemne odvodnje – cijevne drenaže u kombinaciji s dodatnim agromelioracijskim mjerama.

U opisu postojećeg stanja podzemne odvodnje (poglavlje 3.3.2.2) se navodi da je cijevnom drenažom uređeno cjelokupno projektno područje SN Oriovac. Međutim, s obzirom na sve navedene činjenice, provedena terenska istraživanja i naznačenu problematiku suvišnih voda - izostali su potrebni učinci odvodnje na većini dreniranih površina, te se u vrednovanju na području prisutnih tala za potrebe navodnjavanja i nije uvažila kao izvedena funkcionalna melioracijska mjera.

#### 3.3.5.2 Agromelioracijske mjere uređenja zemljišta

Agromelioracijsko uređenje zemljišta općenito podrazumijeva skup agrotehničkih zahvata ili mjera u svrhu popravka lošijih fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava s ciljem povećanja plodnosti i produktivnosti tla, a samim tim i povećanja pogodnosti tla za višenamjensko korištenje u poljoprivredi i navodnjavanju. Poboljšanje spomenutih svojstava tala istraživnog područja je moguće postići različitim agromelioracijskim zahvatima uređenja i gospodarenja korištenog poljoprivrednog zemljišta.

Kao što je već navedeno u pedološkom dijelu studije, hidromorfna tla istraživnog područja imaju slojevit, teksturno heterogenu gradnju profila. Ističe se da je jedna od glavnih nepovoljnih fizikalnih značajki na istraživanim površinama izražena velika zastupljenost čestica gline u mehaničkom sastavu istraživanih tala (vertičnost). Sadržaj čestica gline kreće se u površinskom sloju naznačenih sistematskih jedinica tla od oko 30% pa do preko 70 % (Tablica 2.3.11 - „Pedološko-hidropedološka osnova“), te uzrokuje vrlo slabu vertikalnu vodopropusnost.

U naznačenim tlima odvodnja sporo procijednih i/ili stagnirajućih površinskih voda u većoj mjeri ovisi o kvalitetnom izvođenju pojedinačnih ili integriranih mehaničkih zahvata u površinskom ili/ podpovršinskom sloju tla. Povećanjem hidrauličke vodljivosti obrađenog tla i poboljšanje

uvjeta za vertikalni i horizontalni tok vode, osiguravamo povoljnije uvjete u vegetaciji uzgajanih kultura i poboljšanje dreniranosti tla.

#### Bezcijevna drenaža (krtičenje) tla

Planirane agrotehničke mjere u svrhu popravka lošijih svojstava tala istraživanog područja s ciljem povećanja pogodnosti tla za višenamjensko korištenje u poljoprivredi i navodnjavanju, kao što je već i naznačeno, obuhvaćaju na većem dijelu proizvodnog područja izvođenje bezcijevne drenaže ili krtičenje tla (Tablica 3.3.2).

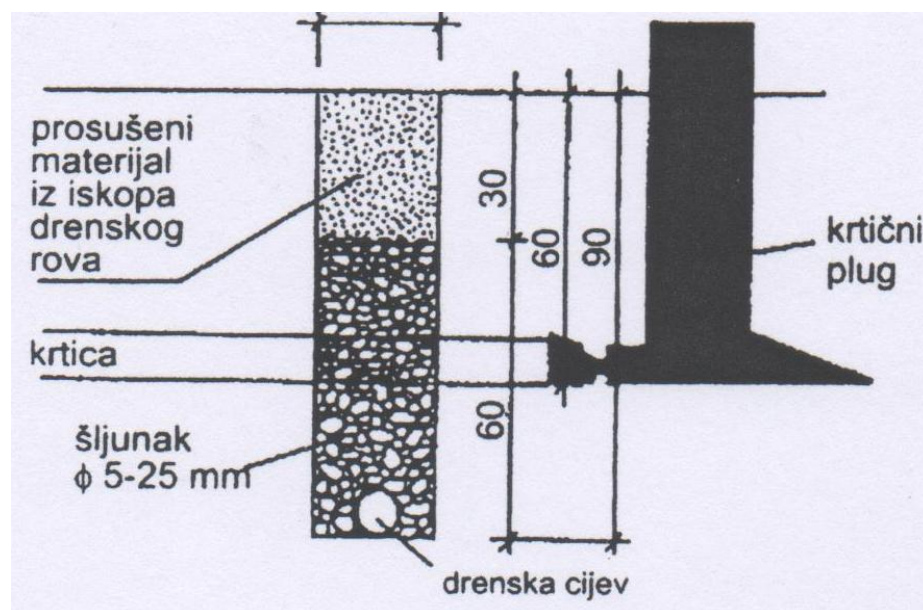
Tablica 3.3.2. Temeljni elementi i normativi agromelioracijske mjere krtičenja tala istraživanog područja

Broj	Kartirana/sistematska jedinica	Krtičenje		Kontakt filter	Površina (ha)
		Razmak (m)	Dubina (cm)		
2	Epiglej nekarbonatni, mineralni, vrlo duboko glinasti, umjereno vertični	3	50 - 60	+	56,4
3	Epiglej nekarbonatni, mineralni, vrlo duboko glinasti, jako vertični	3	50 - 60	+	190,1
4	Amfiglej nekarbonatni, mineralni, srednje duboko glinasti	3	50 - 60	+	172,3
5	Amfiglej nekarbonatni, mineralni, srednje duboko glinasti, jako vertični	3	50 - 60	+	125,8

Pedološko-melioracijska problematika tala istraživanog područja ukazuje na mogućnost izvođenje krtičenja ili bezcijevne drenaže, primijenjene u kombinaciji s cijevnom drenažom u odvodnjavanju suvišnih površinskih i stagnirajućih podpovršinskih voda, na preko 544 ha ili 89,6 % obuhvata SN Oriovac.

Funkcionalnost krtične drenaže ovise o stratigrafiji i mehaničkom sastavu tla, vlažnosti tla u trenutku izvođenja, vodozračnim odnosima u tlu, stabilnosti strukturnih agregata, kao i dubini smrzavanja tla. Od svih navedenih relevantnih elemenata posebnu važnost ima mehanički sastav tla. Općenito se smatra da je za uspješnost krtične drenaže minimalni sadržaj glinastih cestica u tlu oko 30%, pri čemu odnos glina/prah mora biti  $> 0,5$  (Petošić, D., Tomić, F., 2011.). Kako raste sadržaj gline, a što je slučaj kod tala sistematskih jedinica 2, 3, 4 i 5 od naznačene vrijednosti, efikasnost bezcijevne drenaže je bolja. Tla pogodna za izvođenje krtičenja po mehaničkom sastavu bile bi glinaste ilovače, ilovaste gline i gline.

Prema dosadašnji saznanjima (Tomić, F., 1987.) da bi krtična drenaža bila efikasna, ona mora zadovoljavati nekoliko bitnih elemenata i normativa. Kako se izvodi u kombinaciji s cijevnom drenažom, prije krtičenja je potrebno izvesti cijevnu drenažu. Smjer krtičenja treba biti okomito ili koso pod izvjesnim kutom na smjer cijevne drenaže. Dubina krtičenja treba se kretati u rasponu vrijednosti od 50 do 60 cm, a razmak 3 m (Tablica 3.3.2 i Slika 3.3.15).



Slika 3.2.15. Shematski prikaz kombinirane odvodnja cijevnom i bezcijevnom drenažom

Kao što je već i naznačeno, krtičenje u kombinaciji s cijevnom drenažom se izvodi u tlima sistematske jedinice 2, 3, 4 i 5 a u cilju pravovremenog odvođenja sporo procjednih i/ili stagnirajućih površinskih i visokih razina podzemne vode. To su prvenstveno glejna i amfiglejna tla, izražene zbijenosti, plastičnosti, teško propusna i opterećena suvišnom vodom. Krtična drenaže se izvodi posebnom vrstom pluga („plug krtičnjak“) čiji je radni organ u obliku vretena, koje prolaskom kroz tlo iza sebe ostavlja zaglađene zemljane oblike okruglog oblika – krtičnjake.

#### Podrivanje tla

Jedno od ograničenja istraživanih tala je i zbijenost (plastičnost, ljepljivost) koja za posljedicu ima slabu dreniranost tla. Zbijanju su sklonija tla s povećanim sadržajem mineralnih koloida izražene ljepljivosti, za razliku lakših i bolje strukturnih tala. Tlo se gazi čestom obradom, odnosno izvođenjem različitih agrotehničkih zahvata od pripreme i sjetve pa do kraja vegetacije uzgajanih kultura, a posebno, izvođenjem navedenih zahvata u nepovoljnim uvjetima za obradu.

S obzirom na karakteristike tala sistematske jedinice 1 istraživanog područja, preporuka je da se kao dodatna mjera na područjima gdje je potrebno poboljšati dotok površinske vode do drenažnih cijevi, izvodi dubinsko rahljenje (Tablica 3.3.3).

Tablica 3.3.3. Temeljni elementi i normativi agromelioracijske mjere dubinskog rahljenja istraživanog područja

Redni broj	Sistematska jedinica	Podrivanje		Kontaktни filter	Dinamika Izvođenja	Površina (ha)
		Razmak (m)	Dubina (cm)			
1	Epiglej nekarbonatni, mineralni, praškasto glinasto ilovasti	0,8	50 - 60	+	3 g.	63,4

Izvođenje podrivanja je najpogodnije u ljetnom razdoblju, jer je tada optimalna dubina rada glede vlažnosti najpogodnija, a u suprotnom može doći i do negativnog učinka. Poboljšanje vertikalne vodopropusnosti se postiže izvođenjem dubinskog rahljenja podoraničnog sloja tla dubokim oranjem ili/i podrivanjem. Pored bolje propusnosti tla za vodu, postiže se povećanje proizvodne (efektivne) dubine tla i omogućuju zakorjenjivanje uzgajanih biljaka na većoj dubini.

Dubina vertikalnog dubinskog prorahljivanja se kreće od 50 - 60 cm, a razmak 0,8 m (Tablica 3.3.3).

Nadalje, s obzirom na naznačenu problematiku tala u obuhvatu SN Oriovac, potrebno je naglasiti potrebu i mogućnosti smanjenja zbijenosti tla pravilnim izborom radnih strojeva s odgovarajućom opremom (optimalna masa stroja i sustav kotača sa širim gumama), te optimiziranjem prometa proizvodnom površinom organiziranim povezivanjem mogućih agrotehničkih zahvata u uvjetima povoljne vlažnosti i bez suvišnog gaženja tla.

#### Kemijske agromelioracijske mjere

##### Humizacija

Humizacija je obogaćivanje tla humusom. Premda mu je sadržaj u odnosu na mineralni dio tla znatno manji, zbog svojih brojnih značajki humus je izuzetno važan u tlu. Humizacija se vrši dodavanjem stajskog gnoja, zaoravanjem žetvenih ostataka, zelenom gnojdbom (sideracija), sjetvom djetelinsko-travnih smjesa i drugim zahvatima.

Sadržaj humusa u tlu za uspješnu biljnu proizvodnju ne bi smio biti manji od 3%. Kako je kod većine sistematskih jedinica istraživane površine utvrđena dobra do slaba humoznost, svakako je treba održavati na povoljnoj razini. Također se preporučuje redovito zaoravanje žetvenih ostataka u svrhu poboljšanja pedofizikalnih i hidropedoloških svojstava.

##### Melioracijska mineralna gnojdba s fosforom i kalijem

Prema navedenoj metodologiji istraživane površine su u obradivom površinskom horizontu uglavnom dobro, umjereno do umjereno siromašne fiziološki aktivnim fosforom ( $<12 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100\text{g}$ ). Situacija u sadržaju fiziološki aktivnog kalija je nešto povoljnija ali i neujednačenija (uglavnom  $>13 \text{ mg K}_2\text{O}_5/100\text{g}$ ). Također, potrebno je naglasiti da je na tri lokacije (P-2, P-3 i P-9) utvrđen visok sadržaj oba elementa ( $>23 \text{ mg/100 g}$ ), a što ukazuje na dodavanje veće količine stajnjaka ili mineralnih gnojiva.

U intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji poželjno je da sadržaj oba makro elementa bude uglavnom oko  $20 \text{ mg/100 g}$  tla, a kao jedna od mogućih agrotehničkih mjera za održavanje optimalnog sadržaja hraniva u tlu je tzv. melioracijska mineralna gnojdba s fosforom i kalijem.

##### Kalcizacija

Analizom kemijskih značajki tala utvrđeno je da se reakcija tla na značajnom dijelu istraživanih površina kreće u rasponu od jako kisele, kisele do slabo kisele. U intenzivnoj ratarskoj i povrćarskoj proizvodnji u uvjetima navodnjavanja potrebno je održavati optimalnu reakciju tla, zbog raspoloživosti hraniva i mikrobiološke aktivnosti tla. Na ovim tlima potrebno je obaviti kalcifikaciju s prosječnim dozama  $10\text{-}15 \text{ t/ha CaCO}_3$ , ali obavezno je i

izvršiti analizu tla za pojedine katastarske čestice kako bi se dobio pravi uvid u reakciju tla te odredila optimalna doza vapna za kalcifikaciju.

I pored provedbe navedenih agromelioracijskih mjera uređenja poljoprivrednog zemljišta, odnosno uklanjanja i/ili smanjenja navedenih ograničenja pogodnosti tala za uzgoj poljoprivrednih kultura u uvjetima navodnjavanja, u okviru obuhvata SN Oriovac raspolagati će se tlom koje će imati u cijelosti P-3 ograničenu pogodnost za navodnjavanje.

### 3.4 OPIS POSTOJEĆE POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE

U okviru istraživnog područja SN Oriovac poljoprivredna proizvodnja dominira i predstavlja najznačajniju djelatnost. Projektno područje nalazi se na području općine Oriovac. Kako je poljoprivreda najznačajnija djelatnost to je i razvitak naznačenog područja direktno vezan uz poboljšanje poljoprivredne proizvodnje i pokretanja na njoj baziranih prerađivačkih pogona.

Poljoprivrednim zemljištem kao vrijednim prirodnim resursom, veoma je važno racionalno gospodariti. Na istraživnom području gospodarenje poljoprivrednim zemljištem karakteriziraju uobičajeni agrotehnički zahvati od sjetve, obrade tla, žetve i ubiranja gotovih proizvoda, te predaje i/ili prodaje poljoprivrednih proizvoda.

U okviru obuhvata sustava navodnjavanja SN Oriovac postoje korisnici koji su iskazali interes putem ankete provedene od strane Upravnog odjela za poljoprivredu Brodsko-posavske županije. Anketirani korisnici su prijavili za navodnjavanje 430 ha ili 71 % ukupnog projektnog obuhvata.

#### 3.4.1 Osnovni podaci iz Popisa poljoprivrede 2003.

Osnovne pokazatelje o veličini korištenog poljoprivrednog zemljišta šireg područja istraživanja, odnosno područja Brodsko-posavske županije (BPŽ), možemo vidjeti u tablici 3.4.1. Analizirani podaci o kućanstvima s poljoprivrednom proizvodnjom i poslovnim subjektima koji obavljaju poljoprivrednu proizvodnju temelje se na zadnjem Popisu poljoprivrede iz 2003.godine.

Tablica 3.4.1. Osnovni pokazatelji o veličini korištenog poljoprivrednog zemljišta u Republici Hrvatskoj i na području Brodsko-posavske županije  
(Izvor: Popis poljoprivrede 2003., DZS RH)

Ukupno RH – područje Županije	Broj Poljo- privrednih kućanstava	Broj poslovnih subjekata	Ukupno korišteno poljoprivredno zemljište				
			Polj. kućanstva		Poslovni subjekti		Ukupno
			(ha)	(%)	(ha)	(%)	
RH	448.532	1.364	860.195,2	79,8	217.208,0	20,2	1.077.403,2
BPŽ	20.704	109	47.377,2	76,0	14.939,0	24,0	62.316,2

Prema Popisu poljoprivrede 2003. godine, u RH poljoprivredna kućanstva koriste 79,8 %, a poslovni subjekti 20,2 % ukupno korištenog poljoprivrednog zemljišta (Tablica 3.4.1). Prema vrijednostima danim u tablici 3.4.1, prosječna veličina posjeda poljoprivrednih kućanstva RH iznosi 1,92 ha, a poslovnih subjekata 159,2 ha, odnosno, prosječna veličina svih poljoprivrednih posjeda iznosi 2,39 ha. U Brodsko-posavskoj županiji prosječna

veličina svih gospodarstava je 2,99 ha s prosječnom veličinom proizvodne površine od 0,96 ha (Tablica 3.4.1). Mala gospodarstva i rascjepkano zemljište odražavaju se nizom negativnih momenata i općenito nedovoljnom učinkovitosti poljoprivrede.

Na području Brodsko-posavske županije registrirano je ukupno 20.704 poljoprivrednih kućanstava i 109 poslovnih subjekata. Iz pregleda veličine i broja proizvodnih površina poljoprivrednih subjekata dolazi se do vrijednosti da ukupno 27 subjekata koristi površine veće od 100 ha i da je ukupno 765 parcela (62,9 % ukupnog broja parcela subjekata) korištenog poljoprivrednog zemljišta te veličine.

Ukupno 109 poslovnih subjekata na području cjelokupne Brodsko-posavske županije i na ukupno 14.683 ha korištenih oranica i vrtova (ili na 98,3 % ukupnog poljoprivrednog zemljišta) uzgajaju žitarice na 63,6 %, uljano sjemenje i plodovi 21,5 %, šećernu repu na 5,8 %, te krmno bilje na 2,3 % ili 342 ha ukupno korištenih oranica i vrtova. Ostatak čini krumpir 0,3 % ili 40 ha i duhan 0,1 % ili 18 ha, a 6,3 % ili 920 ha ukupno korištenih oranica i vrtova čine površine pod ugarima.

Navodnjavanje provodi samo 4 poslovna subjekta na ukupno 112 ha. Prema izvorima vode za navodnjavanje, koriste se površinske i podzemne vode. Prema analiziranom izvoru (Popis poljoprivrede 2003.) na 85 ha registrirane su površine na kojim se provode agrotehničke aktivnosti na oranicama na zasnivanju međuusjeva, podusjeva i naknadnih usjeva.

U okviru naznačenog projektnog područja, odnosno na području općine Oriovac, površine korištenog zemljišta poljoprivrednih kućanstava (prema Popisu poljoprivrede, 2003.) navode se u tablici 3.4.2.

Tablica 3.4.2. Korišteno zemljišta poljoprivrednih kućanstava istraživanog prostora  
(Izvor: Popis poljoprivrede 2003., DZS RH)

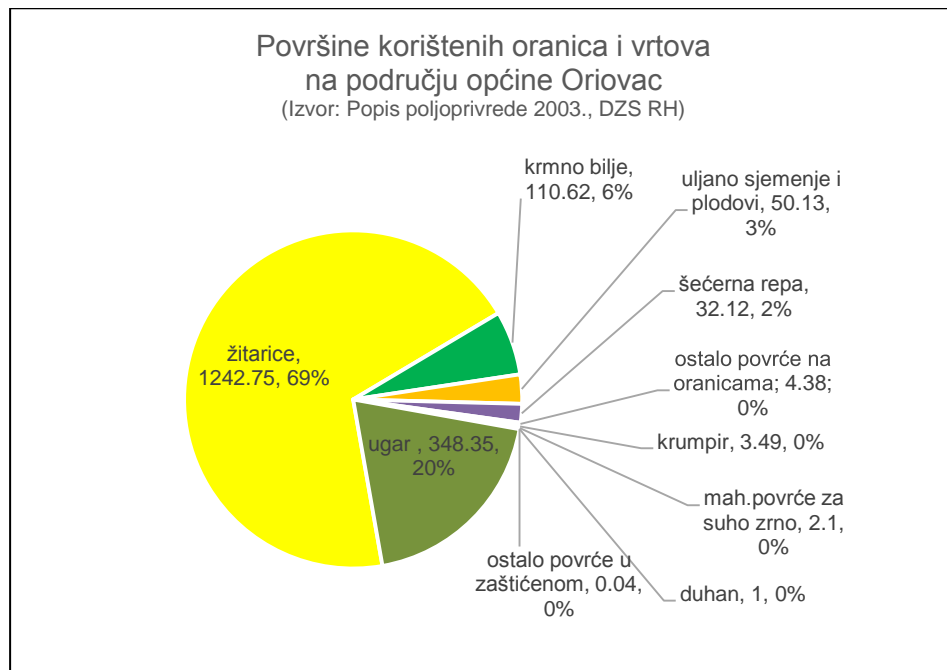
Područje Općine	Broj kućan- stava	Ukupno raspoloživa površina zemljišta	Korišteno poljoprivredno zemljište				Ostalo zemljište	Broj parcela korište- noga poljo. zemljišta
			Ukupno	U vlasništvu	Uzeto u zakup	Dano u zakup		
		(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	
Oriovac	1.205	2.971,01	2.229,04	1.983,71	412,63	167,3	741,97	3.479

Prema vrijednostima danim u tablici 3.4.2, s obzirom na površinu i broj parcela korištenog zemljišta, rezultiraju i prosječne veličine parcela i poljoprivrednih gospodarstava kućanstava na području općine Oriovac (Tablica 3.4.3).

Tablica 3.4.3. Prosječne veličine poljoprivrednih gospodarstava i korištenih parcela  
na području općine Oriovac

Područje općine	Prosječna veličina		
	parcele	kućanstva	
	(ha/parceli)	(parcela/kućanstvu)	(ha/kućanstvu)
Oriovac	0,64	2,9	1,85

Na području općine Oriovac (Slika 3.4.1), površine ukupno korištenog zemljišta poljoprivrednih kućanstava čine uglavnom: oranice i vrtovi 80,5 %, livade 9,0 % i pašnjaci 4,4 %, voćnjaci 3,2 %, povrtnjaci 1,5 %, te vinogradi 1,4 % (Izvor: Popis poljoprivrede 2003., DZS RH).



Slika 3.4.1. Struktura površina (ha; %) korištenih oranica i vrtova Poljoprivrednih kućanstava – općina Oriovac

Na površinama korištenih oranica i vrtova u okviru naznačenog istraživanog prostora najviše se uzgajaju žitarice 69,2 %. S daleko manjim udjelima slijedi krmno bilje 6,2 %, uljano sjemenje i plodovi 2,8 %, šećerna repa 1,8 %, s 0,24 % udjela ili na svega 4,38 ha je ostalo povrće na oranica. (Slika 3.4.1).

Ostatak površina korištenih oranica i vrtova čini 0,19 % krumpir, 0,12 % mahunasto povrće za suho zrno i 0,06 % duhan. Pod ugarom je 19,4 % ili 348,35 ha (Izvor: Popis poljoprivrede 2003., DZS RH).

Od ukupno 2.229,04 ha korištenog poljoprivrednog zemljišta na području općine Oriovac, registriran je svega 1 korisnik s 0,78 ha navodnjavane površine uz korištenje podzemne vode kao izvora za navodnjavanje - prema Popisu poljoprivrede 2003. Zanimljivo je da su aktivnosti na provođenju agrotehničkih aktivnosti na oranicama na zasnivanju međusjeka, podusjeka i naknadnih usjeka – ukupno svega 11,73 ha.

### 3.4.2 Sadašnja proizvodnja na području obuhvata SN Oriovac

Za potrebe utvrđivanja krajnjih korisnika na području cjelokupnog obuhvata SN Jasinje, provedena je anketa budućih korisnika, a anketu je proveo Upravni odjel za poljoprivredu Brodsko-posavske županije. Temeljem provedene ankete, od deset predloženih potencijalnih sustava za navodnjavanje u okviru obuhvata SN Jasinje, jedino u sustavu SN Oriovac i SN Slobodnica su registrirani korisnici s iskazanim interesom za posao navodnjavanja.

S obzirom da je sadržaj obavljene ankete obuhvaćao tek opće podatke (naziv korisnika – OPG/tvrtka, adresa i način kontakta, te broj zaposlenih), veličine korištenih površina (vlastite, u najmu i zakupu) kojima se trenutno raspolaže, te vid postojeće i planirane proizvodnje - u okviru planiranog obuhvata SN Oriovac su obavljeni dodatni razgovori s anketiranim krajnjim korisnicima, a sve u cilju sagledavanja relevantnih elemenata postojeće i planiranja buduće proizvodnje.

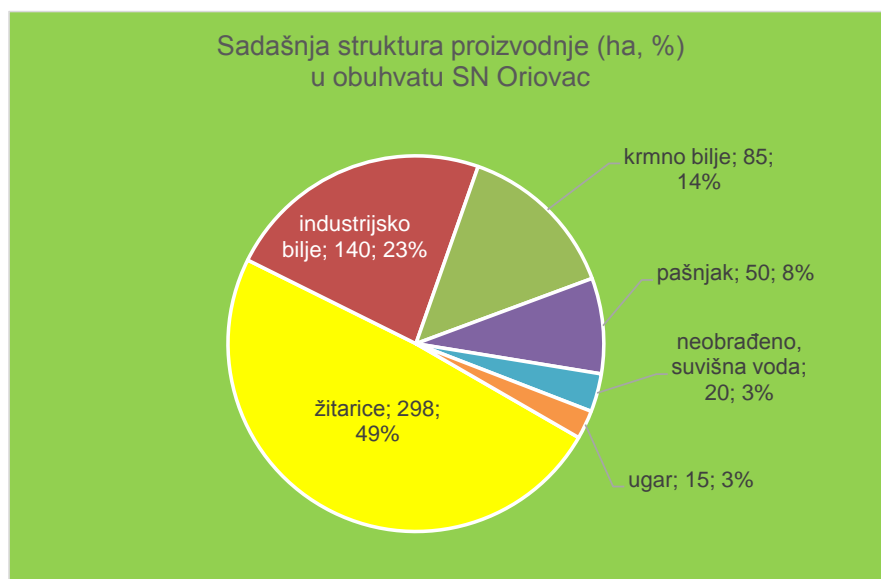
Uvidom na terenu tijekom obavljanja pedoloških i hidropedoloških istraživanja je registrirana stočarska djelatnost, a u okviru korištenih proizvodnih površina OPG Josip Čuletić (Slika 3.4.2).

Temeljem relevantnih podloga (uglavnom, uvidom na terenu tijekom obavljanja potrebnih istraživačkih radova, te dodatnim kontaktima zainteresiranih korisnika) u nastavku slijedi postojeća struktura sjetve na području obuhvata SN Oriovac (Slika 3.4.3).



Slika 3.4.2. Stočarska djelatnost u okviru korištenog zemljišta  
u obuhvatu SN Oriovac – OPG Josip Čuletić  
(Foto: k.o. Slavonski Kobaš, 31.05.2016.)

Postojeća struktura sjetve na proizvodnim površinama poljoprivrednih gospodarstava u okviru obuhvata SN Oriovac, ukazuje da je težište proizvodnje na uzgoju žitarica, te industrijsko i krmnog bilja (Tablica 3.4.4).



Slika 3.4.3. Postojeća struktura poljoprivredne proizvodnje na području SN Oriovac

Tablica 3.4.4. Sadašnja struktura proizvodnje u obuhvatu SN Oriovac

Sadašnja struktura proizvodnje	Udjel usjeva (%)	Udjel usjeva (ha)
<b>SADAŠNJA PROIZVODNJA</b>	<b>100,0%</b>	<b>608</b>
<b>Žitarice</b>	<b>49%</b>	<b>298</b>
Pšenica	26%	160
Ječam, zob, tritcale	11%	65
Kukuruz	12%	73
<b>Industrijsko bilje</b>	<b>23%</b>	<b>140</b>
Soja	7%	45
Suncokret	5%	30
Uljana repica	11%	65
<b>Krmno bilje</b>	<b>14%</b>	<b>85</b>
Kukuruz silažni	7%	40
Stočni grašak	0%	0
Djetelinsko travne smjese	7%	45
<b>Pašnjak</b>	<b>8%</b>	<b>50</b>
<b>Neobrađeno, suvišna voda</b>	<b>3%</b>	<b>20</b>
<b>Ugar</b>	<b>2%</b>	<b>15</b>

Struktura postojeće sjetve ukazuje da prosječno najveći udio u proizvodnji zauzima pšenica, kukuruz, ječam i uljana repica. Na ostatku površina i s manjim udjelom nalazi se soja i suncokret, te djetelinsko travne smjese i silažni kukuruz. Pašnjak, neobrađeno zemljište (uglavnom iz razloga prisutne suvišne vode) i ugar čine 13 % površina u obuhvatu projektiranog sustava navodnjavanja.

### 3.5 PLANIRANA PROIZVODNJA

Temeljem analize stanja i strukture sadašnje poljoprivredne proizvodnje, kako na području Brodsko-posavske županije i općine Oriovac, tako i na području obuhvata SN Oriovac, anketiranja i dodatnih kontakata korisnika, te uz uvažavanje agronomske struke i proizvodnih ograničenja na istraživanom području prisutnih tala, rezultirao je prijedlog strukture proizvodnje u uvjetima 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, klimatske prilike, mogućnost bavljenja stočarskom proizvodnjom, blizina prerađivačkih kapaciteta, tržište, odnosno mogućnosti prodaje.

Planirana struktura proizvodnje područja SN Oriovac usklađena je (prije svega) s obzirom na izvršenu procjenu sadašnje i potencijalne pogodnosti za navodnjavanje na istraživanom području zastupljenih tala, te prema potrebama korisnika sustava navodnjavanja, a sve u cilju osiguranja ekonomski opravdane proizvodne orijentacije. Uvažavajući zahtjeve i mišljenje korisnika sustava, planirana struktura trebala bi osigurati kvalitetan plodored koji neće ugroziti proizvodnju, odnosno niti biljku a ni samo tlo na kojemu se proizvodnja odvija.

#### 3.5.1 Plodored

Plodored predstavlja pravilnu proizvodnu rotaciju uzgajanih kultura na određenom prostoru. Važnost plodoreda proizlazi iz mnogobrojnih bioloških, agrotehničkih i organizacijsko-ekonomskih razloga. Pravilnim plodoredom održava se u dobrom stanju struktura i plodnost tla (razina humusa, pH), utječe se na manju zakorovljenost, izostanak bolesti i štetnika na biljkama, manje troškove proizvodnje i osigurava se održivi prinos. U nastavku slijedi primjer ratarsko-krmno-povrćarskog plodoreda (Tablica 3.5.1).

Tablica 3.5.1. Primjer ratarsko-krmno-povrćarskog plodoreda

Proizvodna površina	Proizvodna godina				
	1.	2.	3.	4.	5.
Tabla 1	Kukuruz silažni	Pšenica Ječam	Razno povrće	Kukuruz merkantilni	Stočni grašak Grahorica
Tabla 2	Pšenica Ječam	Razno povrće	Kukuruz merkantilni	Stočni grašak Grahorica	Pšenica Ječam
Tabla 3	Razno povrće	Kukuruz merkantilni	Stočni grašak Grahorica	Pšenica Ječam	Razno povrće
Tabla 4	Kukuruz merkantilni	Stočni grašak Grahorica	Pšenica Ječam	Razno povrće	Kukuruz merkantilni
Tabla 5	Lucerna	Lucerna	Lucerna	Lucerna	Lucerna

Kulture u tablici 3.5.1 su posložene u petopoljnoj shemi uvažavajući u izboru najpogodniju predkulturu i vremensko ograničenje vraćanja na istu površinu. Naime, kukuruz se do pojave kukuruzne zlatice uspješno proizvodio u kraćoj ili dužoj monokulturi (odnosno, na istoj površini), no to više nije preporučljivo. Značajna ograničenja su kod šećerne repe i suncokreta koji se vraćaju na istu površinu tek nakon 4 do 5 godina.

Predvidivo, kako se proizvođači i korisnici u okviru obuhvata SN Oriovac mogu orijentirati i na isključivo proizvodnju različitog povrća u tablici 3.5.2 daje se primjer planiranja plodoreda u povrćarstvu.

Tablica 3.5.2. Primjer plodoreda u povrćarstvu

Proizvodna površina	Proizvodna godina				
	1.	2.	3.	4.	5.
Tabla 1	Grašak	Krumpir	Mrkva	Kukuruz šećerac	Luk
Tabla 2	Krumpir	Mrkva	Kukuruz šećerac	Luk	Grašak
Tabla 3	Mrkva	Kukuruz šećerac	Luk	Grašak	Krumpir
Tabla 4	Kukuruz šećerac	Luk	Grašak	Krumpir	Mrkva
Tabla 5	Luk	Grašak	Krumpir	Mrkva	Kukuruz šećerac

Ponajprije zbog sprječavanja različitih bolesti, i u primjeru povrćarskog plodoreda se nastoji da se ista kultura ne vraća na istu površinu 3 do 5 godina. Također, treba se obratiti pozornost i na utjecaj predkulture, odnosno prethodno uzgajanog povrća.

Pored navedenoga, u danom primjeru povrćarskog plodoreda kao i u izboru nekih drugih povrćarskih kultura, treba uvažiti određene proizvodne specifičnosti: smjenjivanje kultura plitkog s kulturama dubokog korijena, neposredno nakon gnojidbe stajskim gnojem treba sijati i/ili saditi pogodne kulture (dinja, lubenica, krastavac, rajčica, paprika, kupusnjače,...) a izostaviti kulture kojima to ne pogoduje (mrkva, peršin, cikla, blitva, salata,...), te u smjeni kultura izostaviti one koje napadaju iste bolesti i štetnici.

### 3.5.2 Postrna sjetva

Bez obzira na usvojenu strukturu proizvodnje, u svim kombinacijama plodoreda u uvjetima navodnjavanja trebaju biti zastupljeni postrni usjevi za dobivanje „druge žetve“. Dokazana je višestruka korisnost zasnivanja postrnih usjeva, prije svega u povećanju učinkovitosti navodnjavanja. U postrnoj sjetvi moguće je, ovisno o dužini vegetacije i vremenu napuštanja površina kultura iz redovne sjetve, zasnivati raznovrsne usjeve u cilju proizvodnje: zelene mase (silaža ili u zelenom stanju) u ishrani stoke; kultura za zrno (kukuruz, suncokret, soja, ..) hibrida i sorti kraće vegetacije; raznog povrća: mahuna, krastavac, kupus, kelj, salata, paprika, kukuruz šećerac; te uzgoj postrnih kultura za zelenu gnojidbu tla u cilju poboljšanja fizikalnih karakteristika tla, biološke aktivnosti i povećanje organske tvari u tlu.

Pored najvećeg doprinosa zelene gnojidbe koji se ogleda u opskrbi tla dušikom, potrebno je navesti i ostale značajke ove mjere. Prije svega, proizvodna je površina pod usjevom gustog sklopa i spriječena je površinska erozija tla i rast korova. Nadalje, poboljšavamo fizikalna svojstva tla (bolja retencije vode, aeracija, manja zbijenost) i postizemo biološki aktivnije tlo.

Važnost zelene gnojidbe se ističe i iz razloga zamjene gnojidbe stajnjakom. Naime, s jedne strane, dobra i preporučljiva gospodarska aktivnost s obzirom na karakteristike tala istraživanih područja, a s druge, aktivnost koja je ograničena stupanjem na snagu *Akcijskog programa zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla* (NN 7/2013) kojim je prestao važiti „Pravilnik o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva“ (NN 56/2008). Prije donošenja novog Pravilnika Vlada RH je donijela *Odluku o određivanju ranjivih područja u RH* (NN 130/2012) kojim istraživano područje nije označeno ranjivim na nitratre. No, ulaskom RH u Europsku uniju i donošenjem

zakonskih ograničenja koja jasno definiraju skladištenje i zbrinjavanje, te način i vrijeme primjene stajskog gnoja na poljoprivrednim površinama, trebaju uvažiti poljoprivredna gospodarstva.

Na istraživanom području postrne kulture mogu se uzgajati nakon ubiranja strnih žitarica, kukuruza šećerca i uljane repice. Pored navedenoga, na izbor kultura i određeni plodored imaju veliki utjecaj klimatska obilježja, a posebno količina i raspored oborina te temperatura zraka i tla.

### 3.5.3 Planirana struktura sjetve

Usvojeno neto projektno područje SN Oriovac je 608 ha proizvodnih poljoprivrednih površina. Na području obuhvata sustava navodnjavanja Oriovac predlaže se intenzivna proizvodnja temeljena u izboru uglavnom ratarsko-povrćarskih kultura (Tablica 3.5.3).

#### 3.5.3. Planirana struktura proizvodnje na 608 ha proizvodnih površina SN Oriovac

Struktura proizvodnje (redovno/postrno)	Vegetacijsko razdoblje	Udjel usjeva (%)	Udjel usjeva (ha)
<b>REDOVNA SJETVA</b>		<b>100,0%</b>	<b>608</b>
<b>Žitarice</b>		<b>51,5%</b>	<b>313</b>
Pšenica sjemenska	10. - 6.	3%	20
Pšenica merkatilna	10. - 6.	22%	135
Ječam, zob, triticales	10. - 6.	12%	70
Kukuruz sjemenski	4. - 9.	4%	25
Kukuruz merkatilni	4. - 9.	10%	63
<b>Industrijsko bilje</b>		<b>29,6%</b>	<b>180</b>
Soja	5. - 9.	8%	50
Suncokret	5. - 9.	4%	25
Konoplja	4. - 9.	3%	20
Bundeva, uljna	5. - 8.	4%	25
Uljana repica	9. - 6.	10%	60
<b>Krmno bilje</b>		<b>8,2%</b>	<b>50</b>
Kukuruz silažni	5. - 8.	5%	30
Djetelinsko travne smjese	3. - 10.	3%	20
<b>Povrće</b>		<b>4,9%</b>	<b>30</b>
Kupus, kelj	5. - 9.	2%	15
Grah	5. - 8.	2%	15
<b>Ljekovito bilje</b>		<b>5,8%</b>	<b>35</b>
Kamilica	10. - 5.	6%	35
<b>POSTRNA SJETVA</b>		<b>14,0%</b>	<b>85</b>
Soja	7. - 10.	3%	20
Sirak silažni	7. - 10.	5%	30
Kukuruz silažni	7. - 10.	6%	35
<b>UKUPNO</b>		<b>114%</b>	<b>693</b>

Iz tablice 3.5.3 i planirane strukture proizvodnje na 608 ha proizvodnih površina SN Oriovac uočavamo da je težište buduće proizvodnje s udjelom od 51,5 % na žitaricama i



industrijskom bilju 29,6 %. Slijedi krmno bilje s udjelom od 8,2 %, ljekovito bilje (kamilica) na 35 ha ili 5,8 % i povrće na 4,9 % ili 30 ha planiranog područja.

Bez obzira o kojoj se proizvodnoj orijentaciji radi, u planiranoj strukturi proizvodnje na proizvodnim površinama SN Oriovac je neizostavno zasnivanje postrne sjetve (sadnje). Iz tablice 3.5.3 vidimo da su mogućnosti i veće, te da se dodatno međuusjevima i/ili naknadnim usjevima (postrno) planira obraditi 85 ha ili 14,0 % proizvodnih površina sustava navodnjavanja Oriovac.

Na temelju prikupljenih relevantnih podloga, u nastavku slijedi izračun potreba za vodom u različitim oborinskim uvjetima za SN Oriovac, a temeljem provedenih izračuna bilance vode u tlu. Zbroj svih nedostatnih količina vode u razdoblju vegetacije pojedine kulture, iskazanih u bilanci, predstavljat će potrebe za vodom, odnosno, ukupnu vodu koju je potrebno navodnjavanjem dodati uzgajanoj kulturi u razdoblju vegetacije.

### 3.6 POTREBE ZA VODOM U PLANIRANOJ PROIZVODNJI

Potrebe za vodom u planiranoj proizvodnji SN Oriovac određene su pomoću računalnog programa „Hidrokal“ (Izvorina metoda Palmer W.C., 1965, korigirana i kalibrirana prema Vidačeku Ž., 1981.) izračunavanjem vodne bilance tla. Računalni program zahtijeva sljedeće ulazne podatke: vodne konstante površinskog i podpovršinskog sloja tla, vrijednosti korisnih (efektivnih) oborina, prosječnu referentnu evapotranspiraciju i koeficijente usjeva za pojedine razvojne stadije uzgajanih kultura. Za potrebe izrade idejnog projekta SN Oriovac izračunate su potrebe za vodom s ažuriranim višegodišnjim nizovima relevantnih meteoroloških podataka.

#### 3.6.1 Relevantne podloge

Potrebni relevantni meteorološki podaci (količina oborina, srednje temperature zraka, relativna vlažnost zraka, brzina vjetra i insolacije) u izračunu potreba za vodom korišteni su s Glavne meteorološke postaje Slavonski Brod (najbliže naznačenom području) i to za razdoblje od 1976. do 2005. godine.

Vrijednosti korisnih oborina 25%, prosječnih i 75 %-tne vjerojatnosti za naznačeno područje i postaju Slavonski Brod, izračunat će se USBR (United States Bureau of Reclamation) metodom (Smith, M., 1992.). Na temelju brojnih iskustava pri projektiranju i eksploataciji hidromelioracijskih sustava, metoda USBR pokazala se vrlo pouzdanom (Tablica 3.6.1).

Tablica 3.6.1. Odnos stvarno registriranih oborina različite vjerojatnosti pojave i korisnih oborina za meteorološku postaju Slavonski Brod (1976.-2005.)

Mjesec	Oborine 25%-tne vjerojatnosti (mm)		Prosječne oborine (mm)		Oborine 75%-tne vjerojatnosti (mm)	
	stvarno	korisno	stvarno	korisno	stvarno	korisno
1.	69,0	61,4	53,9	49,3	31,5	29,9
2.	57,2	52,0	39,4	36,9	19,7	19,1
3.	57,9	52,5	48,8	45,0	40,6	38,0
4.	66,7	59,6	59,3	53,7	44,2	41,1
5.	89,5	76,7	68,6	61,1	37,0	34,8
6.	103,7	86,5	85,4	73,7	54,4	49,7
7.	105,5	87,7	80,7	70,3	46,3	42,9
8.	84,4	73,0	68,5	61,0	41,3	38,6
9.	90,6	77,5	69,7	61,9	45,9	42,5
10.	91,5	78,1	68,8	61,2	41,1	38,4
11.	115,6	94,2	70,5	62,5	36,9	34,7
12.	87,7	75,4	60,4	54,6	36,0	33,9
Godišnje	1019,3	874,6	774,0	691,2	474,9	443,6
U vegetaciji	540,4	461,0	432,2	381,7	269,1	249,6

Vjerojatnost količine i rasporeda oborina za meteorološku postaju Slavonski Brod i razdoblje od 30 godina (1976.-2005.) izračunata je prema formuli Hazen-a:

$$Fr = \left( \frac{n-0,5}{N} \right) * 100 \text{ (\%)}$$

Gdje je: n – redni broj,  
N – ukupan broj istraživanih godina i

Fr – vjerojatnost pojave oborina (%).

Izračunate korisne oborine podrazumijevaju veličinu od stvarno registriranih oborina koji koristi biljkama tijekom njihove vegetacije. Nadalje, to je i vrijednost koja se uvažava i direktno utječe na izračun potreba za vodom i navodnjavanjem.

Referentna evapotranspiracija (ET<sub>o</sub>) izračunata je prema metodi Penman – Monteith pomoću računalnog programa „Cropwat“. Program zahtijeva unošenje relevantnih klimatskih podataka, te geografske koordinate i nadmorsku visinu reprezentativne meteorološke postaje na istraživanom području. U osiguranju potreba poljoprivrednih kultura za vodom, uz raspoloživu količinu vode, referentna evapotranspiracija je temeljna vrijednost za izračun potrebne količine vode. U nastavku slijede prosječne vrijednosti referentne evapotranspiracije (Tablice 3.6.2).

Tablica 3.6.2. Prosječna vrijednosti referentne evapotranspiracije prema metodi Penman-Monteith i prosječnim vrijednostima naznačenih klimatskih elemenata meteorološke postaje Slavonski Brod (1976.-2005.)

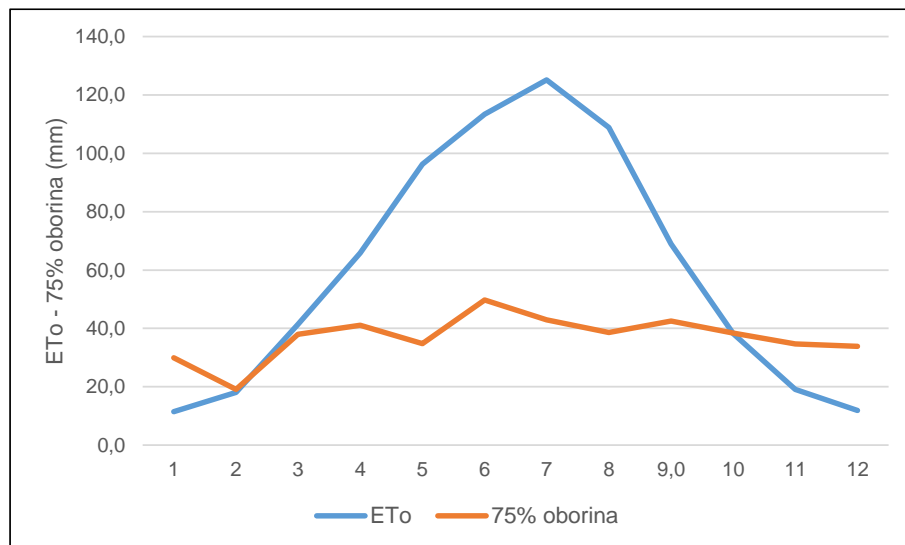
Referentna evapotranspiracija ET <sub>o</sub> prema Penman-Monteith					
Država: Hrvatska		Meteorološka postaja: Slavonski Brod		(30 godina)	
Nadmorska visina: 88 m		Geografske koordinate: širina 45,16 N.L. – duljina 18,0 E.L.			
Mjesec	Srednja temp. zraka (°C)	Relativna vlaga zraka (%)	Brzina vjetra (m/s)	Insolacija (sati/dan)	ET <sub>o</sub> (mm)
1.	-0,2	86	1,4	1,8	11,5
2.	1,4	80	1,5	2,8	18,1
3.	6,6	73	1,7	4,5	41,4
4.	11,0	71	1,7	5,5	65,8
5.	16,1	73	1,6	7,1	96,3
6.	19,6	74	1,5	8,1	113,5
7.	21,2	73	1,4	8,8	125,2
8.	20,7	74	1,3	8,2	108,9
9.	16,1	79	1,2	6,3	68,9
10.	11,2	82	1,2	4,4	38,2
11.	5,2	85	1,4	2,3	19,1
12.	1,0	88	1,4	1,6	11,8
Prosječno	10.8	78	1.4	5.13	59.9

Iz danih vrijednosti u tablici 3.6.2 na naznačenom području srednja godišnja temperatura zraka iznosi 10,8 °C, relativna vlaga zraka 78 %, brzina vjetra 1,4 m/s, a insolacija 5,13 sati/dan. Prosječna godišnja vrijednost ET<sub>o</sub> iznosi 718,6 mm, a maksimalne dnevne vrijednosti javljaju se u lipnju 3,78 mm/dan, srpnju 4,04 mm/dan i 3,51 mm/dan u kolovozu.

Prosječne vrijednosti referentne evapotranspiracije (ET<sub>o</sub>) i prosječno korisne (efektivne) oborine u tablici 3.6.1, ukazuju na manjak vode u razdoblju vegetacije biljaka. Prosječne vrijednosti ET<sub>o</sub> veće su tijekom cijelog vegetacijskog razdoblja od korisnih prosječnih oborina (ukupno 196,9 mm), a posebno od 6. do 8. mjeseca, s maksimalnim nedostatkom u srpnju kada nedostaje 54,9 mm vode.

Razlike su još izraženije kod vrijednosti pojave 75 % korisnih oborine (Tablica 3.6.1) i ukupno iznose 332,4 mm. Na istraživanom je području manjak vode prisutan u razdoblju od 4. – 9. mjeseca, a vrijednosti ET<sub>o</sub> su veće od korisnih oborina u 5. i 8., te posebno u mjesecu srpnju.

Temeljem provedene analize i relevantnih vrijednosti referentne evapotranspiracije (ET<sub>o</sub>) i oborina 75% vjerojatnosti pojave može se sagledati stvarni nedostatak, odnosno potreba za vodom i navodnjavanje kao nužna hidrotehnička mjera na istraživanom području SN Oriovac (Slika 3.6.1).



Slika 3.6.1. Usporedni prikaz referentne evapotranspiracije (ET<sub>o</sub>) i oborina 75% vjerojatnosti pojave „sušna godina“ (Slavonski Brod, 1976.-2005.)

Proračun potreba za vodom uzgajanih kultura izračunat je za prosječnu i 75%-tnu vjerojatnost količine i rasporeda oborina. Izračunavanje potrebe biljaka za vodom (evapotranspiracije uzgajanih kultura - ET<sub>k</sub>) slijedi iz referentne evapotranspiracije (ET<sub>o</sub>) i koeficijenata navodnjavane kulture (kc) u pojedinim stadijima razvoja:  $ET_k = ET_o \times kc$ .

Vegetaciju većine uzgajanih kultura za potrebe navodnjavanja opisujemo sa četiri razvojna stadija:

- I – početni (nicanje, klijanje, i formiranje 3-4 prava lista, odnosno stadij koji traje od nicanja do pokrivenosti tla oko 10%),
- II – razvojni (intenzivni porast biljke, do pokrivenosti tla 70-80%),
- III – središnji (cvjetanje i stvaranje ploda, traje do početka sazrijevanja) i
- IV – kasni stadij (faza sazrijevanja i berbe)

Da bi se tijekom vegetacije što točnije izrazila potreba biljaka za vodom, odnosno različitost potreba za vodom pojedinih kultura, uvode se odgovarajući koeficijenti kultura (kc) u pojedinim stadijima razvoja. Jedan od temeljnih elemenata koji dovodi do različitosti potreba za vodom u razdoblju od sjetve (sadnje) do sazrijevanja i berbe je pojedini razvojni stadij. Koeficijenti pojedinih kultura iz planirane strukture proizvodnje se temelje na podacima Doorenbrosa i Pruitta (1977.) prikazani u FAO publikaciji broj 24.

### 3.6.2 Bilanca vode u tlu

Izračunom vodne bilance tla u planiranoj proizvodnji projektiranog sustava navodnjavanja rezultirat će potrebama za vodom. Bilanca vode u tlu urađena je temeljem utvrđenih vrijednosti vodnih značajki tla u površinskom (0 - 10 cm) i podpovršinskom sloju tla (10 - 30 cm), vrijednosti korisnih prosječnih i oborina sušne godine, te referentne evapotranspiracije.

Bilance vode u tlu za SN Oriovac izračunate su na temelju unesenih slijedećih prosječne vrijednosti vodnih konstanti u sloju tla od 0 do 30 cm:

$$PK_v = 134,8 \text{ mm}$$

$$Z_1 = 11,3 \text{ mm (zaliha vode u površinskom sloju tla 0 - 10 cm)}$$

$$Z_2 = 22,6 \text{ mm (zaliha vode u donjem sloju tla 10 - 30 cm)}$$

$$T_v = 100,9 \text{ mm i}$$

$$FA_v = PK_v - T_v = 134,8 - 100,9 = 33,9 \text{ mm.}$$

### 3.6.3 Norma navodnjavanja

Potreba za vodom u uvjetima navodnjavanja slijedi temeljem provedenih izračuna bilance vode u tlu. Dakle, norma navodnjavanja nije ništa drugo nego iskaz izračuna bilance vode u tlu. Zbog velikog broja tablica bilanci i lakoće praćenja rezultata izračuna u daljem tijeku projekta, navode se nedostaci vode u SN Oriovac pri višegodišnjim prosječnim oborinama (Tablica 3.6.3) i nedostaci vode u planiranoj strukturi proizvodnje pri oborinama 75 % vjerojatnosti pojave (Tablice 3.6.4).

Tablica 3.6.3. Potreba uzgajanih kultura za vodom pri prosječnim količinama oborina u SN Oriovac

Struktura proizvodnje redovno/postvno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Norma neto (mm)	Norma bruto (mm)
<b>REDOVNA SJETVA</b>														
<b>Žitarice</b>														
Pšenica sjemenska	0,0	0,0	0,0	2,4	15,7	0,0				0,0	0,0	0,0	18,2	22,7
Pšenica merkatilna	0,0	0,0	0,0	2,4	15,7	0,0				0,0	0,0	0,0	18,2	22,7
Ječam, zob, triticale	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kukuruz sjemenski				0,0	0,0	11,0	41,9	0,0					52,9	66,1
Kukuruz merkatilni				0,0	0,0	13,6	48,1	8,7	0,0	0,0			70,4	88,0
<b>Industrijsko bilje</b>														
Soja					0,0	0,0	27,6	18,8	0,0				46,3	57,9
Suncokret					0,0	6,9	37,4	0,0	0,0				44,3	55,4
Konoplja				1,8	30,1	45,7	43,2	73,8	0,0				194,6	243,3
Bundeva, uljna					0,0	19,4	49,0	42,9	0,0				111,3	139,1
Uljana repica	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,5
<b>Krmno bilje</b>														
Kukuruz silažni				0,0	0,0	11,9	43,0	0,0	0,0				54,9	68,6
Djetelinsko travne smjese			0,0	0,0	5,3	17,4	29,1	27,1	0,0	0,0			79,0	98,7
<b>Povrće</b>														
Kupus, kelj					5,0	30,4	46,0	20,7	0,0				102,1	127,6
Grah					7,8	0,8	50,8	32,6					92,1	115,1
<b>Ljekovito bilje</b>														
Kamilica	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>POSTRNA SJETVA</b>														
Soja							4,2	37,1	0,0	0,0			41,3	51,6
Sirak silažni							0,0	12,0	0,0	0,0			12,0	15,0
Kukuruz silažni							4,2	27,6	0,0	0,0			31,8	39,7

- neto<sup>1</sup> - zbroj potreba za vodom u razdoblju vegetacije ( )
- bruto<sup>2</sup> – uvećane neto vrijednosti za iznos gubitaka (20%)

Tablica 3.6.4. Potreba uzgajanih kultura za vodom pri 75% vjerojatnosti pojave oborina u SN Oriovac

Struktura proizvodnje redovno/posttrno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Norma neto (mm)	Norma bruto (mm)
<b>REDOVNA SJETVA</b>														
<b>Žitarice</b>														
Pšenica sjemenska	0,0	0,0	0,0	17,2	37,5	0,0				0,0	0,0	0,0	54,6	68,3
Pšenica merkatilna	0,0	0,0	0,0	17,2	37,5	0,0				0,0	0,0	0,0	54,6	68,3
Ječam, zob, triticale	0,0	0,0	0,0	12,2	21,8	0,0				0,0	0,0	0,0	34,0	42,5
Kukuruz sjemenski				0,0	5,3	41,9	70,1	11,9					129,1	161,4
Kukuruz merkatilni				0,0	5,3	44,5	77,1	30,9	0,0	0,0			157,7	197,1
<b>Industrijsko bilje</b>														
Soja					5,1	27,0	58,9	42,0	13,6				146,5	183,1
Suncokret					11,1	39,2	66,6	21,2	0,0				138,2	172,7
Konoplja				0,0	5,3	40,1	70,8	66,7	18,2				201,1	251,4
Bundeva, uljna					17,8	46,4	79,4	68,0	12,4				224,1	280,1
Uljana repica	0,0	0,0	0,0	6,5	25,1	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0	31,6	39,5
<b>Krmno bilje</b>														
Kukuruz silažni				0,0	5,3	42,7	71,4	15,1	0,0				134,4	168,0
Djetelinsko travne smjese			0,0	0,0	34,5	39,3	57,1	67,0	31,3	8,5			237,6	297,0
<b>Povrće</b>														
Kupus, kelj					2,9	32,1	80,7	57,0	41,4				214,1	267,6
Grah					2,9	32,1	80,7	0,0					115,7	144,6
<b>Ljekovito bilje</b>														
Kamilica	0,0	0,0	0,0	5,1	6,5				0,0	0,0	0,0	0,0	11,6	14,5
<b>POSTRNA SJETVA</b>														
Soja							30,3	61,9	0,0	0,0			92,2	115,3
Sirak silažni							24,4	35,8	18,9	0,0			79,1	98,9
Kukuruz silažni							30,3	51,5	19,0	0,0			100,8	126,0

- neto<sup>1</sup> - zbroj potreba za vodom u razdoblju vegetacije (■)
- bruto<sup>2</sup> – uvećane neto vrijednosti za iznos gubitaka (20%)

Zbroj svih potrebnih količina vode u razdoblju navodnjavanja pojedine kulture predstavlja vrijednost neto norme navodnjavanja i pokazuje ukupnu vodu koju je potrebno navodnjavanjem dodati uzgajanoj kulturi u vegetacijskom razdoblju. Bruto vrijednost norme navodnjavanja predstavljaju uvećane neto iznose za gubitke vode koja se gubi u dovodu do polja, na uređajima i pri eksploataciji sustava navodnjavanja. Potreba izračuna bruto norme navodnjavanja proizlazi iz činjenice da je to ona količina vode koju je potrebno zahvatiti na izvorištu vode.

Na učinkovitost sustava navodnjavanja utječu mnogobrojni činitelji, od znanja, obučenosti i iskustva korisnika u poslu navodnjavanja, pa do navodnjavane kulture, pogodnosti tla, te veličine i oblika proizvodne površine. Kod izračunavanja bruto norme navodnjavanja relevantna je učinkovitost (djelotvornost) projektiranog sustava navodnjavanja, koja rezultira s obzirom na učinkovitost dovodenja vode do navodnjavane površine ( $U_{dv}$ ), razvođenja vode navodnjavanom površinom ( $U_{rv}$ ) i učinkovitosti razdiobe vode na navodnjavanoj površini ( $U_{rv}$ ). Prema danim indikativnim vrijednostima (Smith, 1989., cit. Stričević, R., 2000.) u projektiranju SN Oriovac slijedi da je projektna učinkovitost ( $U_p$ ) sustava navodnjavanja kišenjem 0,76 a sustava kapanja 0,81.

U izračunavanju bruto norme SN Oriovac, a uvažavajući gore navedeno, te imajući u vidu udio predviđenih načina navodnjavanja usvojeni su 20 %-tni gubici vode.

Iz bilanci vode u tlu sustava navodnjavanja Oriovac vidimo, bez obzira da li se radi o prosječnim (Tablica 3.6.3) ili količinama oborina 75 % vjerojatnosti pojave (Tablica 3.6.4), da najviše vode nedostaje djetelinski travnim smjesama, uljnoj bundevi i kupusnjačama, te konoplji. U sušnoj godini industrijskom bilju u redovnoj sjetvi nedostaje od 31,6 do 224,1, krmnom bilju 134,4 do 237,6 mm, povrću 115,7 do 214,1 mm, a različitim kulturama postrne sjetve od 79,1 do 100,8 mm vode.

### 3.7 OBROK I HIDROMODUL NAVODNJAVANJA

Obrok navodnjavanja se određuje na temelju vodnih konstanti tla i određenog kapaciteta tla da primi i zadrži lako pristupačnu vodu u sloju do dubine vlaženja. Nadalje, u doziranju vode navodnjavanjem kulturama je posebno važno pravilno odrediti trenutak početka navodnjavanja. U praksi se određuje na više načina, a u projektiranju sustava vrijeme zalijevanja je moguće odrediti izračunom turnusa navodnjavanja.

Drugi iznimno bitan element u projektiranju sustava navodnjavanja je hidromodul navodnjavanja. Izražava se u l/s/ha i predstavlja količinu vode koju je potrebno dovesti do navodnjavane površine.

#### 3.7.1 Obrok navodnjavanja

Količina vode koja se dodaje biljci jednim navodnjavanjem predstavlja obrok navodnjavanja, a dio je ukupnog nedostatka vode (norme navodnjavanja) tijekom vegetacijskog razdoblja. Obrokom navodnjavanja potrebno je navlažiti određenu dubinu tla u ovisnosti od karakteristika tla i dubine razvijenosti glavne mase sustava korijena navodnjavane biljke, odnosno održati optimalan iznos fiziološki aktivne vlage u području korijena biljaka.

Točno određen obrok navodnjavanja povećava učinkovitost rada, a u tome posebno štedi vodu i uloženu energiju. Za pravilno doziranje vode potrebno je poznavati dubinu korijena navodnjavanih kultura u pojedinom razvojnom stadiju. Za ovu namjenu obroci navodnjavanja izračunati su za tri skupine kultura - žitarice, industrijsko i krmno bilje te za povrtlarske kulture. U razmatranje su uzete dvije različite dubine. Prva dubina se odnosi na početni stadij razvoja, a druga dubina za sve ostale stadije razvoja (razvojna, središnja i kasna):

- 0,15 m - dubina vlaženja u početnom stadiju razvoja (žitarice, industrijsko i krmno bilje, te povrtlarske kulture),
- 0,25 m - dubina vlaženja u ostalim stadijima razvoja povrtlarskih kultura i
- 0,30 m - dubina vlaženja u ostalim stadijima razvoja žitarica, industrijskog i krmnog bilja.

Dodanim obrokom navodnjavanja tlo se vlaži do sadržaja poljskog kapaciteta tla za vodu (PKv). Optimalnu vlažnost navodnjavanog tla pri uzgoju kultura održavamo između navedene vrijednosti PKv (0,33 bara) i lentokapilarne vlažnosti tla (LKv-6,25 bara), odnosno u granicama lakopristupačne vode. Kad se trenutačna vlažnost tla spusti do vrijednosti lentokapilarne vlažnosti, pristupa se navodnjavanju. Obrok navodnjavanja izračunat je prema izrazu:

$$O_n = 10 \times d \times (PK_v - LK_v) \text{ (mm)}, \quad \text{gdje je:}$$

$O_n$  - obrok navodnjavanja u (mm),

$d$  - dubina vlaženja tla u (m),

PKv - poljski vodni kapacitet tla (do dubine vlaženja) u vol. %,

LKv - lentokapilarna vlažnost tla (do dubine vlaženja) u vol. %

U nastavku slijedi izračun obroka u naznačenim stadijima navodnjavanja kultura u SN Oriovac (Tablica 3.7.1).

Tablica 3.7.1. Obrok navodnjavanja u sustavu navodnjavanja Oriovac

Vodne konstante tla		Obrok navodnjavanja (mm) prema stadiju razvoja i dubini vlaženja		
PKv (% vol.)	LKv (% vol.)	Početni stadij 0,15 m	Razvojni - razno povrće 0,25 m	Razvojni - žitarice, ind. i krmno bilje 0,30 m
44,9	37,5	11,2	18,6	22,3

S obzirom na uobičajene vrijednosti obroka u sustavima navodnjavanja, naznačene vrijednosti u SN Oriovac (Tablica 3.7.1) su male zbog loših karakteristika tla. Naime, značajno je povećan sadržaj gline (na svim dubinama vlaženja uzgajanih kultura) koji je rezultirao i velikom točkom venuća (Tv) koja iznosi značajnih 100,9 mm, pri čemu se voda veže za čestice gline silama koje su veće od usisne sile korijena biljaka.

Navodnjavanjem poboljšavamo biljnu proizvodnju zahvaljujući održavanju optimalnih vodozračnih odnosa u tlu, te je potrebno obrokom dodati vodu u ispravno određenom trenutku početka navodnjavanja. U praksi se trenutak početka navodnjavanja može odrediti na nekoliko načina, a u projektiranju se trenutak početka navodnjavanja određuje pomoću turnusa navodnjavanja, odnosno obroka navodnjavanja i dnevnog utroška vode.

### 3.7.2 Hidromodul navodnjavanja

Hidromodul navodnjavanja značajan je element u projektiranju sustava navodnjavanja. Razlikujemo neto, radni i projektni hidromodul. Neto hidromodul 24 h podrazumijeva 24-satno kontinuirano navodnjavanje a izračuna se iz slijedeće formule:

$$H_{neto} = \frac{M_v}{31 \cdot 86400} (l/s/ha)$$

$H_{neto}$  – neto hidromodul (l/s/ha)

$M_v$  – manjak vode (l/ha)

U navodnjavanju poljoprivrednog zemljišta na području SN Oriovac radni hidromodul se izračunava za usvojeno radno vrijeme navodnjavanja od 16 sati i računa količina vode koja se tijekom 16 sati dnevno dovodi na jedinicu površine. Radni hidromodul računamo prema formuli:

$$H_r = \frac{M_v}{31 \cdot t \cdot 3600} (l/s/ha)$$

$H_r$  – radni hidromodul (l/s/ha)

$t$  – radno vrijeme navodnjavanja ( $t = 16$  sati)

Izračun radnog hidromodula temelji se na bilancama iskazanom manjku vode kultura redovne i postrne sjetve. U izračun se uzimaju vrijednosti 7 mjeseca kao najzahtjevnijeg

mjeseca u vegetacijskom razdoblju i to: najvećih mjesečnih potreba kultura iz redovne sjetve i iskazanih potreba vode u srpnju (početni stadij) postrnih usjeva.

Navedenom metodikom izračunat je neto (24 h), radni (16 h) i bruto radni hidromodul svake navodnjavane kulture. Uvažavajući površinsku zastupljenost kultura iz planirane strukture proizvodnje i njihove pripadajuće hidromodule, ponderiranom aritmetičkom sredinom izračunat je projektni hidromodul (Tablica 3.7.2).

Tablica 3.7.2. Projektni radni hidromodul navodnjavanja pri 75% vjerojatnosti pojave oborina i manjka vode u 7. mjesecu za SN Oriovac

Struktura proizvodnje redovno/postmo	Za mjesec najveće potrošnje - 7 mjesec				
	Manjak vode	Neto hidromodul 24h	Radni hidromodul 16h	Bruto hidromodul 16h, 20%	Površina pod kulturom
	(mm)	(l/s/ha)	(l/s/ha)	(l/s/ha)	(ha)
<b>REDOVNA SJETVA</b>					
<b>Žitarice</b>					
Pšenica sjemenska	0	0,000	0,000	0,000	0
Pšenica merkatilna	0	0,000	0,000	0,000	0
Ječam, zob, triticales	0	0,000	0,000	0,000	0
Kukuruz sjemenski	70	0,262	0,393	0,491	25
Kukuruz merkatilni	77	0,288	0,432	0,540	63
<b>Industrijsko bilje</b>					
Soja	59	0,220	0,330	0,412	50
Suncokret	0	0,000	0,000	0,000	25
Konoplja	71	0,264	0,397	0,496	20
Bundeva, uljna	79	0,297	0,445	0,556	25
Uljana repica	0	0,000	0,000	0,000	0
<b>Krmno bilje</b>					
Kukuruz silažni	71	0,266	0,400	0,499	30
Djetelinsko travne smjese	57	0,213	0,320	0,399	20
<b>Povrće</b>					
Kupus, kelj	81	0,301	0,452	0,565	15
Grah	81	0,301	0,452	0,565	15
<b>Ljekovito bilje</b>					
Kamilica	0	0,000	0,000	0,000	0
<b>POSTRNA SJETVA</b>					
Soja	30	0,113	0,170	0,212	20
Sirak silažni	24	0,091	0,137	0,171	30
Kukuruz silažni	30	0,113	0,170	0,212	35
<b>UKUPNO - SN ORIOVAC, 608 ha</b>		<b>0,129</b>	<b>0,194</b>	<b>0,242</b>	<b>61%</b>

Bez obzira na iskazani nedostatak vode, kako u prosječnoj tako i u sušnoj godini, suncokret se ne navodnjava zbog niske isplativosti i ne pokrivanja troškova navodnjavanja.

Uvažavajući strukturu proizvodnje i udjel pojedine kulture, dodavanje neizostavnih gubitaka vode (na vodozahvatu, u dovođenju do polja, načinu rada) bruto hidromodul uvećan je za

20 % (Tablica 3.7.2). U sedmom mjesecu redovna sjetva nalazi se na 288 ha, a postrna sjetva na 85 ha, dakle ukupno 373 ha što je 61 % ukupne neto površine SN Oriovac.

Iz navedenog proizlazi da pripadajući projektni hidromodul SN Oriovac iznosi **0,242 l/s/ha**.

### 3.8 REDUKCIJA PRINOSA U UVJETIMA BEZ NAVODNJAVANJE

Reakcija usjeva na manjak vode i određeno smanjenje prinosa (kada je voda jedino ograničenje očekivane produkcije visokih i stabilnih prinosa) može se izračunati prema sljedećoj jednadžbi (*Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage paper no. 33.*):

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_c}\right), \quad \text{gdje je:}$$

Ya – stvarni ili postignuti prinos,  
Ym – maksimalno mogući prinos,  
ky – koeficijent reakcije prinosa,  
Eta – aktualna ili stvarna evapotranspiracija i  
Etc – evapotranspiracija kulture.

Temeljem dane jednadžbe u tablici 3.8.1 slijede vrijednosti reakcije usjeva na manjak vode u primjeru prosječnih i oborina 75 % vjerojatnosti pojave na području SN Oriovac.

Tablica 3.8.1. Redukcija prinosa pri oborinama različite vjerojatnosti pojave u okviru područja SN Oriovac

Struktura proizvodnje redovno/postrno	Redukcija prinosa pri oborinama vjerojatnosti	
	prosječne	75%
<b>REDOVNA SJETVA</b>		
<b>Žitarice</b>		
Pšenica sjemenska	4,3	15,6
Pšenica merkantilna	3,5	15,1
Ječam, zob, tritcale	2,6	14,6
Kukuruz sjemenski	25,3	47,4
Kukuruz merkantilni	23,4	46,5
<b>Industrijsko bilje</b>		
Soja	12,2	35,1
Suncokret	12,0	39,2
Konoplja	22,4	37,1
Bundeva, uljna	26,1	43,1
Uljana repica	4,6	20,2
<b>Krmno bilje</b>		
Kukuruz silažni	18,4	39,7
Djetelinski travne smjese	16,1	40,2
<b>Povrće</b>		
Kupus, kelj	25,1	51,1
Grah	24,2	49,7
<b>POSTRNA SJETVA</b>		
Soja	17,8	39,8
Sirak silažni	11,2	37,8
Kukuruz silažni	16,0	38,2

Do značajnije redukcije prinosa uzgajanih kultura dolazi u prosječnoj i posebno u sušnoj godini. Na istraživanom području godišnja vrijednost srednje referentne evapotranspiracije (ET<sub>o</sub>) iznosi 718,6 mm, a suma korisnih srednjih mjesečnih oborina 691,2 mm. No, suma korisnih godišnjih oborina 75 % vjerojatnosti pojave (sušna godina) iznose samo 443,5 mm. Pored navedenog, loša distribucija oborina dovodi do sušnih uvjeta u vegetacijskom dijelu godine i dolazimo do zaključka da su aktivnosti koje se ulažu u osiguranje potrebnih količina vode i budući sustav navodnjavanja opravdani. U primjeru sušne godine reakcija usjeva na nedostatke vode poprima još značajnije vrijednosti (Tablica 3.9.1). Najveću redukciju prinosa pokazuju kupus, kelj, grah, te sjemenski i merkantilni kukuruz. Kod povrća u redovnoj sjetvi/sadnji redukcija prinosa kreće se u rasponu od 49,7 % kod graha do maksimalno 51,1 % u uzgoju kupusa i kelja.

Pri nedostatku raspoložive vode u tlu biljka usporava rast i razvoj. Nedostatak vode naročito je štetan u „kritičnim razdobljima“ biljke za vodu. Ova razdoblja mogu biti dulja ili kraća, javljaju se u različitim fazama razvoja pojedinih biljaka. Kod jednogodišnjih biljaka kritično je razdoblje vezano za formiranje reproduktivnih organa, dok je kod višegodišnjih biljaka kritično razdoblje u vrijeme najvećeg stvaranja biljne mase i reproduktivnoj fazi.

### 3.9 KVALITETA VODE ZA NAVODNJAVANJE

Jedan od neizostavnih čimbenika u poslu navodnjavanja su raspoloživi izvori vode i njena kvaliteta. U predinvesticijskoj studiji SN Jasinje se navodi da su osnovni resursi voda za planirana navodnjavanja na području Brodsko-posavske županije rijeka Sava, brdske akumulacije i retencije (nakon što se izvrši prenamjena u akumulacije) i ostali vodotoci i podzemne vode. Analizirajući sve navedene vodne izvore u okviru naznačenog projektnog područja ističe se rijeka Sava kao jedino optimalno i realno rješenje.

Kvaliteta vode se prikazuje i ocjenjuje u izrazu: saliniteta (zaslanjivanja), brzine infiltracije, toksičnosti pojedinih iona, sadržaja dušika, reakcije pH i sadržaja suspendiranih čestica. U monitoringu površinskih voda koji provode Hrvatske vode osnovni fizikalno-kemijski pokazatelji (temperatura vode, pH, električna vodljivost, režim kisika i hranjive soli) ispituju se jednom mjesečno dok se biološki elementi kakvoće voda ispituju jednom godišnje odnosno jednom u tri godine ovisno o mjernoj postaji.

#### 3.9.1 Zakonska regulativa u ocjeni kvaliteta voda

U pravcu zaštite voda, te pravilnom gospodarenju raspoloživim i stvaranju novih vodnih resursa, provodi se kontrola stanja vodnih resursa u Hrvatskoj. Značajan znanstveno-istraživački rad, donesena zakonska regulativa kao i veliki broj mjernih postaja kakvoće površinskih i podzemnih voda (i mora) u Republici Hrvatskoj ukazuje na ozbiljnost kojom se pristupa zaštiti voda od onečišćenja i zagađenja. Kontrola se kontinuirano obavlja od početka sedamdesetih godina dvadesetog stoljeća. Na temelju navedenih kontrola izrađen je *Program nacionalnog monitoringa kakvoće voda*, koji je obuhvatio ispitivanja kakvoće voda na mjernim postajama na površinskim vodama, podzemnim vodama grada Zagreba, te mjernim postajama obalnog mora koje je pod utjecajem zagađenja s kopna. *Državnim planom za zaštitu voda 1999.* godine utvrđena je kategorizacija voda za državne vode kojom su vodotoci, dijelovi vodotoka i druge vode, te dijelovi mora pod utjecajem onečišćenja s kopna, razvrstavaju u skupine za koje se utvrđuje kategorija vode. Navedena kategorija vode mora zadovoljavati propisane uvjete za određenu vrstu vode, polazeći od mjerila *Uredbe o klasifikaciji voda (NN 77/98)*. Klasifikacija voda se vrši u pet vrsta, od I. do

V., na temelju uspoređivanja izračunate mjerodavne vrijednosti pojedinih pokazatelja i dopuštene granične vrijednosti pokazatelja. Obvezne pokazatelje za ocjenu opće ekološke funkcije voda čine fizikalno kemijski pokazatelji, režim kisika, hranjive tvari i biološki pokazatelji. Zajedno s obveznim su i metali, organski spojevi i radioaktivnost koji čine širu ocjenu opće ekološke funkcije voda i utvrđivanja uvjeta korištenja voda za određene namjene.

Prema *Zakonu o vodama (NN 153/09)*, stanje površinskih voda definira se na temelju ekološkog i kemijskog stanja, ovisno od toga koje je lošije. Prema zadnjem propisu o standardu kakvoće voda, na temelju članka 41. stavka 1. Zakona o vodama (NN 153/09), Vlada RH utvrđuje stanje svih voda (rijeka, jezera, prijelaznih i priobalnih, te podzemnih voda) i donosi *Uredbu o standardu kakvoće voda (NN 89/10)*. Ekološko stanje površinskih voda utvrđuje se biološkim, hidromorfološkim i kemijskim i fizikalno-kemijskim elementima koji prate biološke elemente. S druge strane, kemijsko stanje površinskih voda utvrđuje se u odnosu na prioritete i druge onečišćujuće tvari. Klasifikacija stanja tijela površinske vode predstavlja se najnižom od vrijednosti rezultata klasifikacije ekološkog stanja, kemijskog stanja u odnosu na listu specifičnih tvari i kemijskog stanja u odnosu na listu prioriteta tvari.

Navedenom Uredbom (NN 89/10) po prvi put se pri ocjenjivanju stanja površinskih voda uvodi metodologija tip – specifične klasifikacije bioloških, fizikalno-kemijskih i hidromorfoloških elemenata kakvoće u površinskim vodama. Navedeno predstavlja vrlo zahtjevan znanstveni rad i odgovarajuće razdoblje za njegovu uspostavu. U svrhu razvoja metodologije ocjene stanja voda, Hrvatske vode inicirale su određene znanstveno-istraživačke projekte kojima će se prikupiti potrebni podatci za određivanje granica klasa tip – specifičnih pokazatelja bioloških, fizikalno-kemijskih i hidromorfoloških elemenata kakvoće vode.

Ocjena kvalitete vode rijeke Save za potrebe projektiranja SN Oriovac biće određena prema preporukama agencije FAO (Izvor: Ayers and Westcot, 1985. i Pescod, 1992.) i temeljena na analizi i u izrazu: saliniteta, brzine infiltracije, toksičnosti pojedinih iona, sadržaja dušika, reakcije pH i sadržaja suspendiranih čestica.

### 3.9.2 Preporuke i relevantni elementi u ocjeni kvaliteta vode

Kao što je već i naglašeno, ocjena kvalitete vode se provodi prema preporučenim FAO standardima i prema raspoloživim pokazateljima: fizikalno-kemijski pokazatelji, režim kisika, sadržaj hranjivih tvari, metala, organskih spojeva i specifičnih iona.

Na temelju višegodišnjih istraživanja utjecaja različite kvalitete vode utvrđene su kategorije ograničenja upotrebljivosti vode s obzirom na utjecaj na urod biljaka i promjene u tlu. S obzirom na veći broj klasifikacija ocjene kvalitete vode, najčešće korišteni kriteriji povezani su s problemima *zaslanjivanja, alkaliteta i toksičnosti pojedinih iona*. Preporuke o procjeni primjene vode za navodnjavanje, koje se temelje na gore spomenutim parametrima, sadržane su u naznačenim publikacijama i prikazane su u tablicama 3.9.1, 3.9.2 i 3.9.3.

Po tim uputama voda za navodnjavanje svrstava se u jednu od navedenih triju kategorija, odnosno: bez ograničenja, slabo do umjereno, te strogo ograničena za primjenu. Pri upotrebi prve kategorije, uz uobičajeni način gospodarenja, nema nikakve opasnosti od pojave bilo kakvih problema u tlu i usjevima. Ako se želi navodnjavati vodama druge kategorije, može se postići uspjeh uroda jedino uz uvjet brižljivog izbora kultura i primjenom posebnih mjera gospodarenja. Korištenje voda treće kategorije izazvati će ozbiljne probleme u tlu i/ili na biljci, te izostanak ili znatno smanjenje uroda.

Tablica 3.9.1. Preporuke za interpretaciju kvalitete vode za navodnjavanje  
(Izvor: Ayers and Westcot – FAO, 1985.)

Potencijalni problem za navodnjavanje	Jedinica mjere	Kategorija ograničenja upotrebljivosti vode		
		Bez ograničenja I kat.	Slabo do umjereno II kat.	Izrazito ograničena III kat.
Zaslanjivanje (utječe na raspoloživost vode biljkama)				
Elektrovodljivost (EC <sub>w</sub> )	dS/m	< 0,7	0,7 – 3	> 3,0
Ukupno otopljene soli	mg/l	< 450	450 - 2000	> 2000
Infiltracija (ocjena brzine upijanja vode u tlo, na temelju vrijednosti SAR i EC <sub>w</sub> )				
SAR = 0 - 3      i    EC <sub>w</sub> =		> 0,7	0,7 - 0,2	< 0,2
SAR = 3 - 6      i    EC <sub>w</sub> =		> 1,2	1,2 - 0,3	< 0,3
SAR = 6 - 12    i    EC <sub>w</sub> =		> 1,9	1,9 - 0,5	< 0,5
SAR = 12 - 20   i    EC <sub>w</sub> =		> 2,9	2,9 - 1,3	< 1,3
SAR = 20 - 40   i    EC <sub>w</sub> =		> 5,0	5,0 - 2,9	< 2,9
Toksičnost pojedinih iona				
Natrij (Na)				
Površinsko navodnjavanje	SAR	< 3	3 - 9	> 9
Navodnjavanje iz zraka	me/l	< 3	> 3	-
Klor (Cl)				
Površinsko navodnjavanje	me/l	4	4 - 10	> 10
Navodnjavanje iz zraka	me/l	< 3	> 3	-
Bor (B)	me/l	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0
Ostalo				
Dušik (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	< 5,0	5,0 - 30,0	> 30,0
Bikarbonati (HCO <sub>3</sub> ) – samo pri kišenju iznad krošnje	mg/l	< 1,5	1,5 - 8,5	> 8,5
pH		Uobičajena vrijednost 6,5 - 8,4		

Vrijednosti pojedinih ograničenja navedenih u tablici 3.9.1 treba shvatiti kao pomagalo korisnicima da bolje shvate utjecaj kvalitete vode na tlo i planirane, odnosno očekivane prinose poljoprivrednih usjeva. Za svaki značajniji zahvat navodnjavanja trebati će izraditi potrebne analize i preporučena ograničenja provjeriti na pokusnim poljima ili potvrditi

praksom. Preporučene kemijske analize vode nužne za procjenu kvalitete vode za navodnjavanje slijede u tablici 3.9.2.

Tablica 3.9.2. Kemijski parametri u procjeni kvalitete vode za navodnjavanje  
(Izvor: Ayers and Westcot – FAO, 1985.)

	Simbol	Jedinica mjere	Uobičajena vrijednost
<b>Zaslanjivanje</b>			
<b>Sadržaj soli</b>			
Električna vodljivost	EC <sub>w</sub>	dS/m	0 - 3
Ukupno otopljene soli	OSU	mg/l	0 - 2000
<b>Kationi i anion</b>			
Kalcij	Ca <sup>+2</sup>	me/l	0 - 20
Magnezij	Mg <sup>+2</sup>	me/l	0 - 5
Natrij	Na <sup>+</sup>	me/l	0 - 40
Karbonati	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	me/l	0 - 0,1
Bikarbonati	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	me/l	0 - 10
Kloridi	Cl <sup>-</sup>	me/l	0 - 30
Sulfati	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	me/l	0 - 20
<b>Hranjiva</b>			
Dušik-nitratni oblik	NO <sub>3</sub> -N	mg/l	0 - 10
Dušik-amonijačni oblik	NH <sub>4</sub> -N	mg/l	0 - 5
Fosfor	PO <sub>4</sub> -P	mg/l	0 - 2
Kalij	K	mg/l	0 - 2
<b>Ostalo</b>			
Bor	B	mg/l	0 - 2
Reakcija	pH		6,0 - 8,5
Omjer adsorbiranog natrija	SAR	me/l	0 - 15

Naznačene kemijske analize vode za navodnjavanje nužno je provesti da bi se predvidjeli i spriječili mogući problemi, a prema određenoj kvaliteti utvrđuju se potrebne i moguće mjere gospodarenja.

Vode koje se koriste za navodnjavanje mogu sadržavati i mikro elemente, što za slučaj da ih biljka apsorbira u količini većoj od njene metaboličke potrebe, može predstavljati opasnost i za životinje i za ljude. Tablica 3.9.3 sadrži preporuku (FAO, Pescod, 1992.) najveće dozvoljene koncentracije mikro elemenata u vodi za navodnjavanje.

Tablica 3.9.3. Preporuka najveće dopustive koncentracije mikroelemenata u vodi za navodnjavanje

Element	Najveća preporučljiva koncentracija <sup>1</sup> (mg/l)	Opaska
Al	5,0	Može izazvati neplodnost kiselih tala (pH < 5,5), ali znatno alkalna tla, pH > 7,0, istaložit će ion i eliminirati toksičnost.
As	0,10	Toksičnost za bilje znatno varira, od 12 mg/l za Sudan - travu do ispod 0,05 mg/l za rižu.
Be	0,10	Toksičnost za bilje znatno varira, od 5 mg/l za kelj do ispod 0,5 mg/l za niski grah.
Cd	0,01	Toksičan za grah, repu i korabu u koncentraciji od 0,1 mg/l u hranjivom rastvoru. Preporučene su strožije granice zbog mogućnosti akumulacije u tlu i bilju u koncentraciji koja može biti štetna ljudima.
Co	0,05	Toksičan biljkama rajčice u koncentraciji od 0,1 mg/l u rastvoru. Teži neaktivnosti u neutralnom i alkalnom tlu.
Cr	0,10	Općenito nije priznat kao bitan element razvoja. Preporučene su stroge granice jer nije poznat njegov toksičan utjecaj na bilje.
Cu	0,20	Toksičan je stanovitom broju biljaka u koncentraciji od 0,1 do 1,0 mg/l u hranjivom rastvoru.
F	1,0	Nije aktivan u neutralnom i alkalnom tlu.
Fe	5,0	Nije toksičan za bilje u prozračnim tlima, ali može pridonijeti zakiseljivanju tala i gubitku potrebne količine fosfora i molibdena. Kišenje iznad krošnje može izazvati ružne taložine na bilju, opremi i zgradama.
Li	2,5	Podnošljiv za većinu usjeva sve do 5 mg/l. Pokretljiv je u tlu. Otrovan je za agrume u niskoj koncentraciji (< 0,075 mg/l). Djeluje slično kao bor.
Mn	0,20	Toksičan jednom broju usjeva pri nekoliko desetinki do nekoliko mg/l, ali obično samo u kiselim tlima.
Mo	0,01	Nije toksičan za bilje pri normalnoj koncentraciji u tlu i vodi. Može biti toksičan za stoku ako se krma uzgaja na tlima s visokom koncentracijom raspoloživog molibdena.
Ni	0,20	Toksičan je jednom broju biljaka pri 0,5 mg/l do 1 mg/l. Otrovnost se smanjuje kod neutralnih ili bazičnih tala.
Pb	5,0	Može spriječiti rast biljnih stanica pri jako visokoj koncentraciji.
Se	0,02	Toksičan je za bilje već pri koncentracijama od samo 0,025 mg/l i otrovan za stoku ako je krma rasla na tlima s relativno visokim postotkom dodanog selena. Element bitan za razvoj životinja, ali u vcoma niskoj koncentraciji.
Sn		-
Ti		Bilje ga praktično ne upotrebljava. Djelovanje nepoznato.
W		-
V	0,01	Toksičan za većinu biljaka pri niskoj koncentraciji.
Zn	2,0	Toksičan za većinu biljaka u širokom rasponu koncentracije; toksičnost se smanjuje pri pH > 6,0 i u tlima fine teksture ili organskog sastava.

<sup>1</sup> Maksimalna koncentracija temelji se na dugoročnom natapanju visoke norme (10000 m<sup>3</sup>/ha/god). Ako ta norma bitno odstupa od navedene, dopustivu koncentraciju treba adekvatno povišiti, odnosno sniziti.

### 3.9.3 Kvaliteta vode rijeke Save

Stanje kakvoće vode rijeke Save iznosi se na temelju izmjerenih vrijednosti u desetogodišnjem razdoblju (19.01.2010. do 11.11.2015. godine) na vodomjernoj stanici 10007 Sava – nizvodno od utoka Orljave – Slavonski Kobaš koja je najbliža istraživanom području i u okviru *Programa nacionalnog monitoringa kakvoće voda* kojeg provode Hrvatske vode.

Kao što je već i naglašeno, ocjena kvalitete vode se provodi prema preporučenim FAO standardima i prema raspoloživim pokazateljima: fizikalno-kemijski, hranjive tvari, sadržaju metala, organskih spojeva i specifičnih iona.

U nastavku, temeljem raspoloživih statističkih vrijednosti niza od 2010. do 2015. godine, slijedi analiza kvalitete vode rijeke Save za potrebe projektiranja SN Oriovac, temeljem, projektnim zadatkom zahtijevanih fizikalnih i kemijskih pokazatelja, te hranjivih i štetnih tvari u vodi za navodnjavanje.

#### 3.9.3.1 Fizikalni pokazatelji kvalitete vode za navodnjavanje

Jedna od važnijih fizikalnih značajki vode za navodnjavanje je temperatura vode. Kako hladna tako i topla voda može izazvati temperaturne šokove biljke, pogotovo na mlađem bilju. Niska temperatura utječe na nepovoljan razvoj biljaka, kao i na mikrobiološke procese u tlu i na hranidbu biljaka (Tomić, F., 1988.).

Temperatura vode za navodnjavanje ovisi o njenom podrijetlu i o putu što ga prođe prije nego što stigne do navodnjavane površine. Ljeti su najhladnije podzemne vode, a najtoplije površinske, a zimi je obrnuto. Temperatura se ljeti može podignuti uskladištenjem u bazenima i akumulacijama, te dužinom protjecanja u kanalima.

Općenito se smatra da je za većinu usjeva u vegetacijskom razdoblju najpovoljnija temperatura vode za navodnjavanje oko 25°C. Pored same temperature vode vrlo je važan i odnos topline biljke i topline vode. Smatra se da razlika ne bi smjela biti veća od 10°C. Osjetljivost na temperaturu ovisi i o navodnjavanoj kulturi, stadiju razvoja i načinu navodnjavanja. Površinske vode u pravilu su uvijek pogodnije (toplije) od podzemnih, koje se moraju temperirati prije kontakta s biljkom. U tablici 3.9.4 slijede granične i srednje godišnje vrijednosti temperature vode rijeke Save u analiziranom razdoblju.

Tablica 3.9.4. Vrijednosti temperature rijeke Save na mjernoj postaji  
Slavonski Kobaš  
(Izvor: Hrvatske vode, Sektor zaštite voda, 2016.)

Temperatura vode ( °C) rijeke Save – Sl. Kobaš (2010.-2015.)		
Max	Min	Srednja vrijednost
29,9	2,3	15,6

Na temelju raspoloživih statističkih vrijednosti (Tablica 3.9.4) temperature vode rijeke Save na mjernoj postaji Slavonski Kobaš iznosi 15,6 °C, maksimalno 29,9 i minimalno 2,3. Naznačenim vrijednostima temperature vode voda rijeke Save nema ograničenja primjene.

Drugi bitan fizikalni parametar vode je količina suspendiranih čestica, a posebno sa aspekta utjecaja suspendirane tvari (pijesak, prah i mulj) na crpne stanice i uređaje za navodnjavanje, te nema direktnog utjecaja na rast usjeva i na tlo. To se posebno odnosi na

vodu koja se koristi za sustave navodnjavanja kišenjem i lokaliziranog navodnjavanja, gdje prekomjerna količina čestica dovodi do oštećenja i začepljenja pojedinih dijelova sustava. Slijedi prikaz graničnih i srednjih godišnjih vrijednosti količine suspendiranih tvari rijeke Save na mjernoj postaji Slavonski Kobaš (Tablica 3.9.5).

Tablica 3.9.5. Vrijednosti količine suspendiranih tvari rijeke Save na mjernoj postaji Slavonski Kobaš  
(Izvor: Hrvatske vode, Sektor zaštite voda, 2016.)

Količina suspendiranih tvari (mg/l) u vodi rijeke Save – Sl. Kobaš (2010.-2015.)		
Max	Min	Srednja vrijednost
146	2	19,6

U analiziranom višegodišnjem nizu od 2010. do 2015. godine količina ukupno suspendiranih tvari u vodi rijeke Save iznosi prosječno 19,6 mg/l (maksimalno 146 mg/l a minimalna pojava svega 2 mg/l) te ih kod izbora oprema, elemenata i korištenja sustava navodnjavanja treba uvažiti.

Nepoželjne su čestice od 0,10 do 0,15 mm jer se lako talože u elementima sustava navodnjavanja za dovod i raspodjelu vode. Zbog čestih začepljenja na kapaljkama sustava „kap po kap“, količina čestica utječe na nemogućnost korištenja ovog sustava navodnjavanja. U praksi navodnjavanja uobičajeni je način uklanjanja suspendirane tvari taloženjem, a kad to nije dovoljno (sustav kapanja) koriste se razni filtri.

### 3.9.3.2 Kemijski pokazatelji kvalitete vode za navodnjavanje

Pojedine skupine kemijskih pokazatelja kvalitete vode za navodnjavanje slijede u tablicama 3.9.6, 3.9.7 i 3.9.8).

Tablica 3.9.6. Prosječne vrijednosti kemijskih pokazatelja rijeke Save na vodomjernoj postaji Sl. Kobaš (2010.- 2015.)  
(Izvor: Hrvatske vode, Sektor zaštite voda, 2016.)

Kemijski pokazatelj	Jedinica mjere	Prosječna vrijednost
Reakcija - pH		8,0
Električna vodljivost	( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	411,0
Alkalitet m-vrijednost	$\text{mgCaCO}_3/\text{l}$	193,8

Analizirajući vodu rijeke Save kao izvora vode za navodnjavanje proizvodnih poljoprivrednih površina na području SN Oriovac može se konstatirati da prema prosječnim vrijednostima naznačenog višegodišnjeg niza s prosječnom vrijednošću EC od 411  $\mu\text{S}/\text{cm}$  voda rijeke Sava ukazuje da nema opasnosti od zaslanjivanja tla i nikakvog ograničenja primjene vode.

Prosječna vrijednost pH vode rijeke Save u razmatranom razdoblju od 2010. do 2015.godine od 8,0 vodu rijeke Save svrstava u granice (6,5 - 8,4) uobičajenih vrijednosti vode za navodnjavanje.

U tablici 3.9.7 slijede i uprosječene vrijednosti natrija (Na), kalcija (Ca) i magnezija (Mg), kao neizostavnih parametara u procjeni kakvoće vode za navodnjavanje. Navedene prosječne vrijednosti rezultirale su iz izvršenih mjerenja tijekom 2010. i 2015. godine.

Tablica 3.9.7. Prosječne vrijednosti Na, Ca i Mg u vodi rijeke Save na profilu kod Slavonskog Kobaša  
(Izvor: Hrvatske vode, Sektor zaštite voda, 2016.)

Ioni	Jedinica mjere	Prosječna vrijednost
Natrij	mg Na/l	5,953
Kalcij	mg Ca/l	63,882
Magnezij	mg Mg/l	11,823

Srednja vrijednost koncentracije natrija Na<sup>+</sup> iznosi 5,953 mg/l, a uz gotovo deset puta više kalcija 63,882 mg/l i 11,823 mg/l magnezija, te uz nisku SAR vrijednost 0,18 meq/l neće doći do alkalizacije tla, odnosno voda rijeke Save neće imati utjecaj na smanjenje vrijednosti infiltracije tla. SAR vrijednost predstavlja relativni odnos Na<sup>+</sup> prema Ca<sup>2+</sup> i Mg<sup>2+</sup> u vodi za navodnjavanje, a izračunava se slijedećim obrascem:

$$SAR = \frac{Na^{+} meq/l}{\sqrt{\frac{Ca^{++} meq/l + Mg^{++} meq/l}{2}}} = 0,18 meq/l$$

Kako je koncentracija za biljke potencijalno toksičnog natrija Na<sup>+</sup> daleko ispod granica ograničenja (do 70 mg/l nema ograničenja upotrebljivosti) neće imati negativan utjecaj na rast i razvoj navodnjavanih biljaka.

Voda rijeke Save zadovoljava i po koncentraciji teških metala i udovoljava preporukama najveće dopustive koncentracije mikroelemenata u vodi za navodnjavanje (Tablica 3.9.8).

Tablica 3.9.8. Srednje vrijednosti koncentracije metala u vodi rijeke Save na mjernoj postaji kod Slavonskog Kobaša  
(Izvor: Hrvatske vode, Sektor zaštite voda, 2016.)

Metali	Jedinica mjere	Prosječna vrijednost (µg/l)	Najveća preporučena koncentracija (mg/l)
Bakar	(µgCu/l)	0,964	0,2
Cink	(µgZn/l)	2,713	2,0
Kadmij	(µgCd/l)	0,024	0,01
Krom	(µgCr/l)	0,664	0,1
Nikal	(µgNi/l)	1,510	0,2
Olovo	(µgPb/l)	0,151	5,0
Arsen	(µgAs/l)	1,074	0,1

Navedene prosječne vrijednosti rezultirale su iz izvršenih mjerenja tijekom 2010., 2012. i 2015. godine. Metali se u vrlo malim koncentracijama nalaze gotovo u svim izvorima vode, a u pravilu s vrijednostima nižim od 100 µg/l. Povremeno visoke razine pojedinih metala u pravilu su posljedica antropogenih aktivnosti.

### 3.9.3.3 Hranive tvari u vodi za navodnjavanje

Dušik u vodi za navodnjavanje ima isto djelovanje kao i dušik iz mineralnih hraniva. U slučaju koncentracija amonijskog ili nitratnog oblika dušika većih od 5 mgN/l javljaju se negativne reakcije na osjetljivim biljkama. Analizom izmjerenih vrijednosti u razmatranom razdoblju dolazimo do prosječnih vrijednosti hranjivih tvari u vodi rijeke Save (Tablica 3.9.9).

Tablica 3.9.9. Srednje vrijednosti koncentracije hranivih tvari u vodi rijeke Save na mjernoj postaji kod Sl. Kobaša (2010. do 2015.)  
(Izvor: Hrvatske vode, Sektor zaštite voda, 2016.)

Hranive tvari	Jedinica mjere	Prosječna vrijednost
Amonij	(mgN/l)	0,063
Nitriti	(mgN/l)	0,018
Nitrati	(mgN/l)	1,036
Ukupni dušik	(mgN/l)	1,312
Ukupni fosfor	(mgP/l)	0,114

S obzirom na prosječne koncentracije dušika (u amonijskom 0,063 mgN/l i nitratnom 1,036 mgN/l) voda rijeke Save je u granicama uobičajenih i daleko ispod vrijednosti koje mogu imati negativne posljedice na tlo i biljke (Tablica 3.9.9).

### 3.9.3.4 Ostale štetne tvari u vodi za navodnjavanje

Analizirajući vodu rijeke Save kao izvora vode za navodnjavanje proizvodnih poljoprivrednih površina na području SN Oriovac može se konstatirati da prema raspoloživim vrijednostima višegodišnjeg niza nema problematičnih vrijednosti niti u sadržaju organskih spojeva (Tablica 3.9.10).

Tablica 3.9.10. Prosječne vrijednosti ostalih štetnih tvari u vodi rijeke Save na vodomjernoj postaji kod Slavonskog Kobaša  
(Izvor: Hrvatske vode, Sektor zaštite voda, 2016.)

Organski spojevi	Jedinica mjere	Prosječna vrijednost
Mineralna ulja	(mg/l)	<0,005
Fenoli, ukupno	(mg/l)	<0,003
DDT, ukupni	(µg/l)	0,0
γ-HCH (lindan)	(µg/l)	<0,002

### 3.9.4 Ocjena vode rijeke Save

Prema vrijednostima relevantnih pokazatelja voda rijeke Save na mjernoj postaji nizvodno od utoka Orljave kod Slavonskog Kobaša je zadovoljavajuće kakvoće za korištenje u poljoprivredi. Prema rezultatima provedenih analiza vode u razdoblju od 2010. do 2015. godine vidljivo je da su fizikalno-kemijski pokazatelji, hranjive tvari, te metali i organski spojevi dosta stabilni i da u pravilu nema značajnih odstupanja.

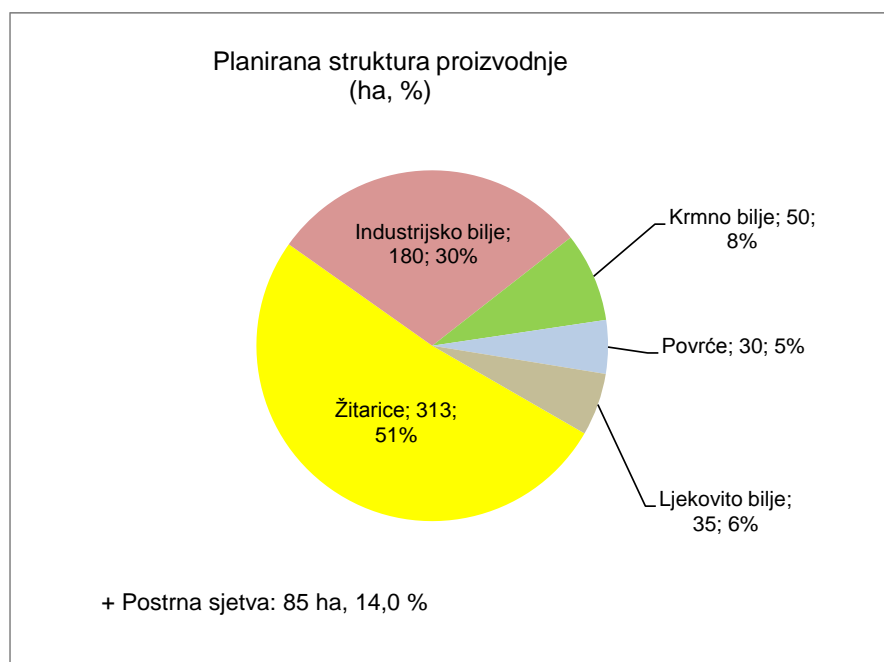
U ocjeni kvalitete vode rijeke Save za potrebe sustava navodnjavanja SN Oriovac, mjerodavni su kriteriji FAO i temeljem iznesenih relevantnih pokazatelja, može se zaključiti da je prema mjerodavnim FAO preporukama voda rijeke Save zadovoljavajuće kvalitete za potrebe navodnjavanja.

### 3.10 NAČIN NAVODNJAVANJA I IZBOR OPREME ZA NAVODNJAVANJE

Navodnjavanje je melioracijska mjera, koja je vrlo značajna u suvremenoj biljnoj proizvodnji. Svoju punu učinkovitost postiže na melioracijski uređenim površinama. Navodnjavanje proizvodnih poljoprivrednih površina predstavlja završni dio hidrotehničkih melioracija.

Načini i sustavi navodnjavanja se mogu svrstati u metodu površinskog, podzemnog, umjetnog kišenja i metodu lokaliziranog navodnjavanja.

Koju metodu, odnosno koji način i sustav treba odabrati u praksi ovisit će o više elemenata. Prvenstveno se pri tome vodi računa o vrsti uzgajane kulture (Slika 3.10.1), svojstvima tla, veličini i obliku proizvodne površine, klimatskim uvjetima, konfiguraciji terena, vrsti i mjestu izvora vode te investicijskim ulaganjima i troškovima održavanja.



Slika 3.10.1. Planirana proizvodnja u SN Oriovac

Iz slike 3.10.1 i planirane strukture proizvodnje na 608 ha proizvodnih površina SN Oriovac uočavamo da je težište buduće proizvodnje na žitaricama (51 %) i industrijskom bilju (30 %). Ostatak površine pod SN Oriovac čini krmno (7 %) i 6 % ljekovito bilje, ta povrće na ukupno 30 ha ili 5 % sveukupno naznačene površine. Na 85 ha ili 14 % područja je planirana postrna sjetva koju čine: silažni kukuruz 6 % i silažni sirak 5 % i 3 % soja.

Na temelju provedene ankete, kao i strukture korištenja poljoprivrednog zemljišta poljoprivrednih kućanstava prema Popisu poljoprivrede iz 2003., navodi se kako u okviru istraživanog područja nema značajnijih navodnjavanih površina. Nadalje, gotovo su

zanemarive aktivnosti na provođenju agrotehničkih aktivnosti na oranicama na zasnivanju međuusjeva i/ili naknadnih usjeva.

### 3.10.1 Pretpostavljeno navodnjavanje

Uvažavajući, prije svega, sve relevantne činjenice kod izbora metode, načina i sustava navodnjavanja, može se pretpostaviti da će se u SN Oriovac na oko 90 % predviđenih navodnjavanih površina koristiti tehnika navodnjavanja kišenjem i unutar nje odabrani najučinkovitiji način i sustav navodnjavanja. Planirani sustavi natapanja kišenjem su slijedeći:

- klasični sustav kišenja i
- samohodni automatiziranim uređaji – „hidromatici“.

Na preostalih 10 % potencijalno moguće navodnjavanih površina SN Oriovac se pretpostavlja korištenje opreme lokaliziranog navodnjavanja:

- sustav minirasprskivača i
- kapanja.

U nastavku slijedi opis i osnovne radne karakteristike pretpostavljenih sustava navodnjavanja.

#### 3.10.1.1 Klasični sustav kišenja

U klasičnom načinu kišenja je moguće navodnjavati prenosivim, polu stabilnim i stabilnim sustavom kišenja. Između navedenih sustava nema bitnih tehničkih razlika, no uvjeti eksploatacije, načina organiziranja posla navodnjavanja i visine ulaganja značajno se razlikuju. Na istraživanom području se planira navodnjavanje polu stabilnim ili prenosivim sustavom kišenja.

Usavršenom konstrukcijom olakšano je instaliranje na polju, međusobnog spajanja cijevi i rasprskivača, sigurnosnim brtvama spriječen je gubitak vode, a prilagodljivi su i ostalim sustavima navodnjavanja (Slika 3.10.2).



Slika 3.10.2. Klasičan način kišenja

Pored izvorišta i zahvata vode, svaki navedeni sustav čini dovodni i razdjelni cjevovod i kišna krila s rasprskivačima, te neophodni dijelovi instalacije kao što su spojnice (obične, križne, S i T-spojnice, redukcije), te ventili, zasuni i manometri. U novije vrijeme, navedeni elementi sustava rade se od specijalnih materijala (na bazi poliuretana) pogodnih za izradu dijelova složene geometrije i visoke čvrstoće.

Ističe se ekonomičnost polu stabilnog sustava u klasičnom načinu kišenja, za razliku prenosivog i stabilnog. Prenose se kišna krila s rasprskivačima, a spajanje na dovod vode se rješava preko podzemno postavljenog glavnog cjevovoda i hidranta. Prema dometu kišenja, uglavnom se koriste rasprskivači malog dometa – do maksimalno 20 m. Zahvat i okišena površina po rasprskivaču, prilikom instaliranja na polju, definirat će i njihovu poziciju na navodnjavanoj površini.

#### 3.10.1.2 Navodnjavanje automatiziranim strojevima (hidromatici)

Od automatiziranih strojeva u poslu navodnjavanja najčešće se koriste samohodni automatizirani uređaji kružnog (Pivot-sustav) i linijskog (Linear-sustav) kišenja. Velike su prednosti navedenih sustava, a ističe se posebno automatizacija posla navodnjavanja, visok stupanj točnosti doziranja vode, kontinuirani rad i danju i noću, minimalan utjecaj vjetra, te mogućnost navodnjavanja većih površina. Velike prednosti i komfor u poslu utječu na potrebna veća financijska sredstva kod nabave, za razliku navedenih samohodnih uređaja.

I kružni i linijski sustav se sastoje uglavnom od istih dijelova. Glavna razlika ogleda se u tome što se Linear za vrijeme navodnjavanja kreće pravocrtno, a kod Pivot-sustava cijelo kišno krilo se okreće oko središta (centra) do kojeg se podzemnim instalacijama dovede voda i električna energija.

Kod Pivot-sustava dovod vode od crpne stanice do mjesta navodnjavanja vrši se podzemnim cijevima različitih profila. Glavni potisni cjevovod (obično u mjernom šahtu) opremljen je elektromagnetnim mjerачem protoka vode, kao i vodnim zasunom. Stroj

okretanjem kišnog krila ostavlja tragove pogonskih jedinica u obliku koncentriranih krugova. Samohodni automatizirani uređaj za kružno kišenje namijenjeni su za navodnjavanje velikih površina. Radijus kruga koji se navodnjava može biti do 800 m, što označava površinu od oko 200 ha.

Kod Linear-sustava voda se dovodi na polje ukopanim cjevovodom ili otvorenim dovodnim kanalom. U slučaju dovoda vode ukopanim cjevovodom, linear se spaja savitljivim crijevom na hidrante postavljene na zahtijevanoj udaljenosti.

U slučaju opskrbe vodom iz otvorenog kanala Linear se opskrbljuje vodom za navodnjavanje na jednom kraju kišnog krila, a moguća je varijanta opskrbe vodom u sredini lineara ako se sustav sastoji od dva krila (Slika 3.10.3).



Slika 3.10.3. Opskrba vodom Lineara s dva kišna krila i na dvije proizvodne površine

Dovodni natapni kanali mogu biti uređeni (obično zatravnjeni) zemljani kanali ili kanali obloženi betonom ili folijom. U slučaju zemljanog kanala, što je izvedba koja se ne preporuča zbog gubitaka vode iz kanala isparavanjem i infiltracijom, potrebna minimalna širina kanala je 75 cm, a najmanja dubina vode 46 cm. Usisna košara crpnog uređaja postavljena je horizontalno na čelični potporanj koji zaštićuje košaru.

Sva kretanja lineara su koordinirana instaliranim elektronskim uređajima. Navodnjavaju se pravokutne proizvodne površine. Prednosti lineara u odnosu na centar pivote su: pravokutno se polje u potpunosti natapa, dok se kod centar pivota ne mogu natapati kutovi parcele. S druge strane, lineari postižu veliku jednoličnost vlaženja, a utjecaj vjetrova na ravnomjernost vlaženja je neznatan.

#### 3.10.1.3 Navodnjavanje minirasprskivačima

S obzirom na kategorije kultura u planiranoj strukturi proizvodnje, na 10 % navodnjavanih površina SN Oriovac se pretpostavlja instaliranje opreme i sustava minirasprskivača i

kapanja. U nastavku slijedi opis, te prednosti i nedostaci naznačene tehnike lokaliziranog navodnjavanja.

Prednosti navodnjavanja minirasprskivačima ogleda se, prije svega, u jednostavnom instaliranju i deinstaliranju opreme nakon razdoblja navodnjavanja. Nadalje, vidna je ušteda vode, potrebni su manji radni tlakovi, mogućnost gnojidbe vodotopivim hranivima, poboljšanje mikroklimatskih uvjeta područja navodnjavanja, korištenje na otvorenom polju (Slika 3.10.4).



Slika 3.10.4. Navodnjavanje krumpira minirasprskivačima

U nedostatke navodnjavanja minirasprskivačima možemo naznačiti mogućnost oštećenja opreme i potrebu dodatnog filtriranja vode. Minirasprskivači troše više vode nego oprema za kapanje, ali su zato zbog većeg tlaka smanjene mogućnosti začepljenja sustava i postižu se veće navodnjavane površine.

Općenito, minirasprskivači raspršuju vodu u obliku sitnih kapi, pod tlakom do 3,0 bara, a njihov domet se kreće od 1 do 4 m. Dijelovi sustava gotovo su identični s dijelovima opreme za kapanje. Navedeno podrazumijeva izvorište vode, pogonski motor i crpku, i u pravilu razvodnu mrežu koja je opskrbljena rasprskivačima i položena na površinu koja se natapa. Uređaji za fertirigaciju (gnojidba vodotopivim hranivima), kontrolni ventili, manometri i regulatori tlaka vode, također se ne razlikuju.

#### 3.10.1.4 Navodnjavanje kapanjem

Prednosti sustava kapanja ogledaju se, prije svega, u mogućnosti navodnjavanja različitih tala i terena, bez pojave pokorice i znatno manjeg utjecaja na fizikalna svojstva tla. Sustavom kapanja štedimo od vode jer se vlaži samo dio površine uz biljke, pa do uložene energije i potrebnih aktivnosti radne snage. Nadalje, kapanjem se omogućava automatizacija posla navodnjavanja, te visoki stupanj točnosti doziranja vode. Od nedostataka možemo naznačiti moguća začepljenja kapaljki i potrebu dodatnog filtriranja vode, otežano kretanje strojeva unutar proizvodne površine, oštećenja dijelova sustava, kao i veću cijenu opreme i izgradnje.

Osim tehničke superiornosti, ovi sustavi imaju s agronomskog gledišta posebnu vrijednost jer se pomoću njih sadržaj vode u tlu može neprestano održavati u optimalnim granicama za biljku. To se postiže tako da se laganim i vremenski stalnim ili s prekinutim dodavanjem malih količina vode vlažnost tla održava u potrebnom iznosu od poljskog kapaciteta tla za vodu.

Lateralne cijevi s kapaljkama najčešće se postavljaju po površini tla. Osnovnu shemu razvodne mreže kapanja čini dovod vode sekundarnim polietilenskim cijevima, i razvod vode s lateralnim cijevima s ugrađenim kapaljkama, smještenim između redova (Slika 3.10.5).



Slika 3.10.5. Dovod i razvod vode u navodnjavanju kapanjem

S druge strane, cijevna mreža s kapaljkama može biti postavljena na armaturu koja pridržava određenje kulture, uglavnom voće, te neke vrste povrća. Uz razne pričvrstne i spojne elemente, sustav kapanja čini i regulator tlaka, te filter za vodu, zbog mogućnosti začepljenja kapaljki. Nadalje, uz dodavanje potrebnih količina vode, fertirigacijom se kapanjem dodaju i otopljena hraniva za stvaranje uvjeta optimalnog rasta biljke, kao i maksimalnog prinosa prihvatljive kvalitete.

Navodnjavanje kapanjem prikladno je za proizvodno intenzivne kulture koje mogu „pokriti“ visoka ulaganja u sustav. Glede potrebne učinkovitosti proizvodnje, preporučene kulture bile bi, prije svega, razne povrćarske i cvjećarske kulture, a u okviru organizirane proizvodnje na otvorenom polju i/ili u zaštićenom prostoru plastenika ili staklenika.

### 3.10.2 Izbor načina navodnjavanja prema planiranim kulturama

Pri izboru načina navodnjavanja, pored navodnjavanog usjeva, treba voditi računa da odabrani način udovolji i ostalim zahtjevima i to: veličini, obliku i konfiguraciji proizvodne površine (table); količinama i načinu dobave vode; svojstvima tla; kao i potrebnim investicijama u nabavku i održavanje sustava navodnjavanja. S obzirom na opisane načine navodnjavanja u nastavku slijede preporuke izbora načina i uređaja navodnjavanja prema kulturama iz redovne i/ili postrne sjetve planirane strukture proizvodnje.

**Klasični sustavi kišenja** se dobro uklapaju u manje i površine nepravilnog oblika poljoprivrednih kućanstava. Koriste se u navodnjavanju različitog povrća, a posebno kupusnjača (kupus, kelj, cvjetača, brokula), lisnatog (zelene salate, špinat, blitva) i korjenastog povrća (mrkva, peršin, celer), te lukovičastog povrća. Razlog značajnog korištenja klasičnih sustava kišenja je i zbog manjeg udara vodenih kapi na biljku.

**Automatiziranim uređajima** (bilo linijskog ili kružnog kretanja) gotovo da nema ograničenja u navodnjavanju poljoprivrednih kultura (Slika 3.10.6).



Slika 3.10.6. Samohodni automatizirani uređaj u navodnjavanju kukuruza

Navodnjavanje automatiziranim strojevima trenutno je najefikasniji način distribucije vode, sa visokom automatikom, odnosno minimalnim udjelom radne snage i mogućnosti navodnjavanja svih predviđenih kultura. Općenito se može reći, da je kod naprijed navedenih uređaja izbora tipa rasprskivača uvjetovan kulturom koja se navodnjava, karakteristikama tla, nagibom terena i energijom kojom se raspolaže. Pri tom je važno uskladiti intenzitet kišenja i trenutnu veličinu infiltracije tla, da bi izbjegli nepotrebne gubitke vode i energije.

Navodnjavanje **kapanjem** prikladno je za proizvodno intenzivne kulture koje mogu „pokriti“ visoka ulaganja u sustav. Glede potrebne učinkovitosti proizvodnje, preporučene kulture bile bi, prije svega, razno voće, povrćarske i cvjećarske kulture, a u okviru organizirane proizvodnje na otvorenom polju i/ili u zaštićenom prostoru plastenika ili staklenika.

Navodnjavanje **minirasprskivačima** ostvarilo je veliku primjenu kod većine poljoprivrednih kultura. Rasprskivači se postavljaju u različitim shemama postava, te različitog intenziteta kišenja. Njihov rad može biti također kontinuiran tijekom 24 h, zahtijeva malo radne snage, kao i mogućnost doziranja malih količina vode. Minirasprskivačima se preporučuju navodnjavati gotovo sve predviđene povrćarske kao i industrijske kulture: kupusnjače, luk, soja, šećerna repa. Danas se minirasprskivači sve više upotrebljavaju pri natapanju

voćarskih i povrćarskih kultura, u zaštićenim prostorima staklenika i plastenika, kao i u proizvodnji presadnica.

Preporuka je rabiti sve navedene uređaje i sustave navodnjavanja, naravno, vodeći računa o zahtjevima, karakteristikama i zastupljenosti pojedine kulture, te mogućnostima osiguranja izvorišta i projektnim rješenjima distribucije vode za navodnjavanje. Pri tome je potrebno voditi računa o učinkovitosti sustava, te troškovima ulaganja i isplativosti sustava navodnjavanja. I na kraju, potrebno je istaknuti važnost osposobljenosti korisnika sustava u poslu navodnjavanja u cilju ispravnog upravljanja opremom uz uvažavanje danih projektnih rješenja.

### **3.11 MJERE ZAŠTITE TLA I VODA NA PROJEKTNOM PODRUČJU**

#### **3.11.1 Općenito**

Zadatak poljoprivredne proizvodnje je osiguranje dostatnih količina i po kakvoći dobre hrane za potrebe pučanstva. Razumljivo je da osiguranje hrane, gdje je poljoprivredna proizvodnja prvi i temeljni korak, nije samo tehnološko-tehničko pitanje već je i prvorazredno političko, društveno, sociološko, sigurnosno i drugo pitanje. Ako se taj zadatak razmatra na razini države nužno je poznavanje potencijalnih mogućnosti proizvodnje određenih kultura u postojećim prirodnim okolnostima. Republika Hrvatska ima potencijalne mogućnosti proizvodnje poljoprivrednih kultura, osim nekih za koje ne postoje prirodni uvjeti, za svoje potrebe pa i za izvoz. Pored turizma Republika Hrvatska je i poljoprivredu deklarirala kao stratešku gospodarsku granu na kojima se treba temeljiti razvoj. Međutim, svjedoci smo uvoza velikih količina poljoprivrednih proizvoda, koji se mogu proizvesti u našim prilikama, i na taj način poticaja razvoja zemalja izvoznica i stagnacije vlastite proizvodnje i razvoja.

Na projektnom području SN Oriovac, s poljoprivrednom površinom od 608 ha, prakticira se konvencionalna poljoprivredna proizvodnja, s tim da navodnjavanje poljoprivrednih kultura nije zastupljeno. Potrebno je naglasiti da, s obzirom na uređenost proizvodnih površina, suvišna voda predstavlja problematičnu veličinu.

Održivi razvoj poljoprivrede organizacija FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1990.) definira kako slijedi; „Održivi razvoj u poljoprivredi znači upravljanje i zaštita prirodne osnove (sredine) i ustroj tehnoloških i institucionalnih promjena tako da se osigura postizanje i neprekidno zadovoljavanje ljudskih potreba za sadašnje i buduće generacije“. Prekomjerno i neadekvatno korištenje (eksploatacija) prirodnih resursa ima za posljedicu zagađenje tla, voda i zraka te dovodi do privremenog i/ili trajnog oštećenja ekosustava. Sadašnji razvojni pravci u poljoprivredi RH idu u smjeru održivog razvitka. To je suvremeni koncept koji podrazumijeva potrebnu gospodarsku i ekološku učinkovitost, odnosno, profitabilnu poljoprivredu uz maksimalnu zaštitu svih prirodnih izvora proizvodne sredine.

Konvencionalna poljoprivredna proizvodnja je disperzirani zagađivač okoliša (mineralna gnojiva, sredstva za zaštitu bilja, erozija i drugo) što zbog neodgovarajuće primjene može imati utjecaj na ekosustav. Međutim, odgovarajućim stručnim vođenjem proizvodnje te se štete mogu svesti na prihvatljivu mjeru koja ne ugrožava održivi razvoj poljoprivrede. Slično tome može se tvrditi da i poljoprivredna proizvodnja s navodnjavanjem može, uz neadekvatne sustave i nestručnu primjenu, dovesti do neprihvatljivih promjena, odnosno oštećenja tla i uzgajanih kultura kao i do onečišćenja podzemnih i površinskih voda.

Navodnjavanje kao hidrotehničke mjere osiguranja optimalnog vodozračnog režima u tlu ima povoljne i nepovoljne učinke. Sama svrha navodnjavanja je postizanje ujednačenih, kroz vrijeme trajanja sustava, optimalnih prinosa po količini i kakvoći uzgajanih kultura, što u smislu održivog razvoja poljoprivrede znači trajno gospodarenje prirodnim izvorima.

Uvođenje sustava za navodnjavanje općenito rezultira na određeni način promjenama u svim medijima okoliša. Te su promjene izravno i prevladavajuće vezane uz tlo (pedosferu) i vodu (hidrosferu), dok su utjecaji na biosferu (živi svijet) neizravni, ali ne i manje značajni. To znači da primjena navodnjavanja može ostaviti trajne posljedice u okolišu ukoliko se takve mogućnosti ne prepoznaju, ne predvide i ne pokušaju minimizirati ili u potpunosti spriječiti. Neke od promjena se lako uočavaju i kvantificiraju, ali postoji skupina posrednih utjecaja koji su obično odmaknuti u vremenu, javljaju se nakon dulje primjene pa i izvan područja projekta. Rješenja treba tražiti u sustavnom planiranju, projektiranju, izvedbi i korištenju zahvata.

### 3.11.2 Utjecaj navodnjavanja na tlo (pedosferu)

Oštećenja tla koja se javljaju u praksi navodnjavanja redovito su rezultat neodgovarajućeg odabira ili neadekvatnog gospodarenja sustavom. Mogu se općenito podijeliti na fizikalna i kemijska, ali tu granicu najčešće nije moguće strogo postaviti. To znači da fizikalne promjene preko fizikalno-kemijskih procesa dovode i do kemijskih promjena, i obrnuto.

Degradacija fizikalnih svojstava tla posljedica je niza povezanih složenih procesa: destabilizacije i razaranja strukturnih agregata i peptizacije gline, smanjenja infiltracijske sposobnosti s posljedicom zamočvarivanja i stvaranja pokorice. Ako do disperzije strukturnih agregata i peptizacije gline dolazi na nagnutim terenima u uvjetima kada je infiltracijska sposobnost tla manja od intenziteta navodnjavanja može doći do tzv. irigacijske erozije tla. Odnosno erodiranog materijala izaziva gubitak oraničnog horizonta, a njegova sedimentacija na drugim mjestima, primjerice u kanalima i rijekama, može narušiti hidrauličke značajke vodotoka. Na takva fizikalna oštećenja nadovezuju se i kemijska, zbog velike reaktivnosti zemljišnih materijala sedimentiranih u akvatičnim sustavima.

Jedan od najvećih nepovoljnih učinaka i problema kemijskog oštećenja tla u uvjetima navodnjavanja je zaslanjivanje i alkalizacija. Zaslanjivanje tla je proces nakupljanja soli u rizosferi do koncentracija koje štetno djeluju na rast i razvoj kulturnog bilja. Do toga dolazi u područjima gdje na raspolaganju nema dostatnih zaliha kvalitetne vode, a proizvodnja je bez navodnjavanja neostvariva. Globalno je to primarni problem u aridnim i semiaridnim područjima, a u Hrvatskoj u priobalju. Kemijsku degradaciju tla izaziva i nakupljanje potencijalno štetnih tvari (tragovi teških metala i drugih potencijalno toksičnih elemenata), a taj je proces povezan praksom navodnjavanja kada se kao izvor koriste vode ograničene pogodnosti za navodnjavanje. Očigledno je da se problemi kemijskog oštećenja tla rješavaju na izvoru vode za navodnjavanje.

Prema graničnim vrijednostima pojedine skupine relevantnih pokazatelja voda rijeke Sava je zadovoljavajuće kakvoće za korištenje u SN Oriovac. Prema višegodišnjim rezultatima gotovo svi relevantni pokazatelji su dosta stabilni i u pravilu nema značajnih odstupanja. Prema mjerodavnim FAO preporukama voda rijeke Sava je zadovoljavajuće kvalitete za potrebe sustava navodnjavanje Oriovac.

### 3.11.3 Utjecaj navodnjavanja na kvantitetu i kvalitetu vode

Navodnjavanje ima svoj kvantitativni i kvalitativni utjecaj na vode, kako na površinske tako i podzemne. Svako zahvaćanje vode utječe na postojeću vodnu bilancu. S obzirom na pojavnost zaliha vode u vremenu, svako nekontrolirano zahvaćanje, posebno u malovodnim razdobljima, može uzrokovati narušavanje biološkog minimuma, odnosno ekološki prihvatljivog protoka vodotoka.

Hidrološki režim površinskih voda u uskoj je vezi s razinom podzemnih voda. Tijekom razdoblja malih voda podzemne vode prihranjuju vodotok, a tijekom razdoblja velikih voda pojavljuje se prihranjivanje podzemnih voda iz vodotoka. Intenzivnije zahvaćanje površinskih voda i pad vodnog lica rezultira povećanjem hidrauličkog gradijenta u odnosu na podzemne vode. Utjecaji zahvaćanja vode izvan okvira obnovljivih zaliha mogu se pojaviti nakon dužeg vremena crpljenja i rezultirati sniženjem podzemnih voda na vrlo širokom području. Kontinuirano sniženje podzemnih voda, a time i promjena vodne bilance, može se odraziti i na druge gospodarske djelatnosti i korisnike voda. Na takve promjene naročito reagiraju osjetljivi ekosustavi, u prvom redu nizinske šume i močvare.

Onečišćenje voda je širok pojam, ali se općenito može definirati kao smanjenje kvalitete uslijed unošenja primjesa ili potencijalno štetnih tvari. Globalno se smatra da je poljoprivreda jedan od najvećih raspršenih izvora onečišćenja voda. Takve je izvore općenito teže identificirati, mjeriti i kontrolirati. U poljoprivrednoj se proizvodnji u agrotehničkim mjerama koriste različite kemikalije, najčešće mineralna gnojiva i zaštitna sredstva.

Navodnjavanje je hidrotehnička melioracijska mjera koja uspostavlja optimalan vodozračni režim tla što utječe na promjenu vodnog režima tla, a posljedično i na transport potencijalno štetnih tvari do podzemne i površinskih voda. Biljna hranjiva, ostaci pesticida i drugi sastojci agrokemikalija u danim uvjetima, kako u prirodnim, tako i u uvjetima izmijenjene vodne bilance uslijed primjene navodnjavanja, mogu biti podložni ispiranju iz tla i kao takvi prijetnja onečišćenju voda. Brzina i intenzitet transporta onečišćenja iz tla u vode ovisi o nizu čimbenika povezanih s hidrogeološkim i pedološkim karakteristikama područja. Tako su izrazito osjetljiva krška područja i aluvijalna područja relativno plitkog krovinskog sloja.

Jedan od najčešćih problema koji prate intenzivnu poljoprivredu je primjena dušika. Ta mjera obično izaziva brz i uočljiv porast biljke, a za poljoprivredne kulture to najčešće znači i veći prinos. Kad se radi o kvaliteti vode, tada su glavni problemi povezani s povećanjem koncentracije nitrata. Iz tog je razloga i EU propisala nitratnu direktivu (Nitrate directive-91/676/EEC), te povezano s tim i „Pravila dobre poljoprivredne prakse“ s posebno propisanim pravilima gospodarenja.

Stupanjem na snagu „Akcijskog programa zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla“ (NN 7/2013) prestaje važiti „Pravilnik o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva“ (NN 56/2008). Prije donošenja novog Pravilnika Vlada RH je donijela „Odluku o određivanju ranjivih područja u RH“ (NN 130/2012) kojim istraživano područjem nije označeno ranjivim na nitrate. Tako je donošenjem zakonskih ograničenja jasno definirano skladištenje i zbrinjavanje, te način i vrijeme primjene stajskog gnoja na poljoprivrednim površinama.

Za ona pitanja koja su povezana s navodnjavanjem svakako treba uzeti u obzir činjenicu da se pravilnim izborom sustava, njegovim gospodarenjem i odgovarajućim tehnologijama uzgoja, mogućnosti onečišćenja voda mogu reducirati na tolerantnu razinu.

#### 3.11.4 Utjecaj navodnjavanja na živi svijet (biosferu)

Sekundarni ili neizravni utjecaji na biosferu kao posljedica navodnjavanja mogu se pojaviti kod izrazitog sniženja razine podzemnih voda, čime se narušavaju biološki uvjeti u ekosustavu, a treba uvažiti i druge promjene vezane uz vlažnost i temperaturu zraka i tla.

Zbog relevantnosti podataka utjecaja navodnjavanja na okoliš na postavljenom projektu, potrebno je uspostaviti monitoring sustav praćenja stanja voda i tala.

#### 3.11.5 Ekološke koristi

Projektom sustava navodnjavanja Oriovac osigurati će se legalno i nadzirano korištenje izvora (zahvata) vode, te primjena tehnologija proizvodnje koje minimalno zagađuju okoliš što znači da možemo očekivati pozitivne učinke na očuvanje okoliša.

U proizvodnji poljoprivrednih kultura bez i s navodnjavanjem potrebna je gnojidba tla organskim gnojivima kojom se poboljšavaju fizikalna svojstva (popravlja struktura tla, vodozračni režim, toplinska svojstva), te gnojidba mineralnim gnojivima kojim se tlu dodaju hranjivi elementi potrebni za optimalan rast i razvoj biljnih kultura.

Svi hranjivi elementi koje biljka usvaja iz tla su u ionskom obliku, tj. nalaze se u tekućoj fazi tla. Kada se gnojidba obavlja mineralnim krutim gnojivima, važno je prisustvo vlage, odnosno vode, da bi korjenov sustav bilja mogao apsorbirati hranjiva iz mineralnog gnojiva. Dobra agronomska praksa teži višekratnoj (2 do 3 puta) gnojidbi radi boljeg iskorištavanja hranjivih elemenata iz gnojiva.

U proizvodnji poljoprivrednih kultura bez navodnjavanja otapanje mineralnih gnojiva ovisi o vremenskim prilikama odnosno pojavi oborine. U sušnom razdoblju gnojiva „miruju“ (biljka ih ne koristi) dok pojavom kiše većeg intenziteta dolazi do otapanja i ispiranja u dublje slojeve do podzemne vode ili se površinski ispire u kanalsku mrežu što direktno ovisi o teksturi tla i intenzitetu oborina. Iskoristivost mineralnih gnojiva u ovom slučaju je manja što smanjuje prinose ili povećava količinu gnojiva po jedinici površine. Jednako tako posljedica je zagađenje podzemnih i površinskih voda prije svega nitratima. Naime, nitratni oblik dušika podložan je ispiranju, a amidni i amonijačni u sušnim uvjetima isparavanju, dok fosfor i kalij imaju puno manju vertikalnu pokretljivost, izuzev u tlima lagane teksture siromašnim organskom tvari.

Optimalna vlažnost tla rezultira intenziviranjem mikrobioloških procesa i povećanom biogenosti tla. Izravna je posljedica povećana elastičnost tla, tj. neutralizacija nepovoljnih agrotehničkih uvjeta. Prvenstveno se to odnosi na lagana bez strukturalna tla s niskom razinom humusa. Kontinuirano održavanje optimalne vlažnosti u uvjetima navodnjavanja doprinijet će povećanjem adsorpcijskog kompleksa tj. puferne sposobnosti, posebice u kombinaciji s organskom gnojibom, što će humat efektom smanjiti rizik od ispiranja lako topivih hraniva i onečišćenja površinskih i podzemnih voda.

Održavanjem optimalne vlažnosti tla povećava se pristupačnost i raspoloživost svih oblika hraniva koje se dodaju u tlo mineralnim gnojivima. Također, kontinuirana gnojidba u kombinaciji s navodnjavanjem pomoću kapanja (fertirigacija) omogućuje konstantnu pristupačnost hraniva u zoni korjenovog sustava, te na taj način smanjuje opasnost od ispiranja i zagađenja površinskih i podzemnih voda.

U odnosu bez i s navodnjavanjem po ovoj osnovi imamo kod navodnjavanja uz smanjenje troškova gnojidbe (pretpostavka oko 10%) i smanjenje zagađenja podzemnih i površinskih

voda. Smanjenje troškova gnojidbe je direktna korist, dok je smanjenje zagađenja indirektna korist u sustavu navodnjavanja.