

# Utjecaj poljoprivredne proizvodnje na onečišćenje voda Biđ-bosutskoga polja

---

Petričević, Tin

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:853943>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-18**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

**UTJECAJ POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE NA ONEČIŠĆENJE VODA BIĐ-  
BOSUTSKOGA POLJA**  
DIPLOMSKI RAD

Tin Petričević

Zagreb, rujan, 2022.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Melioracije

**UTJECAJ POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE NA ONEČIŠĆENJE VODA BİD-  
BOSUTSKOGA POLJA**

DIPLOMSKI RAD

Tin Petričević

Mentor:

doc. dr. sc. Ivan Mustać

Zagreb, rujan, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

**IZJAVA STUDENTA**  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Tin Petričević**, JMBAG 0178101915, rođen 08.12.1995. u grad Zagreb, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

**UTJECAJ POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE NA ONEČIŠĆENJE VODA BİD-BOSUTSKOGA POLJA**

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Potpis studenta / studentice*

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

**IZVJEŠĆE**

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta Tina Petričevića, JMBAG 0178101915, naslova

**UTJECAJ POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE NA ONEČIŠĆENJE VODA BIĐ-  
BOSUTSKOGA POLJA**

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana \_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. Doc. dr. sc. Ivan Mustać mentor

\_\_\_\_\_

2. Izv. prof. Vilim Filipović član

\_\_\_\_\_

3. Doc. dr. sc. Vedran Rubinić član

\_\_\_\_\_

## Sadržaj

1. Uvod.....	3
2. Materijali i metode istraživanje.....	4
3. Ratarske kulture.....	5
3.1. Dinamika zasijanih površina .....	7
4. Onečišćenja vode.....	8
5. Lokacija istraživanja – Biđ-bosutsko polje .....	9
6. Rezultati istraživanja .....	10
6.1. Klimatski pokazatelji.....	10
6.2. Bilanca vode u tlu.....	11
6.3. Uzgoj ratarskih kultura i gnojidba.....	13
6.4. Kvaliteta voda te njihovo onečišćenje.....	13
6.4.1. Kakvoća i onečišćenje površinskih voda .....	14
6.4.1.1. Kakvoća i onečišćenje površinskih voda ukupnim dušikom.....	14
6.4.1.2. Kakvoća i onečišćenje površinskih voda ukupnim fosforom.....	16
6.4.2. Kakvoća i onečišćenje procjedne vode (perkolata).....	17
6.4.2.1. Količina procjedne vode (perkolata) .....	17
6.4.2.2. Kakvoća i onečišćenje procjedne vode (perkolata) ukupnim dušikom .....	18
6.4.2.3. Kakvoća i onečišćenje procjedne vode (perkolata) ukupnim fosforom .....	20
6.4.3. Kakvoća i onečišćenje podzemnih voda .....	22
6.4.3.1. Kakvoća i onečišćenje podzemnih voda ukupnim dušikom.....	22
6.4.3.2. Kakvoća i onečišćenje podzemnih voda ukupnim fosforom.....	23
7. Zaključak.....	25
Popis literature.....	27
Životopis.....	28

## Sažetak

Diplomskog rada studenta **Tina Petričevića**, naslova

### **UTJECAJ POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE NA ONEČIŠĆENJE VODA BİD-BOSUTSKOGA POLJA**

Poljoprivredna proizvodnja jedan je od glavnih uzroka onečišćenja okoliša, koja spada u difuzni izvor onečišćenja. Iznimka su farme na kojima dolazi ponekad i do točkastih onečišćenja, kao što su lagune s tekućim stajskim gnojivom, gnojišta sa stajskim gnojem, skladišta mineralnih gnojiva, sredstva za zaštitu bilja i dr. Točkasta onečišćenja nastaju pojavom incidenata kao što su poplave koje su zabilježene u Posavini.

Panonska regija ima razvijenu poljoprivredu, Istočna Slavonija i Zapadni Srijem tradicionalno je žitnica Hrvatske, čije su veliko bogatstvo plodna tla i čiste vode. Tradicionalno ratarenje u ovom kraju po nazivom „staro slavonsko tropolje“ prakticiranje tropoljnog plodoreda. To je i dan danas najpovoljniji i održiv sustav gospodarenja poljoprivrednim zemljištem u proizvodnji bilja na području Panonije. Intenzifikacija proizvodnje bilja i stoke, primjena pesticida i mineralnih gnojiva i napuštanje plodoreda u drugoj polovici 20. stoljeća dovela je do onečišćenja vode u vodotocima i pitke podzemne vode. U radu je prikazano stanje površinskih, procijednih i podzemnih voda te intenzitet onečišćenja uzrokovanog gnojodbom dušikom i fosforom kao osnovnim hranjivima za ratarske kulture. Istraživanja su provedena u petogodišnjem razdoblju do 2009. do 2013. godine na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima gdje se konstantno motrila kakvoća vode (površinskih, procijednih i podzemnih voda), također praćen je i uzgoj ratarskih kultura te gnojidba dušikom i fosforom kao i utjecaj istih na površinske, procjedne i podzemne vode.

Ključne riječi: Poljoprivreda, voda, onečišćenje, dušik, fosfor

## **Summary**

Of the master's thesis – student **Tin Petričević**, entitled

### **IMPACT OF AGRICULTURAL PRODUCTION ON WATER POLLUTION OF BID-BOSUTSKO POLJE**

Agricultural production is one of the main causes of environmental pollution, which is a diffuse source of pollution. Exceptions are farms that sometimes have point pollution, such as lagoons with liquid manure, manure with manure, storage of mineral fertilizers, plant protection products, etc. Point pollution occurs due to incidents such as floods recorded in Posavina.

The Pannonian region has developed agriculture, Eastern Slavonia and Western Srijem is traditionally the granary of Croatia, whose great wealth is fertile soil and clean water. Traditional farming in this area called "old Slavonian tropolje" practicing tropolje crop rotation. It is still today the most favorable and sustainable system of agricultural land management in plant production in the area of Pannonia. The intensification of plant and livestock production, the application of pesticides and mineral fertilizers and the abandonment of crop rotation in the second half of the 20th century led to water pollution in watercourses and drinking groundwater. The paper presents the state of surface, leachate and groundwater and the intensity of pollution caused by nitrogen and phosphorus fertilization as basic nutrients for field crops. The research was conducted in the five-year period from 2009 to 2013 on family farms where water quality (surface, leachate and groundwater) was constantly monitored, and the cultivation of field crops and their fertilization with nitrogen and phosphorus were monitored surface, leachate and groundwater

**Keywords:** Agriculture, water, pollution, nitrogen, phosphorus



## 1. Uvod

Tlo i voda predstavljaju najvažnije sastavnice agroekosustava ključne za poljoprivredu i njen održiv razvoj. Gospodarenje tлом i vodom mora isključiti sav rizik trajnog onečišćenja, osobito onečišćenja tih dobara. Panonska poljoprivredna regija izuzetno je bogata plodnim tlima i vodom.

Zaštita voda posebice je važna u poljoprivrednoj proizvodnji zbog svojeg difuznog karaktera onečišćenja. Difuzni izvori se teže identificiraju i nadziru od točkastih, prilikom utvrđivanja izvora onečišćenja i obustave prakse koji ih uzrokuju onečišćenja se i dalje šire iz tla prema vodi dok se sve količine zagađenja ne potroše iz tla. Onečišćenje voda odvija se putem tla zbog neprimjerene količine dušičnih i fosfornih gnojiva te pesticida i/ili teških metala u tlu, bilo prirodnog ili antropogenog izvora.

Istraživanja za potrebe ovog rada su provedena na užem području Melioracijskog kanala za navodnjavanje Biđ-bosutskog polja koje obuhvaća oko 7.200 ha poljoprivrednog zemljišta. Lokacija područja nalazi se u Biđ-polju između Brodsko-posavske i Vukovarsko-srijemske županije. To je područje naprednog suhog ratarenja tzv. *dry farming* (**Butorac, 1999**).

Cilj rada bio je utvrditi i procijeniti je li u periodu od 2009. do 2013. godine ratarenje na području Biđ-bosutskog polja bilo održivo, ima li prekomjernog ispiranja dušika i fosfora iz tla i postoji li potencijalno onečišćenje površinskih i podzemnih voda na navedenom području.

## 2. Materijali i metode istraživanja

Rad se temelji na deskriptivnom opisu istraživanja koje je provedeno na području Melioracijskog kanala Biđ-bosutskog polja koje je poznato kao područje naprednog suhog ratarenja (eng. dry farming). Cilj istraživanja bio je istražiti na koji način i u kojoj mjeri uzgoj ratarskih kultura utječe na onečišćenje voda istraživanog područja.

Klimatski pokazatelji dobiveni su s meteorološke postaje Gradište pokraj Županje dok se lizimetrima (5) na pet lokacija promatrala kakvoća procjednih voda. U razdoblju od 2009. – 2013. nakon svakog kišnog razdoblja u se uzimali uzorci perkolata (gravitacijske vode) što je rezultiralo s ukupno 410 uzoraka. Hidropedološkim pjeziometrima (njih 48) je utvrđena kakvoća podzemnih voda na 4,0 metra dubine. Na 48 lokacija, u petogodišnjem razdoblju, motrenje, uzorkovanje i analiza podzemne vode vršeni su svakih 60 dana. Površinska voda se motrila i analizirala na dvije lokacije, na ušću rijeke Jošave u rijeku Biđ te na Istočnoj Beravi u naselju Babina Greda.

U petogodišnjem razdoblju pratio se i način uzgoja ratarskih kultura te agrotehnički zahvati na pet obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava (OPG-a). U Zavodu za melioracije Agronomskog fakulteta u Zagrebu izvršene su laboratorijske analize tla i vode standardnim analitičkim metodama. Na temelju Uredbe o klasifikaciji voda (**Narodne novine, br. 77/98. i 137/08.**) i Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (**Narodne novine, br. 47/08.**) - dalje u tekstu **Uredba i Pravilnik**, izvršena je interpretacija onečišćenja procjednih površinskih i podzemnih voda ukupnim dušikom i fosforom. U istraživanju je izračunata i bilanca vode po Thornthwaiteovoj metodi koja se temelji na činjenici da sposobnost primanja vode i njezinog zadržavanja ovisi o tipu tla, dubini profila i kapacitetu tla za sadržaj vode. Bilanca vode u tlu utvrđena je za razdoblje od 5 godina (2009 do 2013) u svih 12 mjeseci.

### 3. Ratarske kulture

Ratarstvo je u Republici Hrvatskoj vodeća poljoprivredna proizvodnja, a ta grana poljoprivrede se bavi proučavanjem kulturnih biljaka koje se proizvode na zemljištima velikog proizvodnog potencijala poput livada i pašnjaka. Najznačajnija proizvodnja je uzgoj važnih kultura poput pšenice, suncokreta, lucerne, kukuruza, ječma, soje i ostalih (**Grahovac, 2005**). Pravilnom primjenom agrotehničkih, mehaničkih i kemijskih mjera te zaštitom navedenih kultura mogu se postići iznimno visoki prinosi. U Hrvatskoj dominiraju pšenica i kukuruz koji se proizvode radi daljnje prerade i prodaje. Na području Vukovarsko-srijemske županije, navedene kulture, uz poštivanje rokova sjetve i žetve postale su glavne ratarske kulture za uzgoj (**Kovačević i Rastija, 2014**).

#### Žitarice

Žitarice su najznačajnija skupina jednogodišnjih biljnih vrsta iz porodice trava (lat. Poaceae). Dijele se na prave i prosolike žitarice prema morfološkim i biološkim obilježjima, a ključne su u ishrani ljudi i životinja. Koriste se u prerađivačkoj industriji za proizvodnju mlinskih i pekarskih proizvoda te njihovih prerađevina. U žitarice ubrajamo: ječam, pšenica, raž, zob, kukuruz, riža, sirak, proso, heljda, pšenoraž i pir (**Kovačević i Rastija, 2014**).

#### Pšenica

Pšenica je najvažnija kultura za prehranu čovjeka i životinja, proizvodi se u cijelom svijetu, a najčešće se koristi u prerađenim oblicima. Koristi se u industriji proizvodnje kruha, tjestenina, brašna, ali i u alkoholnoj industriji za proizvodnju alkoholnih pića. Sve češća je upotreba žitarice za biogorivo. Biljka je kontinentalne klime, a najbolje uspijeva na temperaturama od 14 do 20 °C dok joj nije potrebno puno vlage u procesu nicanja. Zbog velike nutritivne vrijednosti i bogatstva vlaknima, pšenica je dobra za probavu i kolesterol, a bogata je željezom, magnezijem, bjelančevinama i fosforom (**Vakanjac, 2020**). Agrotehničkim postupcima i pravilnim plodoredom može se postići visoki prinos kulture. Najbolja predkultura joj je kukuruz. U procesu uzgoja pšenica, jedan od najvažnijih postupaka je gnojidba koja uključuje primjenu dušika, kalija i fosfora, a pravilnim unosom količina osigurava se visoki prinos i očuvanje tla (**Vakanjac, 2020**).



Slika 1. Pšenica izvor: <https://smarter.hr/psenica-prijeti-li-nam-zaista-nestastica/>

## Kukuruz

Poput pšenice, kukuruz se također uzgaja na cijelom svijetu, a karakteristično da je može podnijeti loše klimatske uvjete. Kukuruz možemo podijeliti prema dužini vegetacije, a to su rani, srednji i kasni hibridi. Rani hibridi kukuruza imaju duljinu vegetacije od 90 do 110 dana dok srednje rani imaju od 120 do 135 dana. Najdulju vegetaciju imaju kasni hibridi i ona traje od 135 do 145 dana. Jedna je od najrasprostranjenijih kultura na svijetu baš zbog široke uporabe, posebice za hranu ljudi i životinja. Od kukuruza je moguće napraviti veliki izbor prerađevina poput napitaka, brašna, a koriste se i u proizvodnji kozmetike i lijekova. Zbog sve veće primjene i karakteristika kulture poput otpornosti, smanjenih troškova proizvodnje, a većih prinosa, preuzeo je vodeće mjesto u proizvodnji u Republici Hrvatskoj. Za kukuruz su potrebne više temperature nego kod pšenice pa su tako optimalne temperature od 24-28 °C te je potrebno od 70 do 80% vlažnosti tla da bi kukuruz počeo nicati. Kod kukuruza je karakteristična berba u zrnu i berba u klipju, a obje se moraju odvijati relativno brzo kako ne bi došlo do propadanja zrna, savijanja stabljika, napada nametnika i slično (Vakanjac, 2020).



**Slika 2. Kukuruz**

Izvor: <https://www.adiva.hr/nutricionizam/zdrava-prehrana/ljeto-u-znaku-kukuruza-namirnica-koju-trebate-uvrstiti-u-prehranu/>

### **3.1. Dinamika zasijanih površina**

Prema načinu korištenja površina pod žitaricama od 2009. do 2013. bilo je promjenjivih vrijednosti. Najviše površina pod žitaricama bilo je 2012. godine (611.212 ha) dok je najmanje bilo 2009. godine i to (563.132 ha). Najveće prinose po hektaru ostvarile su žitarice i to 2012. godine što je usko povezano i s najvećim zasijanim površinama pod žitaricama. Niski prinos je imao kukuruz dok je nešto veći prinos imala lucerna iste godine. Povezano s tim, najveći otkup žitarica bio je upravo u 2012. godini, dok je najmanji bio u 2009. godini. U Vukovarsko-srijemskoj županiji kroz godine je varirala proizvodnja žitarica po površinama. U petogodišnjem razdoblju od 2009. do 2013. godine, površina pod kukuruzom se povećavala do 2011. godine kad je iznosila (30.769 ha), a onda se s godinama smanjivala te je u 2014. godini bilo (25.629 ha). Prateći kukuruz, istu je dinamiku imala i sjetva soje koja je rasla do 2011. godine, a onda počela opadati. Kroz godine, površine pod zobi rastu te je od početnih 485 ha zasijano 864 ha u 2013. godini. Prema Strateškoj studiji o utjecaju na okoliš razvojne strategije Vukovarsko srijemske županije za razdoblje do 2020. godine navedeno je da su proljetna i jesenska sjetva pšenice kroz godine varirale, pa su tako maksimalne površine pod pšenicom bile (40.905 ha) u 2009. godini, a minimalne već godinu kasnije, 2010., na površini od (29.250 ha). Prema navedenim podacima, proizvodnja ratarskih kultura iznosi 60% ukupne poljoprivredne proizvodnje u Vukovarsko-srijemskoj županiji (**Državni zavod za Statistiku, 2014**).

#### 4. Onečišćenja vode

Atmosferske, površinske i podzemne vode mogu biti onečišćene iz više vrsta izvora koji se mogu razlikovati po načinu djelovanja i obliku. Aktivni i potencijalni izvori onečišćenja vode razlikuju se prema pokazateljima onečišćenja. Aktivnim izvorima se može odrediti njihovo emitiranje onečišćenja te mogu biti stalni i povremeni dok su potencijalni izvori oni koji se događaju u određenim trenucima promatranja što se može vidjeti i na primjeru ispiranja mineralnog gnojiva uslijed većih oborina. Potencijalni izvori onečišćenja mogu biti i slučajni kada dolazi do određenih nezgoda, nepažnje, ali i utjecajem pojedinih industrija. Prema obliku onečišćenja se dijele na točkaste, linijske i plošne. Točkaste izvore predstavlja jedna točka izvora onečišćenja poput djelovanja ljudskih djelatnosti. Linijski izvori predstavljaju onečišćenje duž pravca ili krivulje što mogu biti propusni kanali, vodotoci, ali i propusni slojevi tla (Slika 3) (Črnek, 2018).

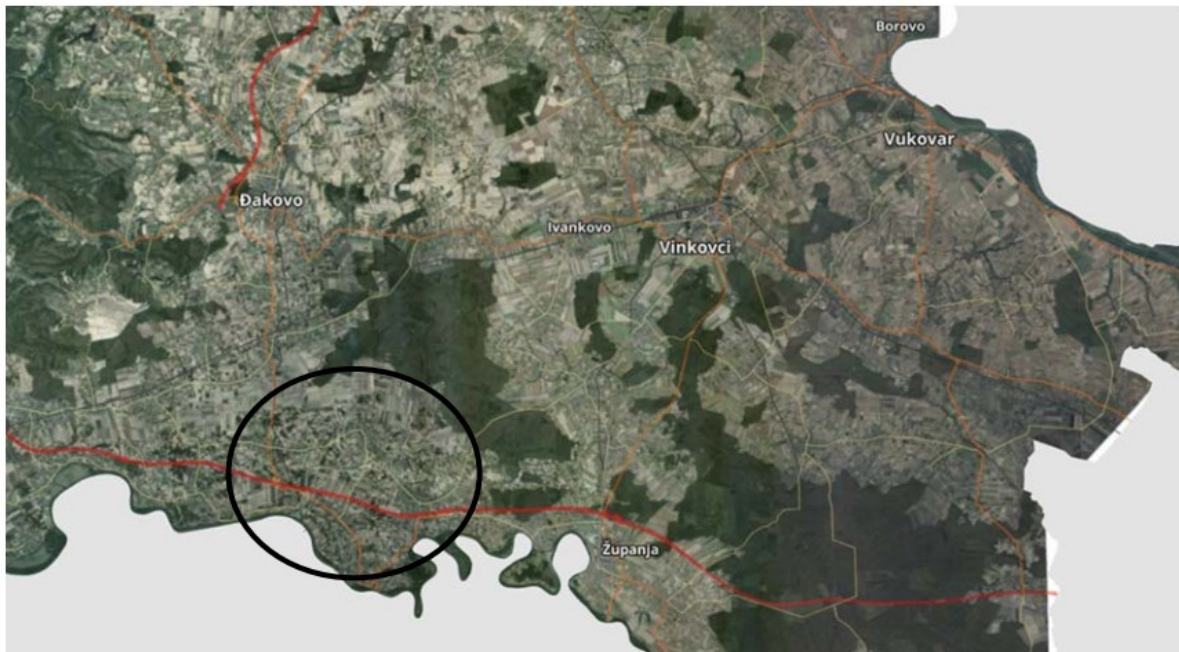


Slika 3. Izvori onečišćenja voda  
Izvor: Crnek, 2018



## 5. Lokacija istraživanja – Biđ-bosutsko polje

Geografsku cjelinu Biđ-bosutskog polja obuhvaćaju Đakovački ravnjak, Vukovarski ravnjak i korito rijeke Save s juga te Dilj gora sa zapada. Najveći dio Biđ-bosutskog polja nalazi se u Istočnoj Slavoniji, a jedan manji dio u Zapadnom Srijemu (**Maričić i Šreng, 2016**). Ukupni sliv Biđ-bosutskog polja proteže se na (3,415 km<sup>2</sup>) te je u većem dijelu na području Republike Hrvatske, a manji dio pripada Vojvodini (525 km<sup>2</sup>). Hrvatski dio Biđ-bosutskog polja proteže se kroz tri hrvatske županije, a to su: Vukovarsko-srijemska, Brodsko-posavska te Osječko-baranjska županija (**Obarčanin i sur., 2020**).



Slika 4. Smještaj Biđ-bosutskog polja u RH

Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/>, Geoportal

Biđ-bosutsko polje dio je Istočno-hrvatske nizine južnog dijela Panonske nizine. Antropogeni utjecaj, obilje meandara te ravni reljef, glavne su karakteristike područja. Nadmorska visina je u rasponu od 80 do 90 m te se daje zaključiti da je područje izrazito ravno. Najniža točka je Spačvanski bazen (79,0 m n.v.) dok je najviši dio brdskog sliva (239,00 m n.v.) (**Obarčanin i sur., 2020**).

U poljoprivrednom smislu ovaj kraj se s vremenom razvijao iako je bio izložen čestim poplavama posljedično od rijeke Save kao i kišnih razdoblja. Područje je većinskim dijelom ravna obradiva površina na kojoj se najviše uzgajaju ratarske kulture, a s obzirom na klimatske uvjete i rasprostranjenost poljoprivrednih površina. Biđ-bosutsko polje je veoma pogodno za razvoj poljoprivrede. Danas, većinski dio zauzimaju poljoprivredne površine (**Maričić i Šreng, 2016**).

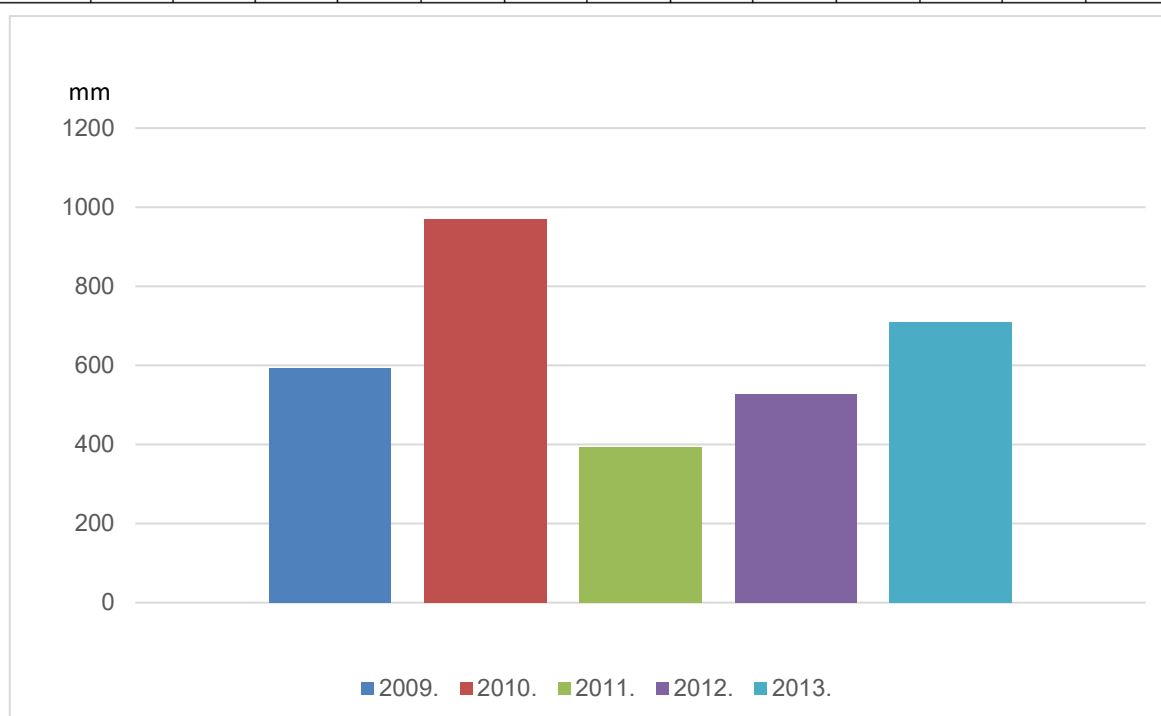
## 6. Rezultati istraživanja

### 6.1. Klimatski pokazatelji

U petogodišnjem razdoblju od 2009. do 2013. godine promatrani su osnovni vremenski pokazatelji - količina oborina i temperatura zraka. Kao što je prethodno navedeno, količine oborina su se mjerile na meteorološkoj postaji u Gradištu kroz pet godina te su analizirane kroz mjesece u godini što je rezultiralo srednjim mjesečnim i godišnjim količinama oborina na tom području. Na istoj meteorološkoj postaji su mjerene i temperature zraka kroz godine i mjesece te su izvedene srednje mjesečne i godišnje visine temperatura.

**Tablica 1. Mjesečne i godišnje količine oborina (2009-2013) m.p. Gradište**

Godina	Mjesečna količina oborina u mm												
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	God. Σ
2009.	59,9	44,7	45,1	19,0	38,0	76,5	42,9	36,5	1,9	61,0	57,1	110,7	593,3
2010.	74,9	67,8	50,3	51,3	98,8	195,2	71,1	79,8	84,0	58,9	66,1	72,4	970,6
2011.	36,8	30,1	25,3	14,7	47,8	37,5	84,1	3,8	16,2	29,6	4,5	63,2	393,6
2012.	32,4	51,1	2,8	89,9	75,9	39,3	16,4	2,9	21,4	56,9	45,4	91,7	526,1
2013.	70,0	57,9	84,3	40,6	117,9	50,6	45,3	36,8	83,2	62,5	56,8	3,6	709,5
Sred.	54,8	50,3	41,6	43,1	75,7	79,8	52,0	32,0	41,3	53,8	46,0	68,3	638,6



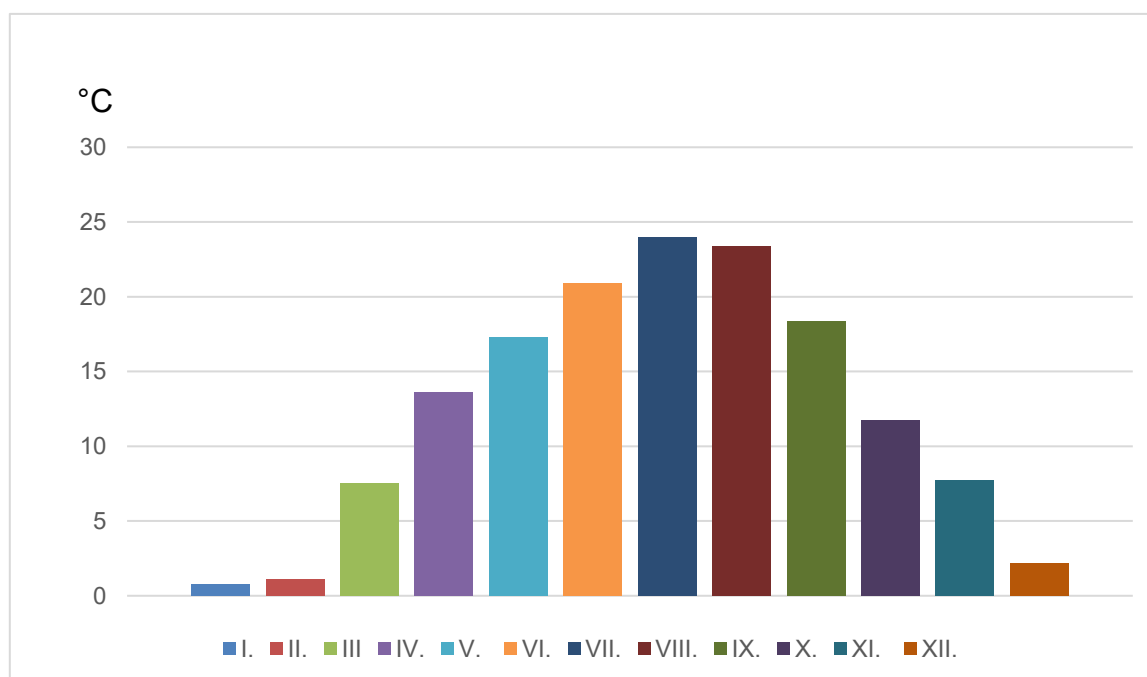
**Grafikon 1. Ukupne godišnje količine oborina (2009-2013) m.p. Gradište**

Iz tablice 1 vidljivo je variranje godišnje sume oborina kroz godine istraživanja. Najviša ukupna količina oborina zabilježena je u 2010. godini (970,6 mm), a najniža u 2011. godini (393,6 mm). Prosječna suma godišnjih oborina na području istraživanja u periodu od 2009. do 2013. godine je iznosila 638,6 mm. Najviša srednja mjesečna vrijednost oborina (2009-2013) zabilježena je u lipnju (79,8 mm), a najniža u kolovozu (32,0 mm).



**Tablica 2. Prosječne mjesečne i godišnje temperature zraka (2009-2013) m.p. Gradište**

Godina	Srednje mjesečne i godišnja temperature zraka – °C												
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Sred.
2009.	-1,4	2,6	7,4	14,8	18,9	19,5	23,4	23,2	19,7	11,7	8,7	3,7	12,7
2010.	-0,4	2,4	7,5	12,6	17	20,5	23,2	22	15,9	9,4	9,7	1	11,7
2011.	1	0,9	7,2	13,9	16,8	21,1	22,4	23,5	20,7	11	2,6	4	12,1
2012.	2,2	-3,4	9,5	13	16,9	22,8	25,5	24,9	19,4	12,4	9,5	0,7	12,8
2013.	2,6	3,1	5,7	13,8	16,9	20,4	25,3	23,3	16,3	13,9	7,8	1,7	12,6
Sred.	0,8	1,1	7,5	13,6	17,3	20,9	24,0	23,4	18,4	11,7	7,7	2,2	12,4



**Grafikon 2. Prosječne mjesečne vrijednosti temperature zraka (2009-2013) m.p. Gradište**

U tablici 2 prikazane su srednje godišnje i mjesečne vrijednosti temperature zraka u razdoblju 2009-2013, m.p. Gradište. Prosječna godišnja temperatura zraka (2009-2013, m.p. Gradište) iznosila je 12,4 °C, pri čemu je minimalna vrijednost zabilježena u siječnju (0,8 °C), a maksimalna u srpnju (24,0 °C).

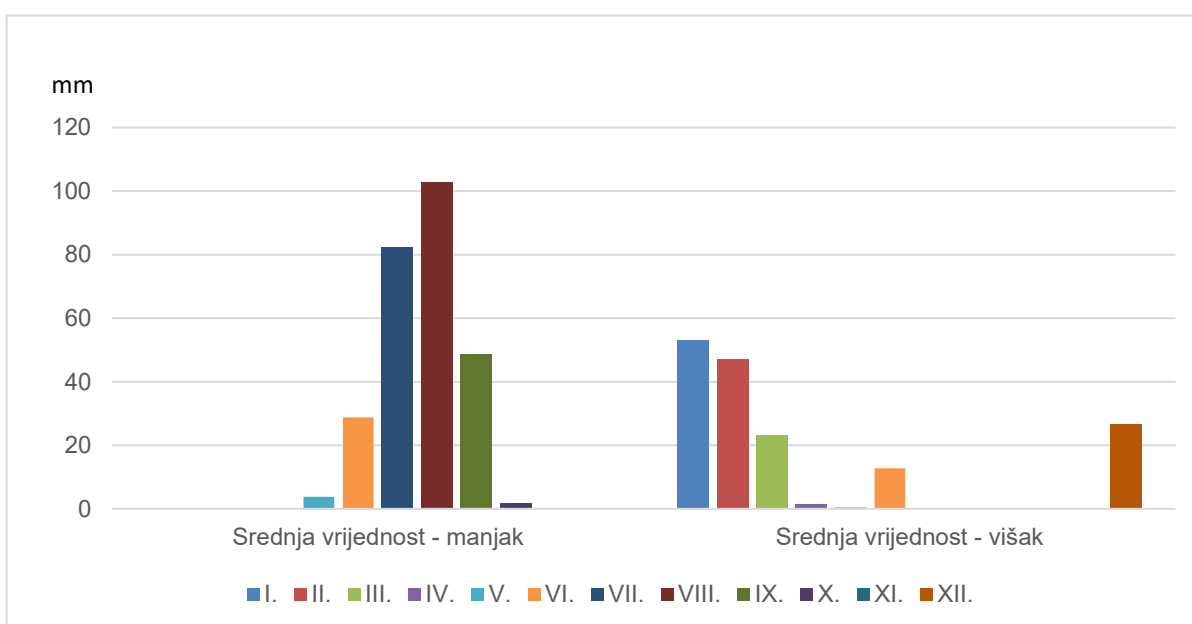
U grafikonu 2 prikazane su srednje mjesečne vrijednosti temperatura zraka (2009-2013, m.p. Gradište).

## 6.2. Bilanca vode u tlu

U petogodišnjem razdoblju od 2009. – 2013. godine izračunata je bilanca vode u tlu po metodi Thornthwaitea. Navedena metoda podrazumijeva raspolaganje određenim ulaznim podacima poput dnevne ili srednje mjesečne temperature zraka, dnevne ili srednje mjesečne količine oborina, potrebnih tablica (npr. Vrijednosti korekcijskih faktora) te informacije o tlu i njegovom kapacitetu za vodu (Jukić, 2017).

**Tablica 3. Bilanca vode u tlu (2009-2013)**

Godina	Pokazatelj	Mjesečna količina vode u mm												God. Σ
		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
2009.	Manjak	0,0	0,0	0,0	0,0	19,0	38,6	106,9	100,3	90,8	0,0	0,0	0,0	355,7
	Višak	59,9	40,5	22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	59,6	182,0
2010.	Manjak	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,4	0,0	0,0	0,0	28,4	
	Višak	74,9	63,1	23,9	0,0	0,0	63,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,6	271,8
2011.	Manjak	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	87,9	58,0	136,3	84,4	9,0	0,1	0,0	375,8
	Višak	35,5	29,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,2
2012.	Manjak	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,5	152,1	147,5	67,8	0,0	0,0	0,0	385,0
	Višak	29,5	51,1	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,3	115,4
2013.	Manjak	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,9	101,3	0,0	0,0	0,0	0,0	196,2
	Višak	65,6	52,2	67,7	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	187,9
Sred	Manjak	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	28,8	82,4	102,8	48,6	1,8	0,0	0,0	268,2
	Višak	53,1	47,2	23,1	1,5	0,5	12,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,7	164,7



**Grafikon 3. Srednje vrijednosti bilance vode u tlu**

Prema tablici 3 vidljivi su vrlo promjenjivi rezultati bilance vode u tlu kroz mjesec i godine istraživanja. Najkišovitija godina bila je 2010. te je vidljiv vrlo visoki višak vode u tlu koji je iznosio 271,8 mm. Sušna, 2011. godina, rezultirala je s visokim manjkom vode u iznosu od 375,8 mm. Prema navedenom, istraživanje je provedeno i rezultiralo je da bilanca pokazuje veliki manjak vode koji bi se poboljšao ukoliko bi se biljno-uzgojni uvjeti usmjerili u zadržavanju i čuvanju vode. Navedeno su uvjeti suhog ratarenja (eng. *dry farming*<sup>1</sup>).

U grafikonu 3 prikazane su srednje vrijednosti bilance vode u tlu u razdoblju od 2009. do 2013. godine u srednjim vrijednostima manjka i viška vode. Najviša srednja vrijednost manjka iznosila je 102,8 mm dok su najniže bila 0 mm. Najviša srednja vrijednost viška vode iznosila je 53,1 mm dok je najniža bila 0 mm.

<sup>1</sup> Suho ratarenje se često opisuje kao proizvodnja usjeva bez navodnjavanja tijekom sušne sezone, obično u regiji koja prima najmanje 20 inča (50 cm) godišnje oborine i koristi vlagu pohranjenu u tlu iz kišne sezone. Šira definicija suhog ratarenja je pristup s niskim udjelom u proizvodnji usjeva u okviru klimatskih ograničenja. Usjev koji se uzgaja na suhom se navodnjava jednom ili nikako (*dryfarming.org*)

### 6.3. Uzgoj ratarskih kultura i gnojidba

Na području istraživanja u petogodišnjem razdoblju uzgajane su lucerna, pšenica, ječam, kukuruz, soja, zob i šećerna repa. Kako bi se najbolje procijenio utjecaj ratarenja na ispiranje dušika i fosfora iz tla provedeno je istraživanje iz kojeg su proizašli rezultati mogućeg onečišćenja odnosno eutrofikacije površinskih i podzemnih voda. Promatrane kulture gnojene su organskim i mineralnim gnojivima poput stajskog gnoja, gnojovke, složenih mineralnih gnojiva te dušičnim gnojivima. Kulture uzgajane na području istraživanja u razdoblju od 2009. do 2013. godine gnojene su dušikom i fosforom (Petošić i sur., 2018).

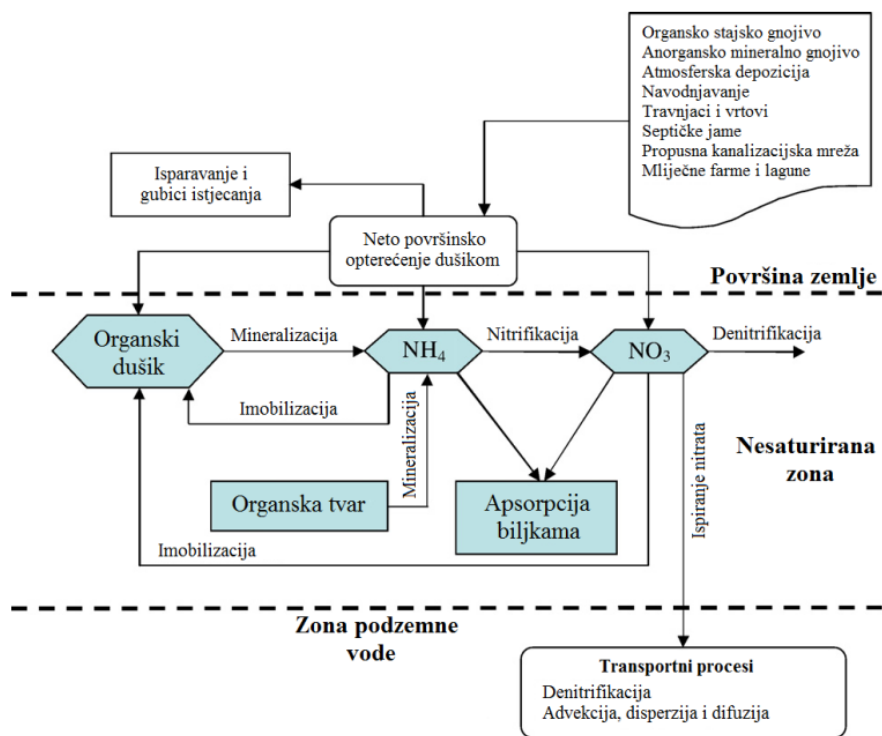
**Tablica 4. Prakticirana gnojidba**

Oznaka lokacije	Gnojidba – dodana hranjiva u kg/ha		Isprano iz tla (0 – 55 cm) – kg/ha	
	Dušik	Fosfor	Dušik	Fosfor
1	137,90	78,70	24,50	0,47
2	112,00	48,00	15,20	0,24
3	214,00	123,00	26,30	0,37
4	170,00	100,00	40,70	0,25
5	245,00	80,00	39,33	0,39
Prosjek lokacija	<b>175,78</b>	<b>85,94</b>	<b>29,20</b>	<b>0,34</b>

Prema tablici 4 maksimalna prosječna količina dušika dodanog u razdoblju 2009. – 2013. na lokaciji 5 iznosila je 245 kg N/ha dok je minimalna prosječna količina dodanog dušika na lokaciji 2 u istom razdoblju (2009-2013) iznosila 112 kg N/ha. Maksimalna prosječna količina dodanog fosfora u razdoblju 2009. – 2013. iznosila je 123 kg P/ha na lokaciji 3 dok je minimalna prosječna količina dodanog fosfora bila 48 kg P/ha u istom razdoblju (2009-2013) na lokaciji 2.

### 6.4. Kvaliteta voda te njihovo onečišćenje

U posljednjim godinama sve više se prate koncentracije nitrata u vodama te onečišćenje istima. Prirodna kvaliteta vode se znatno smanjuje, a uz negativan utjecaj na okoliš, nitrati imaju negativan utjecaj i na ljudsko zdravlje. Često nakupljanje nitrata u ljudskom organizmu dovodi do raznih bolesti kao što su rak želuca, methemoglobinemija, a postoji mogućnost i za mutacije u genima. Vrijeme, područje i količina ispuštanja nitrata utječe na koncentracije nitrata u podzemnoj vodi, također, veliki faktor je i količina oborinske vode. Najčešći izvori nitrata su gnojiva poput organskog stajskog gnojiva, anorganskog mineralnog gnojiva, septičke jame, odlagališta otpada, mliječne farme i slično (Almasri, 2003) (Slika 4).



Slika 4. Model kruženja dušika u podzemlju (Almasri, 2003)

#### 6.4.1. Kakvoća i onečišćenje površinskih voda

##### 6.4.1.1. Kakvoća i onečišćenje površinskih voda ukupnim dušikom

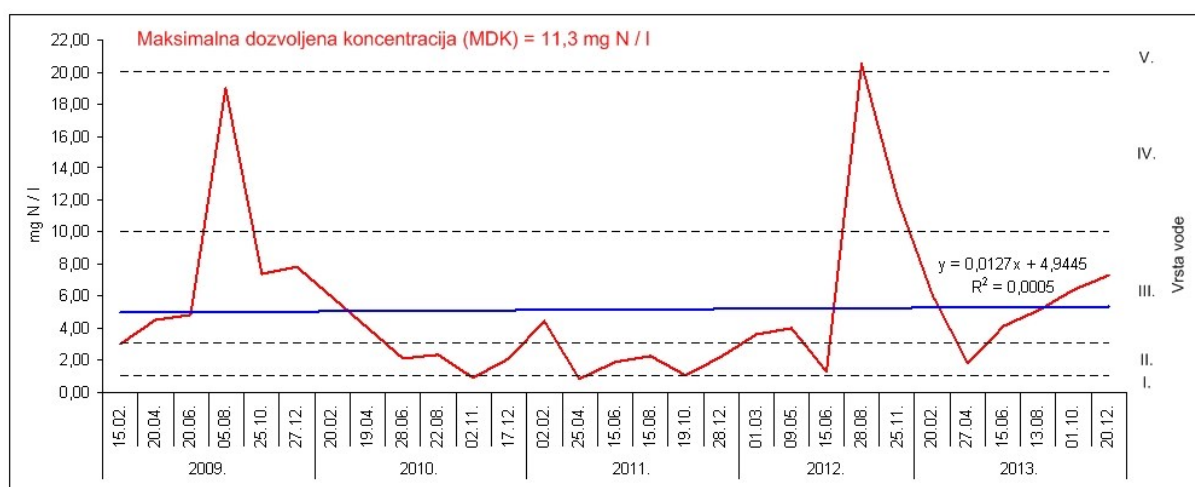
Na području istraživanja kvaliteta površinskih voda praćena na dvije lokacije (Lokacija 1 – Ušće Jošave i Biđa; Lokacija 2 – Istočna Berava, Babina Greda) u periodu od 2009.-2013. godine. Iz tablice 5 može se primijetiti kako je na lokaciji 1 srednja godišnja vrijednost (2009-2013) koncentracije ukupnog dušika u površinskoj vodi iznosila 5,10 mg/l. Minimalna srednja mjesečna vrijednost zabilježena je u lipnju (2,84 mg/l), a maksimalna u kolovozu (9,83 mg/l). Iz iste tablice vidljivo je da na lokaciji 2 srednja godišnja vrijednost (2009-2013) koncentracije ukupnog dušika u površinskoj vodi iznosi 4,07 mg/l. Minimalna srednja mjesečna vrijednost zabilježena je u lipnju (2,64 mg/l), a maksimalna u kolovozu (6,08 mg/l).

Iz grafikona 4 i 5 može se očitati vrlo blagi uzlazni trend koncentracije ukupnog dušika u površinskoj vodi na obje lokacije istraživanja. Na lokaciji 1 koncentracije ukupnog dušika u površinskoj vodi prelaze MDK (11,3 mg N/l) u 2009., 2012. i 2013. godini. Na lokaciji 2 koncentracije ukupnog dušika u površinskoj vodi prelaze MDK (11,3 mg N/l) samo u drugoj polovici 2012. godine. Obzirom na ekološku kakvoću, koncentracije ukupnog dušika površinske vode na obje lokacije kreću se unutar II. do V. klase ekološke kakvoće.

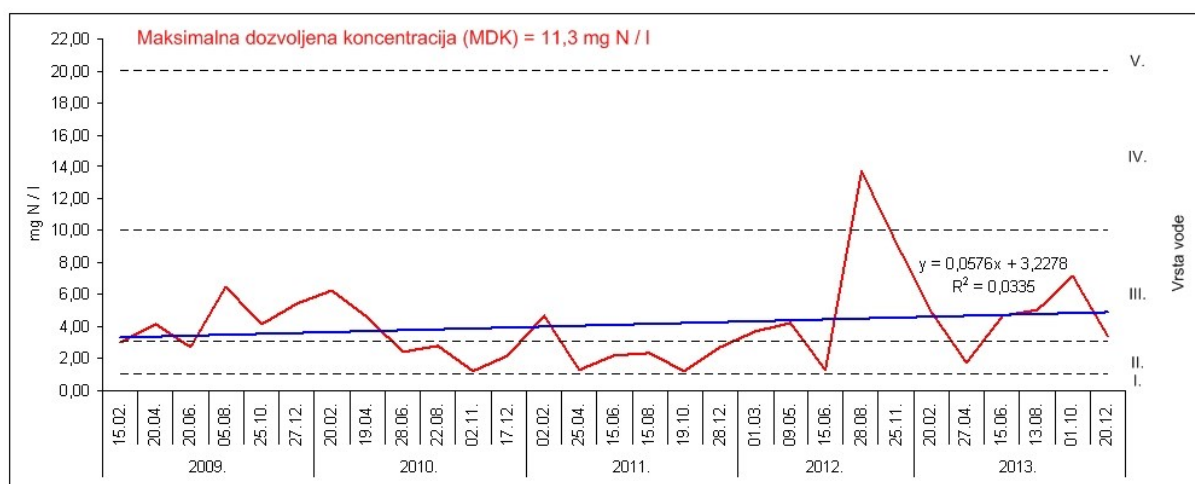
Tablica 5. Srednje vrijednosti ukupnog dušika u površinskoj vodi (2009 – 2013)

Lokacija	mg/l	Vrijeme uzorkovanja						God. prosjek
		veljača	travanj	lipanj	kolovoz	listopad	prosinac	
1. Ušće Jošave i Biđa	Ukupni dušik	4,63	3,03	2,84	9,83	3,95	6,30	5,10
2. Istočna Berava, Babina Greda	Ukupni dušik	4,50	3,20	2,64	6,08	3,42	4,57	4,07

\*MDK=11,3 mg/l N



Grafikon 4. Vrijednosti koncentracije ukupnog dušika (N) u površinskoj vodi na lokaciji 1 (utok Jošave u Biđ) tijekom motrenog razdoblja 2009.-2013.



Grafikon 5. Vrijednosti koncentracije ukupnog dušika (N) u površinskoj vodi na lokaciji 2 (utok Jošave u Biđ) tijekom motrenog razdoblja 2009.-2013.

### 6.4.1.2. Kakvoća i onečišćenje površinskih voda ukupnim fosforom

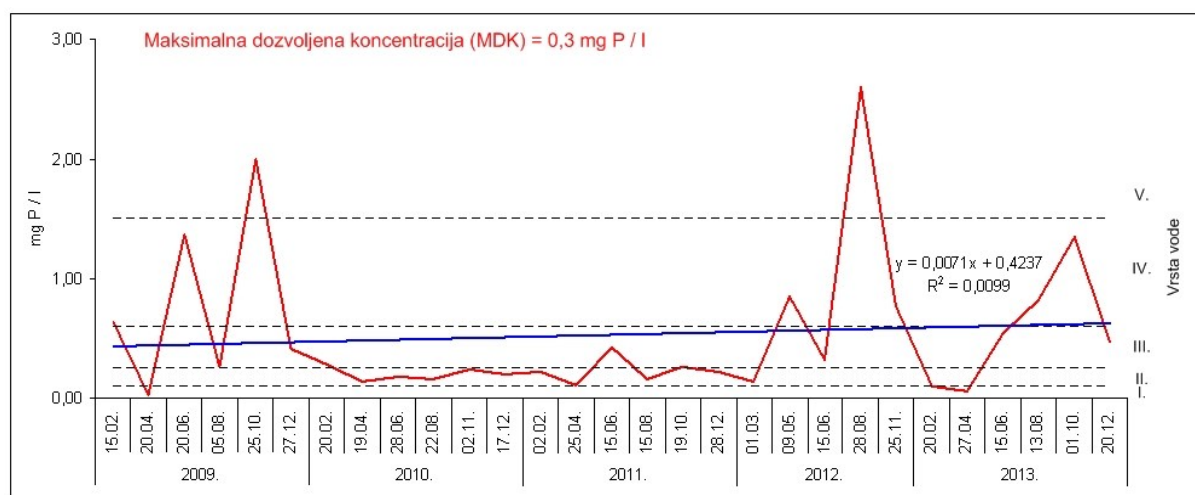
Na području istraživanja kvaliteta površinskih voda praćena na dvije lokacije (Lokacija 1 – Ušće Jošave i Biđa; Lokacija 2 – Istočna Berava, Babina Greda) u periodu od 2009.-2013. godine. Iz tablice 5 može se primijetiti kako je na lokaciji 1 srednja godišnja vrijednost (2009-2013) koncentracije ukupnog fosfora u površinskoj vodi iznosila 0,56 mg/l. Minimalna srednja mjesečna vrijednost zabilježena je u travnju (0,24 mg/l), a maksimalna u listopadu (0,96 mg/l). Iz iste tablice vidljivo je da na lokaciji 2 srednja godišnja vrijednost (2009-2013) koncentracije ukupnog fosfora u površinskoj vodi iznosi 0,47 mg/l. Minimalna srednja mjesečna vrijednost zabilježena je u veljači (0,20 mg/l), a maksimalna u kolovozu (0,78 mg/l).

Iz grafikona 6 i 7 može se očitati blagi uzlazni trend koncentracije ukupnog fosfora u površinskoj vodi na obje lokacije istraživanja. Na obje lokacije koncentracije ukupnog fosfora u površinskoj vodi prelaze MDK (0,3 mg P/l) u 2009., 2012. i 2013. godini. Obzirom na ekološku kakvoću, koncentracije ukupnog fosfora površinske vode na lokaciji 1 kreću se unutar I. i V. klase ekološke kakvoće, a na lokaciji 2 unutar II. i V. klase ekološke kakvoće.

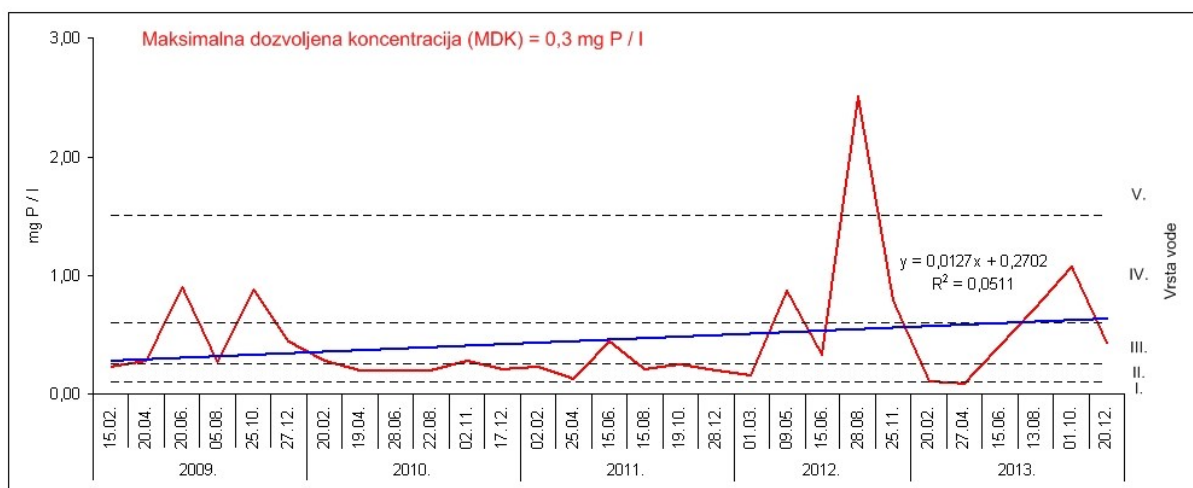
**Tablica 6. Srednje vrijednosti koncentracije fosfora u površinskoj vodi Biđa i Istočne Berave za razdoblje 2009.-2013.**

Lokacija	mg/l	Vrijeme uzorkovanja						God. prosijek
		veljača	travanj	lipanj	kolovoz	listopad	prosinac	
1. Ušće Jošave i Biđa	P	0,28	0,24	0,57	0,80	0,96	0,49	<b>0,56</b>
2. Istočna Berava, Babina Greda	P	0,20	0,31	0,46	0,78	0,62	0,45	<b>0,47</b>

\*MDK=0,3 mg/l P



**Grafikon 6. Vrijednosti koncentracije fosfora (P) u površinskoj vodi na lokaciji 1 (utok jošave u Biđ) tijekom motrenog razdoblja 2009.-2013.**



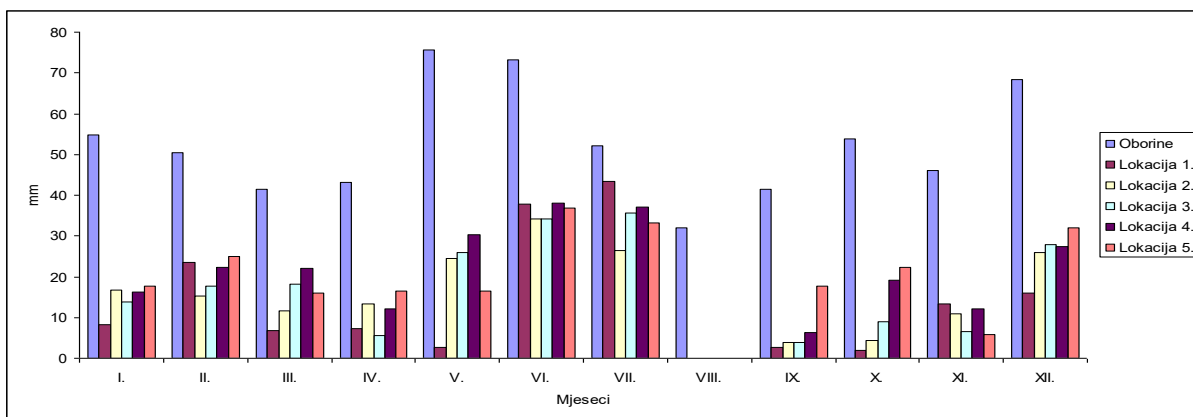
**Grafikon 7. Vrijednosti koncentracije fosfora (P) u površinskoj vodi na lokaciji 2 (Istočna Berava, Babina Greda) tijekom motrenog razdoblja 2009.-2013.**

## 6.4.2. Kakvoća i onečišćenje procjedne vode (perkolata)

### 6.4.2.1. Količina procjedne vode (perkolata)

**Tablica 7. Prosječne mjesečne i godišnje količine oborina i vode procjedene iz lizimetara (perkolata) tijekom razdoblja 2009.-2013. (mm)**

Pokazatelj	MJESECI												God. suma	
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.		
<b>Oborine</b>	54,80	50,32	41,56	43,10	75,68	73,26	52,08	31,96	41,34	53,78	45,98	68,32	<b>632,18</b>	
Procjedeno (perkolat)	Lokacija 1.	8,36	23,61	6,78	7,30	2,55	37,92	43,30	0,00	2,60	1,90	13,33	16,11	<b>163,76</b>
	Lokacija 2.	16,62	15,17	11,72	13,40	24,50	34,14	26,50	0,00	3,80	4,45	10,97	26,00	<b>187,26</b>
	Lokacija 3.	13,81	17,66	18,24	5,50	26,00	34,26	35,70	0,00	3,80	8,95	6,67	27,80	<b>198,39</b>
	Lokacija 4.	16,13	22,33	22,02	12,15	30,35	38,15	37,20	0,00	6,40	19,15	12,20	27,41	<b>243,49</b>
	Lokacija 5.	17,75	25,01	15,95	16,55	16,55	36,90	33,10	0,00	17,80	22,30	5,73	32,01	<b>239,66</b>
<b>Srednjak (Lokacija)</b>	<b>14,53</b>	<b>20,76</b>	<b>14,94</b>	<b>10,98</b>	<b>19,99</b>	<b>36,27</b>	<b>35,16</b>	<b>0,00</b>	<b>6,88</b>	<b>11,35</b>	<b>9,78</b>	<b>25,86</b>	<b>206,51</b>	



**Grafikon 8. Prikaz prosječnih mjesečnih količina oborina i procjeđene vode (perkolata) iz lizimetara (mm) na području Melioracijskog kanala za navodnjavanje Biđ-bosutskog polja tijekom razdoblja 2009.-2013.**

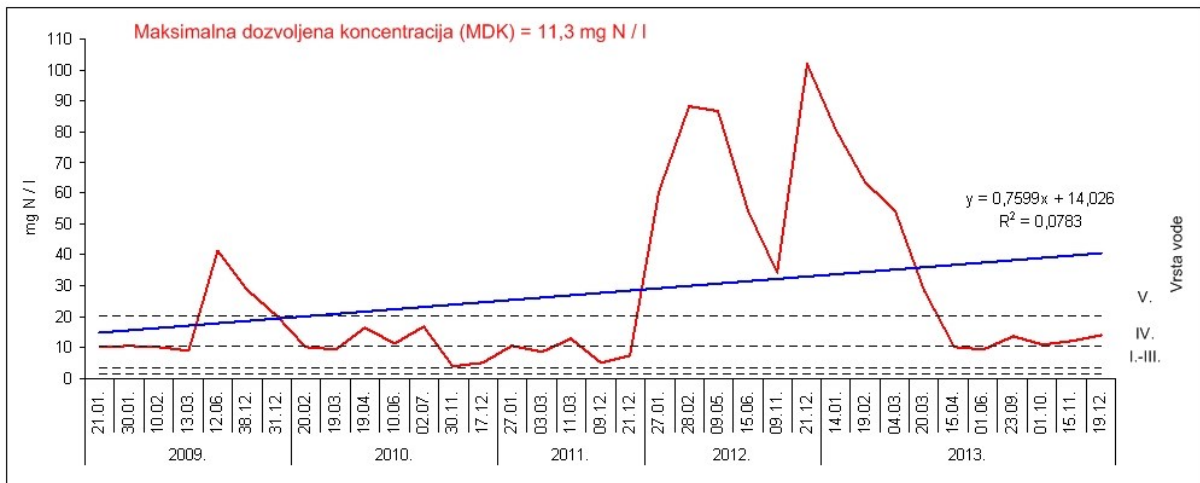
U grafikonu 8 i tablici 5 prikazane su prosječne mjesečne količine oborina i procjeđene vode (perkolata) iz lizimetara (mm) na području Melioracijskog kanala za navodnjavanje Biđ-bosutskog polja tijekom razdoblja 2009.-2013.. Analizom je dokazano da je najveća količina procijeđene vode izmjerena na lokaciji 4 (243,49 mm) dok je najmanja količina procijeđene vode izmjerena na lokaciji 1 (163,76 mm).

#### 6.4.2.2. Kakvoća i onečišćenje procjedne vode (perkolata) ukupnim dušikom

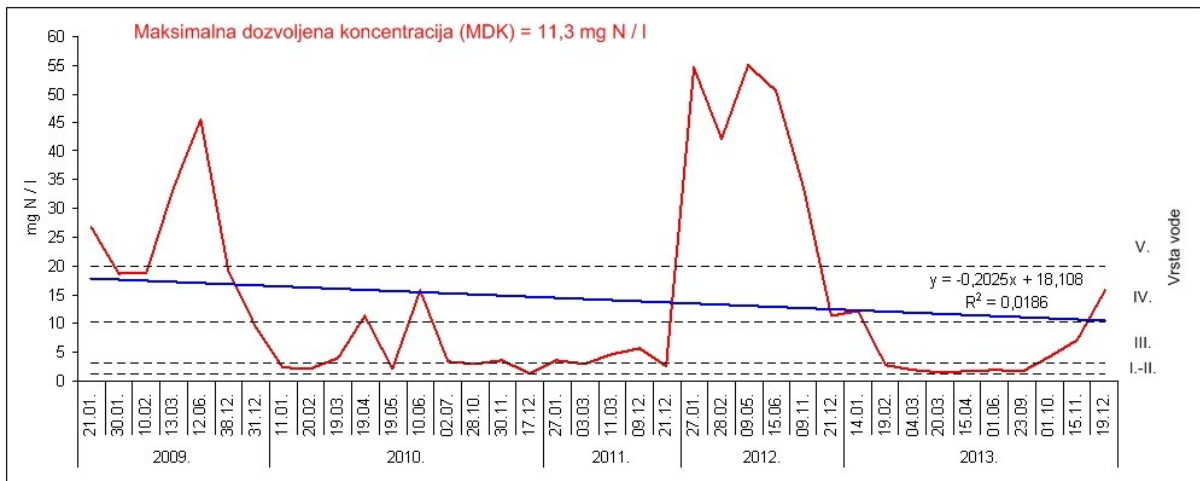
Na području istraživanja kvaliteta procjednih voda praćena je na pet lokacija u periodu od 2009.-2013. godine te je motren ukupni sadržaj dušika. Prema dobivenim višegodišnjim pokazateljima potvrđeno je da su na svim lokacijama tijekom razdoblja motrenja koncentracije ukupnog dušika (N) u procjednoj vodi lizimetara (perkolatu) povremeno prelazile vrijednosti maksimalno dopuštenih koncentracija (MDK= 11,3 mg N/l) koje su propisane **Pravilnikom**.

Iz grafikona 9-13 može se očitati uzlazni trend koncentracije ukupnog dušika u perkolatu lizimetara na lokacijama 1, 3, 4 i 5. Na navedenim lokacijama koncentracije ukupnog dušika iz perkolata lizimetara prelaze MDK (11,3 mg N/l) u 2009., 2012. i 2013. godini. Na lokaciji 2 vidljiv je blagi trend sniženja koncentracije ukupnog dušika u perkolatu lizimetara iako i na toj lokaciji koncentracije ukupnog dušika prelaze MDK u 2009. i 2012. godini. Također, na lokaciji 1 procjedna voda lizimetara kreće su unutar III. do V. klase ekološke kakvoće, dok se na lokacijama 2-5 procjedna voda lizimetara kreće unutar II. do V. klase ekološke kakvoće.

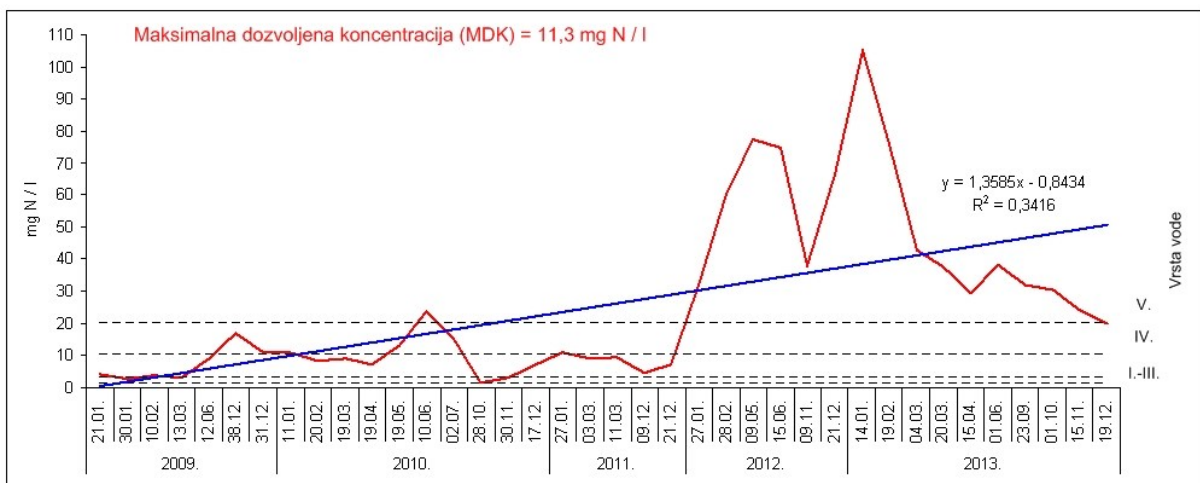




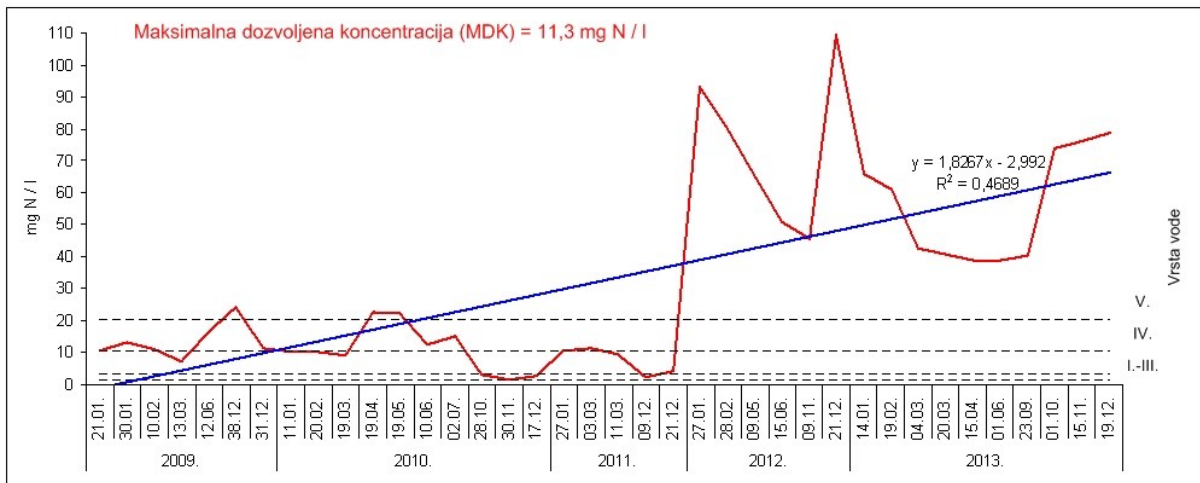
**Grafikon 9. Vrijednosti koncentracije ukupnog dušika (N) u procjednoj vodi lizimetara (perkolatu) na lokaciji 1 u razdoblju 2009.-2013.**



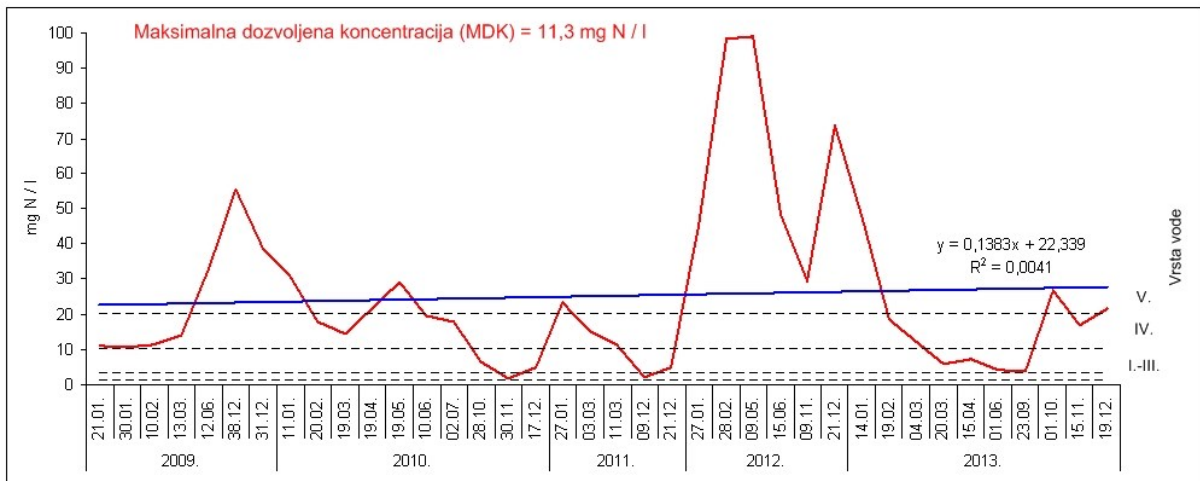
**Grafikon 10. Vrijednosti koncentracije ukupnog dušika (N) u procjednoj vodi lizimetara (perkolatu) na lokaciji 2 u razdoblju 2009.-2013.**



**Grafikon 11. Vrijednosti koncentracije ukupnog dušika (N) u procjednoj vodi lizimetara (perkolatu) na lokaciji 3 u razdoblju 2009.-2013.**



**Grafikon 12. Vrijednosti koncentracije ukupnog dušika (N) u procjednoj vodi lizimetara (perkolatu) na lokaciji 4 u razdoblju 2009.-2013.**

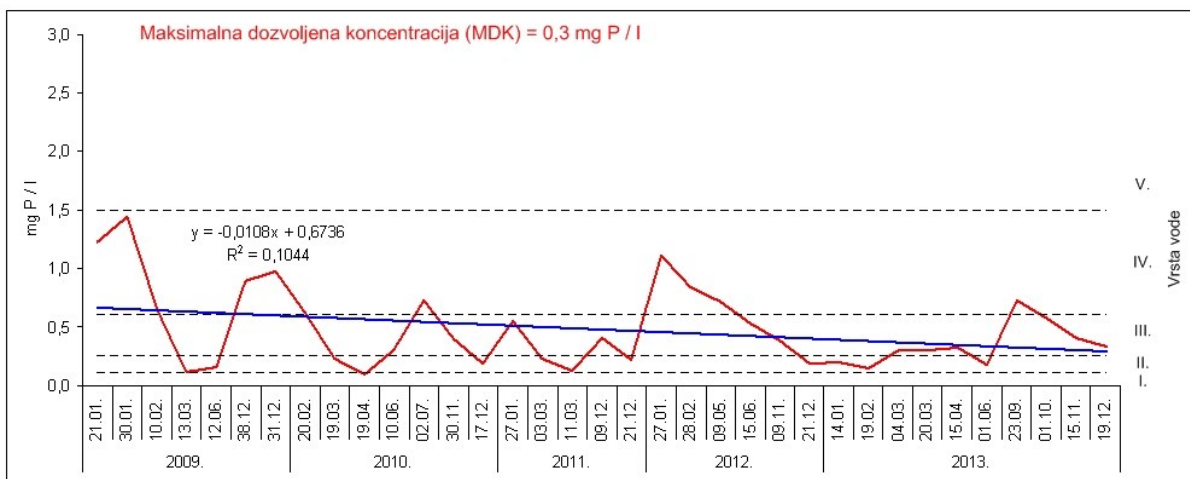


**Grafikon 13. Vrijednosti koncentracije ukupnog dušika (N) u procjednoj vodi lizimetara (perkolatu) na lokaciji 5 u razdoblju 2009.-2013.**

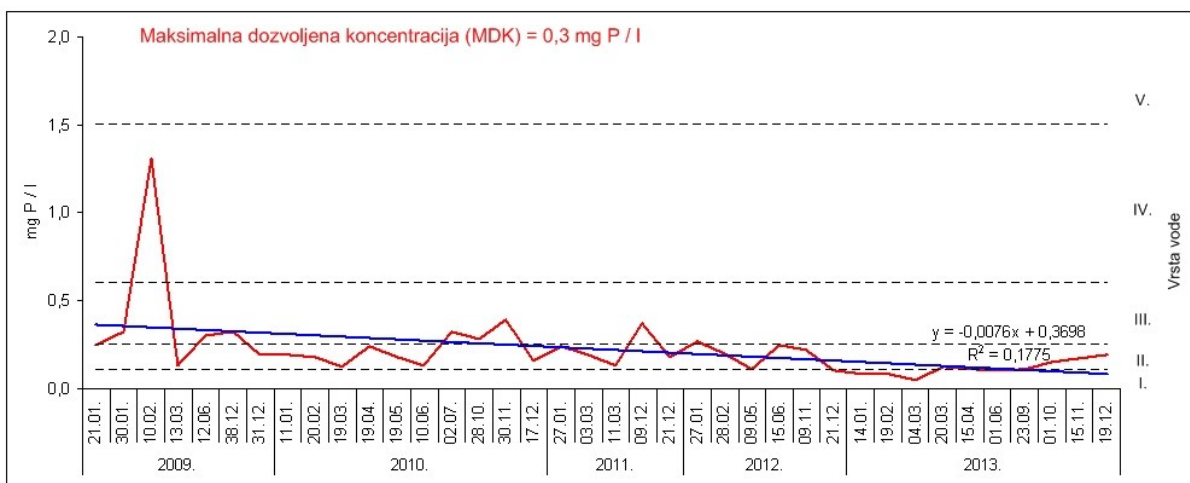
#### 6.4.2.3. Kakvoća i onečišćenje procjedne vode (perkolata) ukupnim fosforom

Na području istraživanja kvaliteta procjednih voda praćena je na pet lokacija u periodu od 2009.-2013. godine te je motren ukupni sadržaj fosfora u perkolatu lizimetra. Prema dobivenim višegodišnjim pokazateljima potvrđeno je da su tijekom motrenog razdoblja izmjerene više koncentracije fosfora od maksimalno dozvoljenih (MDK=0,30 mg P/l) prema **Pravilniku**.

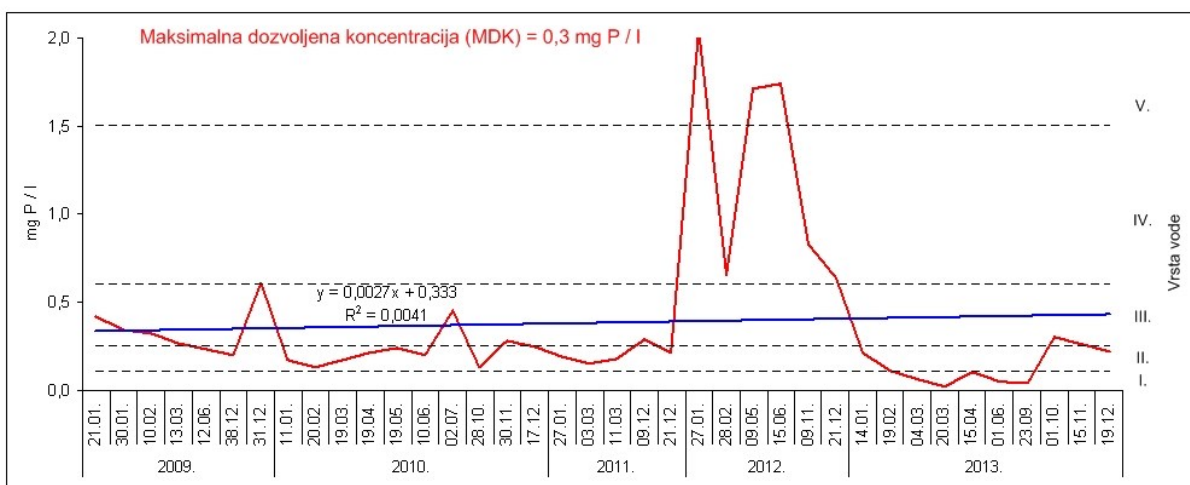
Iz grafikona 14, 15 17 i 18 može se očitati silazni trend koncentracije ukupnog fosofra u perkolatu lizimetara na lokacijama 1, 2, 4 i 5. Iako na navedenim lokacijama koncentracije ukupnog fosfora iz perkolata lizimetara prelaze MDK (0,3 mg P/l) u svim godinama istraživanje. Na lokaciji 3 (grafikon 16) vidljiv je blagi trend povećanja koncentracije ukupnog fosfora u perkolatu lizimetara. Također, na lokacijama 1 i 2 procjedna voda lizimetara kreće su unutar II. do V. klase ekološke kakvoće, na lokaciji 3 procjedna voda lizimetara kreće se unutar I. do V. klase ekološke kakvoće, na lokaciji 4 procjedna voda lizimetra kreće se unutar II. do V. klase ekološke kakvoće, a na lokaciji 5 procjedna voda lizimetra kreće se unutra I. i III. klase ekološke kakvoće.



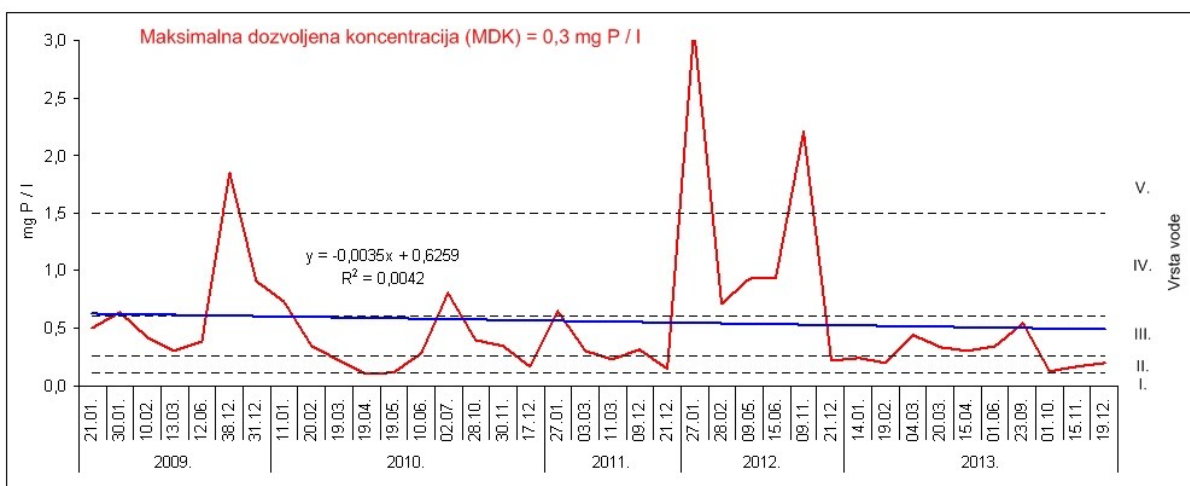
**Grafikon 14. Vrijednosti koncentracije ukupnog fosfora (P) u procjednoj vodi lizimetara (perkolatu) na lokaciji 1 u razdoblju 2009.-2013.**



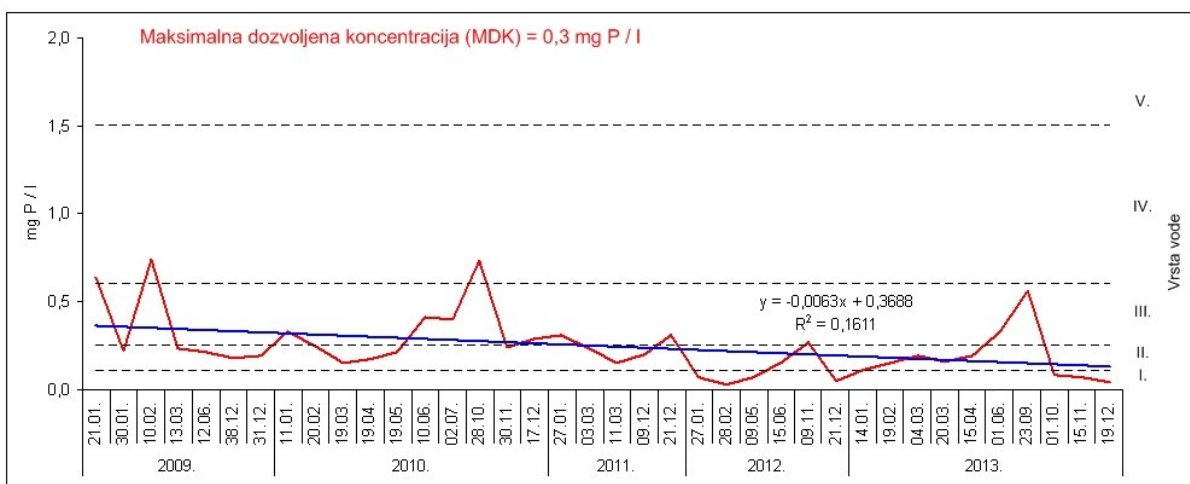
**Grafikon 15. Vrijednosti koncentracije ukupnog fosfora (P) u procjednoj vodi lizimetara (perkolatu) na lokaciji 2 u razdoblju 2009.-2013.**



**Grafikon 16. Vrijednosti koncentracije ukupnog fosfora (P) u procjednoj vodi lizimetara (perkolatu) na lokaciji 3 u razdoblju 2009.-2013.**



**Grafikon 17. Vrijednosti koncentracije ukupnog fosfora (P) u procjednoj vodi lizimetara (perkolatu) na lokaciji 4 u razdoblju 2009.-2013.**



**Grafikon 18. Vrijednosti koncentracije ukupnog fosfora (P) u procjednoj vodi lizimetara (perkolatu) na lokaciji 5 u razdoblju 2009.-2013.**

### 6.4.3. Kakvoća i onečišćenje podzemnih voda

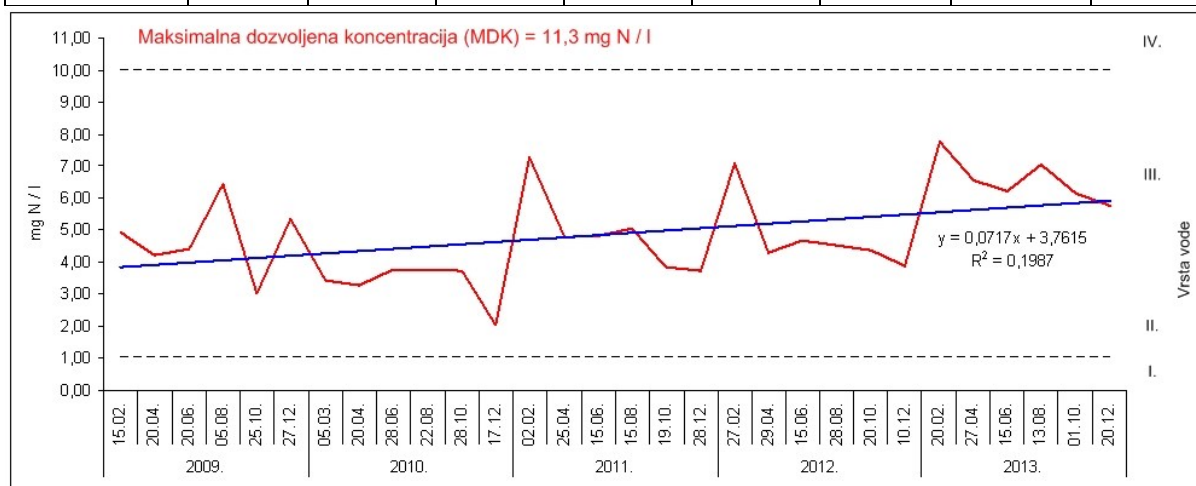
#### 6.4.3.1. Kakvoća i onečišćenje podzemnih voda ukupnim dušikom

Na području istraživanja kvaliteta podzemnih voda praćena je na području Melioracijskog kanala za navodnjavanje u periodu od 2009.-2013. godine. Iz tablice 6 može se primijetiti kako je najviša srednja vrijednost (2009-2013) koncentracije ukupnog dušika u podzemnoj vodi iznosila 6,10 mg/l (veljača), a najniža srednja vrijednost koncentracije ukupnog dušika je iznosila 4,15 mg/l (prosinac). Iz iste tablice vidljivo je da je najviša maksimalna koncentracija ukupnog dušika u podzemnoj vodi iznosila 36,64 mg/l u veljači. Najniža maksimalna vrijednost koncentracije ukupnog dušika zabilježena je u listopadu (20,02 mg/l).

Iz grafikona 19 može se očitati uzlazi trend koncentracije ukupnog dušika u podzemnim vodama iako na navedenoj lokaciji koncentracija ukupnog dušika u podzemnoj vodi ne prelazi MDK (11,3 mg N/l) niti u jednoj godini istraživanja. Ekološka kakvoća vode se kreće unutar II. i III. klase ekološke kakvoće vode

**Tablica 8. Srednje i maksimalne vrijednosti koncentracije ukupnog dušika u podzemnoj vodi na području Melioracijskog kanala za navodnjavanje za razdoblje 2009.-2013. (pjezometri 1-48)**

Vrijednosti	mg/l	Vrijeme uzorkovanja						God. prosjek
		veljača	travanj	lipanj	kolovoz	listopad	prosinac	
<b>Srednje</b>	<b>Ukupni dušik</b>	6,10	4,63	4,77	5,36	4,22	4,15	<b>4,88</b>
<b>Maksimalne</b>	<b>Ukupni dušik</b>	36,64	31,49	27,39	29,01	20,02	27,22	<b>28,63</b>



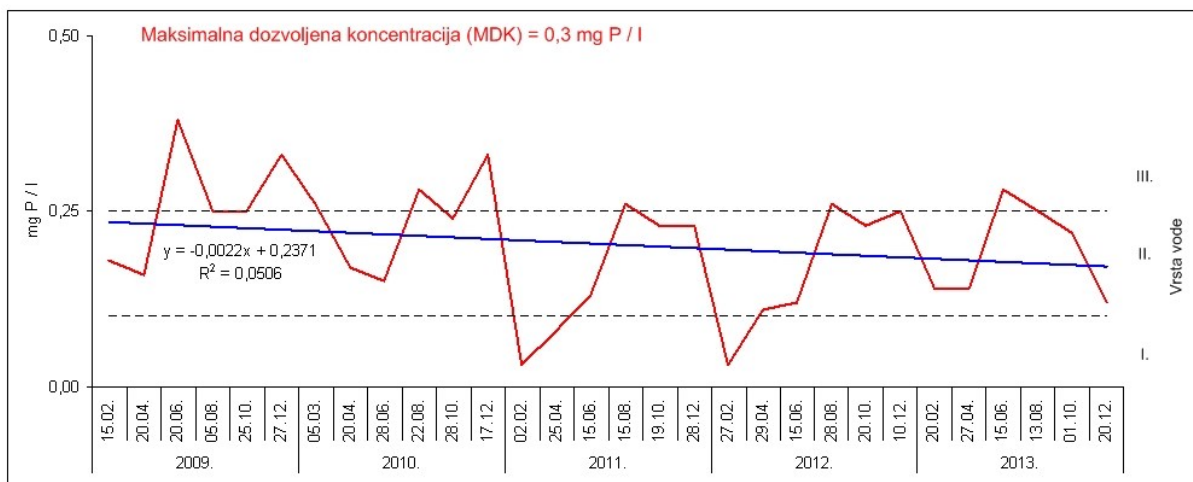
**Grafikon 19. Srednje vrijednosti koncentracije ukupnog dušika (N) u podzemnoj vodi na području Melioracijskog kanala za navodnjavanje za razdoblje 2009.-2013. (pjezometri 1-48)**

#### 6.4.3.2. Kakvoća i onečišćenje podzemnih voda ukupnim fosforom

Iz grafikona 20 vidljivo je da su srednje vrijednosti koncentracije ukupnog fosfora (mg/l) u podzemnoj vodi tijekom razdoblja istraživanja bile niže od vrijednosti MDK prema **Pravilniku** (0,30 mg/l). Međutim, maksimalne koncentracije fosfora u podzemnoj vodi bile su povremeno znatno veće od vrijednosti MDK prema Pravilniku i kobile su u rasponu vrijednosti od 0,53 (travanj) do 1,46 (lipanj) mg/l. Može se generalno zaključiti da je podzemna voda na području melioracijskog kanala i izmjerenih koncentracija ukupnog fosfora, tijekom razdoblja motrenja (2009-2013), a prema kriterijima koji su propisani **Uredbom**, odgovarala drugoj (II), odnosno trećoj (III) vrsti (kategoriji) ekološke kakvoće.

**Tablica 9. Srednje i maksimalne vrijednosti koncentracije fosfora u podzemnoj vodi na području Melioracijskog kanala za navodnjavanje za razdoblje 2009.-2013. (pjezometri 1-48)**

mg/l	Vrijeme uzorkovanja						God. prosjek
	veljača	travanj	lipanj	kolovoz	listopad	prosinac	
<b>Srednje</b>	0,13	0,13	0,21	0,26	0,23	0,25	<b>0,20</b>
<b>Maksimalne</b>	0,77	0,53	1,46	1,13	0,61	0,77	<b>0,88</b>



**Grafikon 20. Srednje vrijednosti koncentracije fosfora u podzemnoj vodi na području Melioracijskog kanala za navodnjavanje za razdoblje 2009.-2013. (pjezometri 1-48)**



## 7. Zaključak

Tradicionalna poljoprivreda dominira na području Biđ-bosutskog polja, a najčešće oranične kulture su kukuruz, pšenica, ječam, repa te soja.

Biđ-bosutskog polje proteže se na 7.200 ha, a kroz razdoblje od 2009. do 2013. godine praćene su količine ukupnog dušika i fosfora u površinskim, procijednim i podzemnim vodama.

U motrenom petogodišnjem razdoblju (2009-2013) na širem području Melioracijskog kanala, zamjetan je trend smanjenja viška, odnosno povećanja manjka bilance vode u tlu.

Promatrane kulture u istraživanju gnojene su organskim i mineralnim gnojivima, a mjerene su koncentracije gnojidbe dušikom i fosforom. Dodana maksimalna prosječna količina dušika (2009-2013) na lokaciji 5 iznosila je 245 kg N/ha dok je minimalna prosječna količina dušika na lokaciji 2 u istom razdoblju iznosila 112 kg N/ha. Maksimalna prosječna količina dodanog fosfora (2009-2013) iznosila je 123 kg P/ha na lokaciji 3 dok je minimalna prosječna količina dodanog fosfora iznosila 48 kg P/ha na lokaciji 2.

Kvaliteta površinskih voda obzirom na ukupni dušika praćena je na dvije lokacije. Primjetan je vrlo blagi uzlazni trend koncentracije ukupnog dušika u površinskoj vodi na obje lokacije istraživanja. Na lokaciji 1 koncentracije ukupnog dušika u površinskoj vodi prelaze MDK (11,3 mg N/l) u 2009., 2012. i 2013. godini. Na lokaciji 2 koncentracije ukupnog dušika u površinskoj vodi prelaze MDK (11,3 mg N/l) samo u drugoj polovici 2012. godine. Obzirom na ekološku kakvoću, koncentracije ukupnog dušika površinske vode na obje lokacije kreću se unutar II. do V. klase ekološke kakvoće.

Kvaliteta površinskih voda obzirom na ukupni fosfore praćena je na dvije lokacije. Vidljiv je blagi uzlazni trend koncentracije ukupnog fosfora u površinskoj vodi na obje lokacije istraživanja. Na lokaciji 1 i 2 koncentracije ukupnog fosfora u površinskoj vodi prelaze MDK (0,3 mg P/l) u 2009., 2012. i 2013. godini. Obzirom na ekološku kakvoću, koncentracije ukupnog fosfora površinske vode na lokaciji 1 kreću se unutar I. i V. klase ekološke kakvoće, a na lokaciji 2 unutar II. i V. klase ekološke kakvoće.

Kvaliteta procjedne vode (perkolata) obzirom na ukupni dušik na svih pet lokacija iz perkolata lizimetara prelaze MDK (11,3 mg N/l) u 2009., 2012. i 2013. godini. Na lokaciji 2 vidljiv je blagi trend sniženja koncentracije ukupnog dušika u perkolatu lizimetara iako i na toj lokaciji koncentracije ukupnog dušika prelaze MDK u 2009. i 2012. godini. Također, na lokaciji 1 procjedna voda lizimetara kreće su unutar III. do V. klase ekološke kakvoće, dok se na lokacijama 2-5 procjedna voda lizimetara kreće unutar II. do V. klase ekološke kakvoće.

Kvaliteta procjedne vode (perkolata) obzirom na ukupni fosfor u perkolatu lizimetra može se očitati silazni trend koncentracije ukupnog fosfora u perkolatu lizimetara na lokacijama 1, 2, 4 i 5. Iako na navedenim lokacijama koncentracije ukupnog fosfora iz perkolata lizimetara prelaze MDK (0,3 mg P/l) u svim godinama istraživanje. Na lokaciji 3 vidljiv je blagi trend povećanja koncentracije ukupnog fosfora u perkolatu lizimetara. Također, na lokacijama 1 i 2 procjedna voda lizimetara kreće su unutar II. do V. klase ekološke kakvoće, na lokaciji 3 procjedna voda lizimetara kreće se unutar I. do V. klase ekološke kakvoće, na lokaciji 4 procjedna voda lizimetra kreće se unutar II. do V. klase ekološke kakvoće, a na lokaciji 5 procjedna voda lizimetra kreće se unutra I. i III. klase ekološke kakvoće.

Za kvalitetu podzemne vode obzirom na ukupni dušik može se očitati uzlazni trend koncentracije ukupnog dušika u podzemnim vodama iako na navedenoj lokaciji koncentracija ukupnog dušika u podzemnoj vodi ne prelazi MDK (11,3 mg N/l) niti u jednoj godini istraživanja. Ekološka kakvoća vode se kreće unutar II. i III. klase ekološke kakvoće vode

Kvaliteta podzemne vode obzirom na ukupni fosfor tijekom razdoblja istraživanja bila je niža od vrijednosti MDK prema **Pravilniku** (0,30 mg/l). Međutim, maksimalne koncentracije fosfora u podzemnoj vodi bile su povremeno znatno veće od vrijednosti MDK prema Pravilniku. Može se generalno zaključiti da je podzemna voda na području melioracijskog kanala i izmjerenih koncentracija ukupnog fosfora, tijekom razdoblja motrenja (2009-2013), a prema kriterijima koji su propisani **Uredbom**, odgovarala drugoj (II), odnosno trećoj (III) vrsti (kategoriji) ekološke kakvoće.



## Popis literature

1. Almasri, M.N. (2003). Optimal management of nitrate contamination of ground water. Doctoral Thesis, Utah State University, Logan, Utah.
2. Butorac A. (1999). Opća agronomija. Školska knjiga, Zagreb.
3. Črnek, N. (2018). Onečišćenje i zaštita voda. Završni rad. Veleučilište u Karlovcu, Odjel sigurnosti i zaštite, Karlovac
4. Državni zavod za statistiku (2014). Statistički ljetopis. Zagreb
5. Grahovac, P. (2005). Ekonomika poljoprivrede. Golden marketing- Tehnička knjiga, Zagreb
6. Jukić, M. (2017). Određivanje bilance vode u tlu Thornthwaiteovom metodom. Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split
7. Kovačević, V. & Rastija, M. (2014). Žitarice. Sveučilište J. J. Strossmayera, Poljoprivredni fakultet, Osijek
8. Maričić S., Šreng Ž. (2016). Velike vode Pobosuča. U: Mehić, A. & Jašarević, (ur.). Proceedings of the First B&H Water Congress
9. Obarčanin E., Dadaček N., Žaja I., Kalaica M. (2020). Sustav javnog navodnjavanja Biđ. Predinvesticijska studija. Vodoprivredno-projektni biro d.d
10. Petošić, D., Bubalo Kovačić, M., Filipović, V., Knežević, D., Mustać, I. (2018). Utjecaj uzgoja ratarskih kultura na onečišćenje voda Biđ-bosutskog polja. Znanstveni rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za melioracije, Zagreb
11. Vakanjac, S. (2020). Ekonomika ratarske proizvodnje. Završni rad. Sveučilište u Osijeku, Ekonomski fakultet Osijek
12. Vukovarsko-srijemska županija (2017). Strateška studija o utjecaju na okoliš razvojne strategije Vukovarsko-srijemske županije za razdoblje do 2020. godine. Vukovarsko-srijemska županija, Vukovar
13. Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoj (2008). Pravilnik o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva. Narodne novine, 56/2008
14. Vlada Republike Hrvatske (2019). Uredba o standardu kakvoće voda. Narodne novine, 96/2019

## **Životopis**

Tin Petričević rođen je 08.12.1995. godine u Zagrebu. Završio je srednju školu Geološkog tehničara u Prirodoslovnoj školi Vladimira Preloga u Zagrebu, 2010. godine. Nakon srednjoškolskog obrazovanja upisuje Agronomski fakultet u Zagrebu (2014. godine) smjer Poljoprivredna tehnika. Nakon preddiplomskog studija odlučuje se za diplomski studij smjera Poljoprivredna tehnika – melioracije.

Tijekom fakultetskog obrazovanja položio je brojne tečajeve te posjeduje: Uvjerenje o osnovama navodnjavanja u hortikulturi (IN-AQUA edukacijski centar), kao i Uvjerenja o osposobljavanju za rukovatelja motornim škarama, rotošjekačem i trimerom, motornom kosilicom i motornom lančanom pilom.