Procjena utjecaja poljoprivredne proizvodnje na onečišćenje voda nitratima u Karlovačkoj županiji

Kostelac, Dora

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:392968

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

PROCJENA UTJECAJA POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE NA ONEČIŠĆENJE VODA NITRATIMA U KARLOVAČKOJ ŽUPANIJI

DIPLOMSKI RAD

Dora Kostelac

Zagreb, rujan, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Poljoprivredna tehnika - melioracije

PROCJENA UTJECAJA POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE NA ONEČIŠĆENJE VODA NITRATIMA U KARLOVAČKOJ ŽUPANIJI

DIPLOMSKI RAD

Dora Kostelac

Mentor:

doc. dr. sc. Marina Bubalo Kovačić

Zagreb, rujan, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, Dora Kostelac, JMBAG 0178104116, rođena 18. 02. 1997. u Karlovcu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

PROCJENA UTJECAJA POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE NA ONEČIŠĆENJE VODA NITRATIMA U KARLOVAČKOJ ŽUPANIJI

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 studentice Dore Kostelac, JMBAG 0178104116, naslova

PROCJENA UTJECAJA POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE NA ONEČIŠĆENJE VODA NITRATIMA U KARLOVAČKOJ ŽUPANIJI

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo:			potpisi:
1.	doc.dr.sc. Marina Bubalo Kovačić	mentor	_____
2.	izv.prof.dr.sc. Aleksandra Perčin	član	_____
3.	izv.prof.dr.sc. Monika Zovko	član	_____

Sadržaj

1. Uvod 1

1.1. Cilj rada 1

2. Pregled dosadašnjih istraživanja 2

2.1. Onečišćenje vodnih resursa 2

2.1.1. Onečišćenje površinskih voda 3
2.1.2. Onečišćenje podzemnih voda 5

3. Materijali i metode 7

3.1. Područje istraživanja 7

3.1.1. Geografski smještaj i reljef 7
3.1.2. Geološke značajke 8
3.1.3. Hidrogeološke značajke 9

3.2. Struktura biljne i stočarske proizvodnje u Karlovačkoj županiji 9

3.2.1. Biljna proizvodnja 9
3.2.2. Stočarska proizvodnja 13

3.3. Ulazni podaci o kakvoći vode 14

3.3.1. Statistička analiza 14

4. Rezultati i rasprava 15

4.1. Kakvoća površinskih voda 15

4.1.1. Utjecaj biljne proizvodnje 18
4.1.2. Utjecaj stočarske proizvodnje 19

4.2. Kakvoća podzemnih voda 21

4.2.1. Utjecaj biljne proizvodnje 23
4.2.2. Utjecaj stočarske proizvodnje 24

5. Zaključak 25

6. Literatura 26

Sažetak

Diplomskog rada studentice Dore Kostelac, naslova

PROCJENA UTJECAJA POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE NA ONEČIŠĆENJE VODA NITRATIMA U KARLOVAČKOJ ŽUPANIJI

Problem onečišćenja voda nitratima sve je više prepoznat u posljednjih nekoliko godina. Intenzivna poljoprivredna proizvodnja prepoznata je kao jedan od značajnijih izvora onečišćenja podzemnih voda nitratima. Propisana granična vrijednost za nitrate u vodi za piće u Hrvatskoj je preuzeta iz Nitratne direktive i iznosi 50 mg/l. U ovom radu analizirali su se dostupni podaci o kakvoći površinskih i podzemnih voda u Karlovačkoj županiji te se zatim ispitivao utjecaj poljoprivredne proizvodnje na količinu nitrata u podzemnim i površinskim vodama odabranih monitoring postaja. Utvrđivala se povezanost biljne i stočarske proizvodnje s koncentracijom nitrata u podzemnim i površinskim vodama na ispitivanom području te se došlo do zaključka da nema povezanosti između istih.

Ključne riječi: nitrati, poljoprivredna proizvodnja, podzemne vode, površinske vode

Summary

Of the master's thesis – student Dora Kostelac**,** entitled

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF AGRICULTURAL PRODUCTION ON WATER POLLUTION WITH NITRATES IN KARLOVAC COUNTY

The nitrates water pollution problem has been increasingly recognized in the last few years. Intensive agricultural production is recognized as one of the most important sources of groundwater nitrate pollution. The prescribed limit value for nitrate in drinking water, adopted from Nitrate directive, in Croatia is 50 mg/l. In this paper, available data on the quality of surface and underground water in Karlovac County were analyzed, and then the influence of agricultural production on the amount of nitrate in underground and surface waters of selected monitoring stations was examined. The connection between plant and livestock production and the concentration of nitrate in underground and surface water in the investigated area was determined, and it was concluded that there is no connection between them.

Keywords: nitrate, agricultural production, underground water, surface water

1. Uvod

Uzimajući u obzir vremenski period potreban za nastanak tla, važno ga je tretirati kao neobnovljiv izvor u svrhu očuvanja. S obzirom na to da je tlo osnova poljoprivredne proizvodnje, zahtijeva puno znanja i pažnje prilikom korištenja. Poljoprivredna tla su zbog učestalosti korištenja izložena procesima degradacije, što u konačnici dovodi do narušavanja vodozračnih odnosa u tlu. Nadalje, dolazi do onečišćenja i pogoršanja kakvoće površinskih i podzemnih voda.

Poljoprivreda podrazumijeva uzgoj različitih usjeva i domaćih životinja s ciljem proizvodnje hrane. Iako je ključna za održavanje života, poznato je da poljoprivredna proizvodnja ima mnoge utjecaje na okoliš. Najznačajniji od njih su: krčenje šuma, klimatske promjene, zagađenje i opća degradacija okoliša.

S ciljem povećanja količine poljoprivredne proizvodnje, dolazi do sve češćeg krčenja šuma. Krčenjem šuma osigurava se veći prostor za pašnjake i zemljišta za usjeve, ali sve obilnije krčenje šuma utječe na klimatske promjene, na vodeni ciklus, uništavanje staništa među vrstama dovodi do fragmentacije i osiromašenja, itd.

Poljoprivreda je nesumnjivo pogođena klimatskim promjenama, ali jednako tako im i doprinosi. Emisije stakleničkih plinova uzrokovane poljoprivrednom proizvodnjom utječu na klimatske promjene te ih je potrebno smanjiti.

U svrhu bolje poljoprivredne proizvodnje, podliježe se i korištenju gnojiva i pesticida koji u konačnici završavaju kao zagađivači vode što potencijalno može utjecati na zdravlje ljudi i životinja.

Lošom poljoprivrednom praksom dolazi do degradacije tla zbog onečišćenja pesticidima, plavljenja, zaslanjivanja tla. Do gubitka plodnosti tla i strukture dolazi i zbog erozije. Onečišćenje okoliša koje proizlazi iz poljoprivrednih aktivnosti, sve je veći problem jer dolazi do povećanja koncentracije nitrata, fosfata, ostataka pesticida i ostalih tvari koje onečišćuju tlo i pitku vodu, a sve češće u pitanje dolazi i kakvoća nekih poljoprivrednih proizvoda.

1.1. Cilj rada

Cilj rada je analizirati rezultate kakvoće podzemnih i površinskih voda iz nacionalnog monitoringa na području Karlovačke županije, odabrati reprezentativne postaje za daljnju analizu te procijeniti utjecaj poljoprivredne (biljne i stočarske) proizvodnje na koncentracije nitrata u vodama na području istraživanja.

2. Pregled dosadašnjih istraživanja

2.1. Onečišćenje vodnih resursa

Voda u bilo kojem od svojih oblika i bez obzira gdje se nalazi, a koja je korisna za čovjeka, naziva se vodni resurs. Izvori onečišćenja vodnih resursa mogu biti različiti. Razlikuju se po načinu djelovanja (aktivni i potencijalni) i po obliku (točkasti, linijski, plošni).

Aktivni izvori onečišćenja dijele se na stalne i povremene (Grizelj Šimić, 2016). Stalni aktivni izvori uzrokuju onečišćenje tijekom cijelog vremena promatranja, a kod povremenih do onečišćenja vode dolazi samo u jednom dijelu vremena promatranja.

Potencijalni izvori onečišćenja u normalnim uvjetima ne onečišćuju vode, ali do toga iznimno može doći u izvanrednim okolnostima poput nepažnje, kvarova i sl.

Posljedica mnogih čovjekovih djelatnosti su točkasti izvori onečišćenja. Naziv točkasti dolazi iz razloga što je mjesto emisije onečišćenja samo jedna točka u prostoru.

Linijski izvori onečišćenja djeluju duž određenog pravca ili krivulje (linije).

Plošni izvori onečišćenja su veće površine terena na kojima se nalazi onečišćenje te se oborinskim vodama isto odnosi u površinske vode ili prodire ispod površine tla.

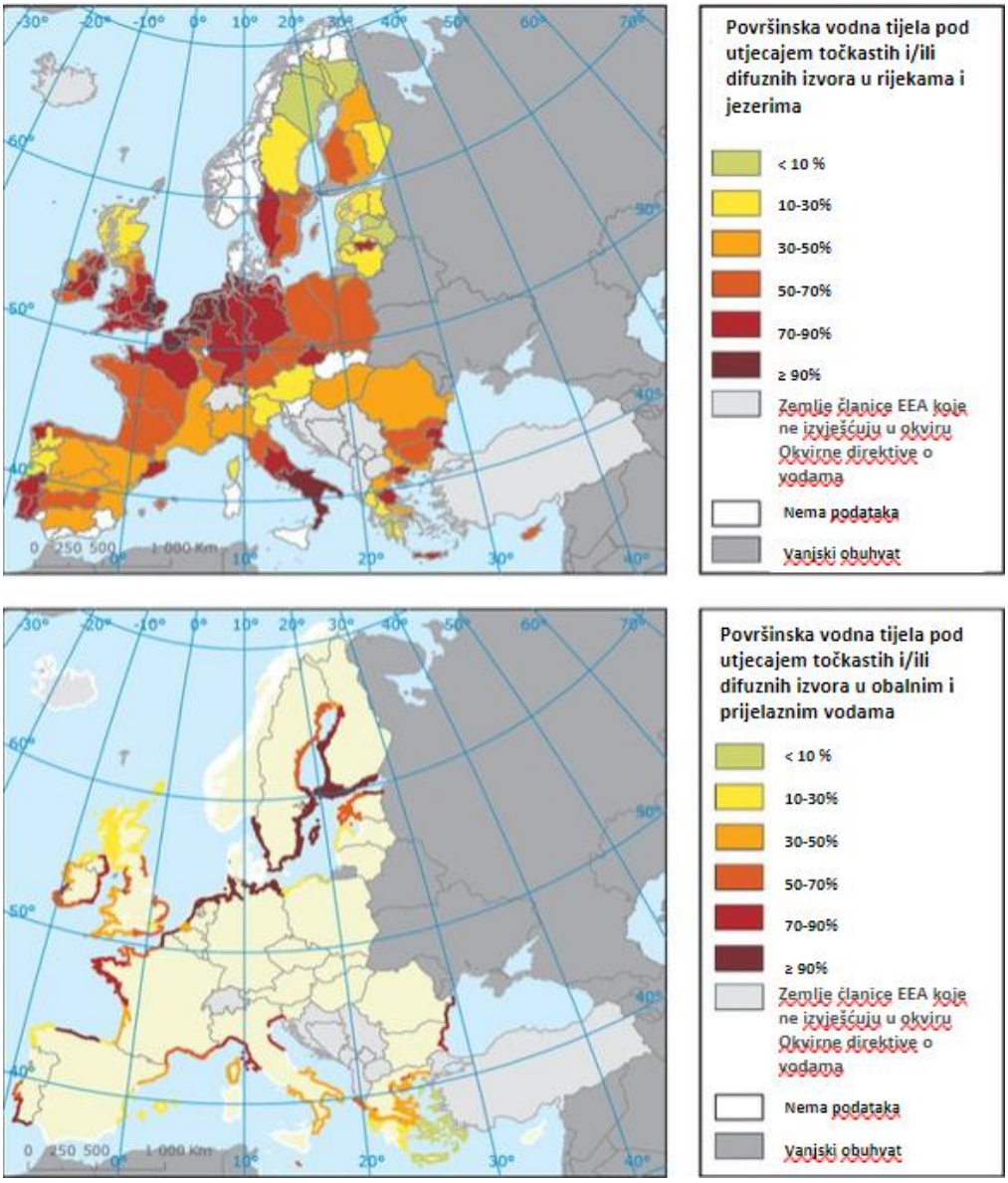
Glavni izvori onečišćenja voda su industrijske štetne tvari, nepročišćene otpadne vode iz kućanstava, betoniranje i asfaltiranje prometnica, kisele kiše, prekomjerna i/ili nestručna upotreba gnojiva i sredstava za zaštitu bilja i dr. Prekomjerna količina nitrata u vodi uzrokuje gubitak kisika i eutrofikaciju što dovodi do šteta kako po ljudsko zdravlje, tako i po ekosustav te itekako ima utjecaj na opskrbu pitkom vodom i na bioraznolikost. Granična vrijednost nitrata u podzemnim vodama propisana Nitratnom direktivom iznosi 50 mg/l (EC, 1997).

2.1.1. Onečišćenje površinskih voda

S obzirom na različite mogućnosti prijenosa tvari u prirodi koji uvjetuju kemijski sastav voda, problem nitrata u površinskim vodama je znatno manji nego li u podzemnim vodama. U posljednja 2 desetljeća, u Europi su poduzete mjere kako bi se smanjio unos hranjiva iz ispusta otpadnih voda, ali difuzno onečišćenje iz poljoprivrede je još uvijek velika prijetnja za vode.

Analize pokazuju da su u Europi između 1992. i 2005. koncentracije nitrata i fosfata ostale relativno nepromijenjene u jezerima, dok su se smanjile u rijekama (Europska agencija za okoliš, 2009). U biti, došlo je do blagog smanjenja koncentracija dušika u europskim rijekama u usporedbi s vrijednostima iz 1990-ih, osim u južnoj Europi, a koncentracije fosfata znatno su se smanjile, što je odraz općeg poboljšanja u pročišćavanju otpadnih voda i smanjenju fosfata u deterdžentima (Europska agencija za okoliš, 2005). Međutim, u Europi se trendovi koncentracija hranjivih tvari razlikuju ovisno o lokalnim uvjetima u različitim regijama. Prema informacijama koje su dostavile države članice o kakvoći površinskih voda (Europska komisija, 2007 COM (2007) 120), između dva razdoblja 1996.-1999. i 2000.-2003. koncentracije nitrata smanjile su se u 55 % mjernih stanica i ostale nepromijenjene u 31 %. Međutim, u 14 % mjernih stanica koncentracije nitrata su se povećavale.

Stanice koje iskazuju rastuće trendove nalazile su se u Luksemburgu, Francuskoj, Ujedinjenom Kraljevstvu, Portugalu i Belgiji, dok su u Danskoj, Austriji, Irskoj, Švedskoj, Njemačkoj i Nizozemskoj (Europska Komisija, 2007 COM (2007) 120) opaženi i stabilni trendovi (slika 1). Te trendove treba ocijeniti regionalno i uzimajući u obzir suvremene promjene izvora dušika. Naime, između dva navedena razdoblja unos dušika mineralnim gnojivima i stajskim gnojem smanjio se za 6 %, odnosno 5 % (Europska komisija, 2007 COM (2007) 120), atmosfersko taloženje blago se smanjilo, a ispuštanja hranjivih tvari smanjila su se poboljšanjem obrade otpadnih voda (Europska agencija za okoliš, 2005). Stoga, u pojedinim područjima koncentracija nitrata u površinskim vodama mogla je ostati konstantna unatoč određenom smanjenju unosa dušika. Prema podacima koje su države članice (EU-27) dostavile u izvješću Nitratne direktive kojim je obuhvaćeno razdoblje od 2004. do 2007., koncentracija nitrata povećava se u 30 % mjernih stanica, dok je nepromijenjena ili se smanjuje u 70 % stanica (COM (2010) 47 Europske komisije).



Slika 1. Karta površinskih vodnih tijela pod pritiskom iz točkastih ili linijskih izvora (izvor: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/proportion-of-classified-water-bodies-4)

Trenutačne koncentracije u rijekama stvaraju značajna opterećenja dušikom. U europskim obalnim vodama koncentracije nitrata ostale su općenito nepromijenjene u Baltičkom, Sjevernom i Keltskom moru, a povećale su se u nekim talijanskim obalnim područjima.

Artioli i sur. (2008) uspoređivali su proračune dušika za europska mora tijekom tri razdoblja: prije eutrofikacije, tijekom teške eutrofikacije i u trenutačnoj situaciji. Prema njihovom istraživanju u Baltiku riječno opterećenje količinom dušika i fosfora nepromijenjeno je od razdoblja eutrofikacije (1955. -1985.), u obalnom dijelu Sjevernog mora unos hranjivih tvari pao je nakon razdoblja teške eutrofikacije (završetak oko 1990.), a na sjeveru Jadranskog mora opterećenje riječne linije se povećalo za dušik, dok su prepolovljene za fosfor kao rezultat politike zabrane fosfata u deterdžentima (Grizzetti i sur., 2011).

2.1.2. Onečišćenje podzemnih voda

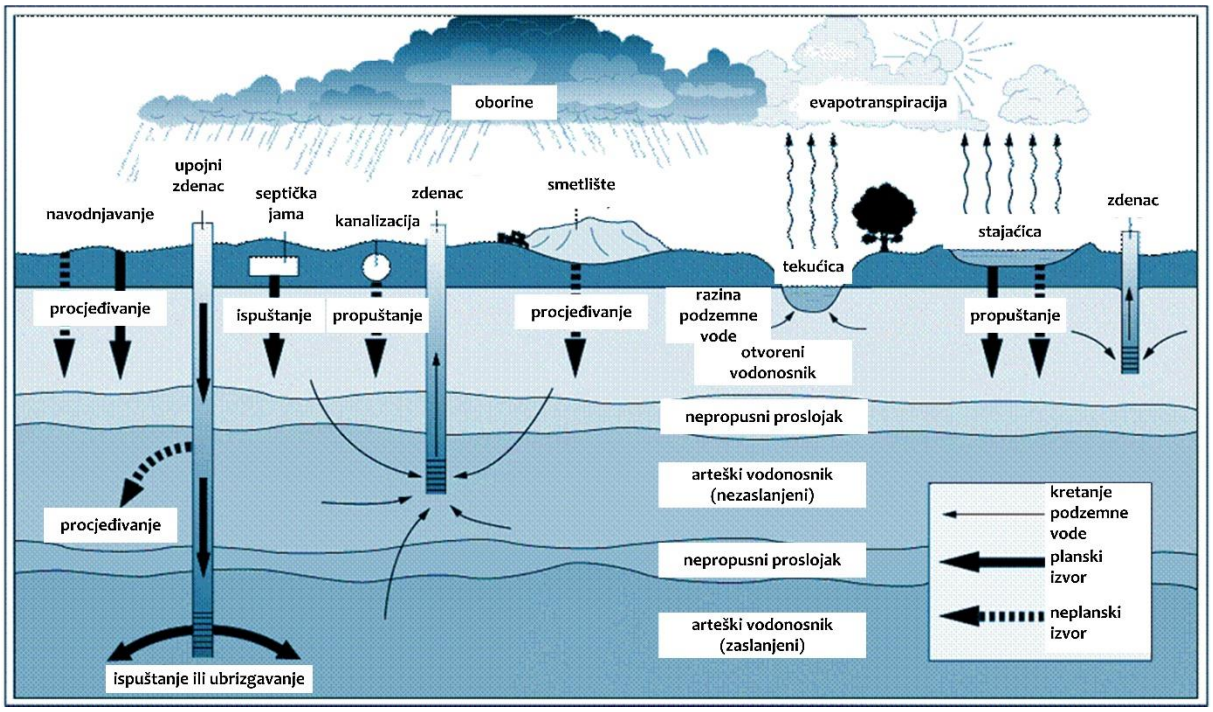
Podzemne vode se nalaze ispod površine tla, nastaju prodorom vode kroz površinu u dublje slojeve tla. Podzemne vode su vrlo važne za javnu vodoopskrbu, stoga je onečišćenje istih izuzetan problem te je zaštita voda postala jedan od prioriteta u cijelom svijetu.

Podzemne vode važan su prirodni resurs visoke ekonomske vrijednosti i društvenog značaja. Opskrbljuju gotovo polovicu svih izvora pitke vode u svijetu (WWAP, 2009) i igraju ključnu ulogu u proizvodnji hrane jer se više od 40 % globalne potrošnje odnosi na navodnjavanje (Siebert i sur., 2010).

Nadalje, u okolišnom smislu, podzemni izvori izravno prihranjuju rijeke, jezera i močvare. Posljednjih desetljeća svjedočimo povećanom pritisku na resurse podzemnih voda na globalnoj razini, što je u mnogim slučajevima dovelo do apstrakcije iznad održivih razina i povećanja razine onečišćenja. Klimatske promjene, korištenje zemljišta i rast stanovništva predstavljaju niz prijetnji resursima podzemnih voda na globalnoj razini, čime se utječe na količinu i kvalitetu vode.

Korištenje poljoprivrednog zemljišta predstavlja najveću opasnost u mogućem širenju onečišćenja podzemnih voda na globalnoj razini (Haller, 2013). Kao rezultat desetljeća primjene gnojiva i površinskog širenja životinjskog gnojiva, značajno povećanje koncentracije hranjivih tvari zabilježeno je i u sustavima privatnih i javnih bušotina (Hallberg i Keeney, 1993). Nitrati (NO_3^-) su jedan od glavnih onečišćivača podzemnih voda. Visoke koncentracije nitrata u podzemnim vodama mogu uzrokovati rizik za javno zdravlje i onečišćenje okoliša koji su već postali zajednički problem u mnogim dijelovima svijeta.

Onečišćenje nitratima u podzemnim vodama uzrokovano je različitim procesima i izvorima. Utvrđivanje izvora onečišćenja nitratima ključno je za rješavanje problema kvalitete podzemnih voda. Primjena poljoprivrednih gnojiva glavni je izvor onečišćenja koji utječe na kvalitetu podzemnih voda. Ovaj oblik onečišćenja širi se na većem području, za razliku od točkastih izvora, koji su jedinstveni i prepoznatljivi izvori onečišćenja koji uglavnom utječu na lokalizirana područja. Difuzni izvori nitrata uključuju dugotrajno, rasprostranjeno pretjerano korištenje kemijskih gnojiva ili stajnjaka te dugotrajno curenje u kanalizacijskim vodovima (Viers i sur., 2012.). Primjeri točkastih izvora uključuju područja skladištenja stajskog gnoja i kemikalija, propusnog septičkog ili kanalizacijskog sustava (Haller i sur., 2013; slika 2). Točkasti izvori mogu rezultirati iznimno visokom koncentracijom nitrata u lokaliziranim područjima.



Slika 2. Izvori onečišćenja podzemnih voda (izvor: prilagođeno prema www.ilocis.org/documents/chpt55e.htm)

Prekomjerno korištenje dušika potiče rast vodenih biljaka i algi. Prekomjeran rast ovih organizama može dovesti do eutrofikacije, što može izazvati bujanje algi, anoksiju vodenih stupova i smrtnost riba, što negativno utječe na ljude u smislu smanjene kakvoće okoliša, potencijalnih zdravstvenih rizika i povećanih troškova gospodarenja (Wetzel, 2001; Wilson i Carpenter, 1999). Eutrofikacija je obogaćivanje površinskih voda biljnim hranjivim tvarima. Iako se može događati prirodno, obično je povezana s antropogenim izvorima hranjivih tvari. Eutrofikacija uzrokuje neke nestabilne posljedice.

Primjerice, smanjuje se prodor svjetlosti u vodu. To se događa jer alge bujaju brže nego što razgrađuju. Smanjeno prodiranje svjetlosti smanjuje produktivnost biljaka koje žive u dubljim vodama. Drugo, voda se osiromašuje kisikom. Kada alge uginu i razgrađuju se, troši se velika količina kisika za razgradnju. Količina kisika u vodi također se smanjuje zbog nedostatka primarne proizvodnje u zamračenim dubokim vodama. U osnovi, cijeli vodeni ekosustav mijenja se eutrofikacijom.

3. Materijali i metode

3.1. Područje istraživanja

3.1.1. Geografski smještaj i reljef

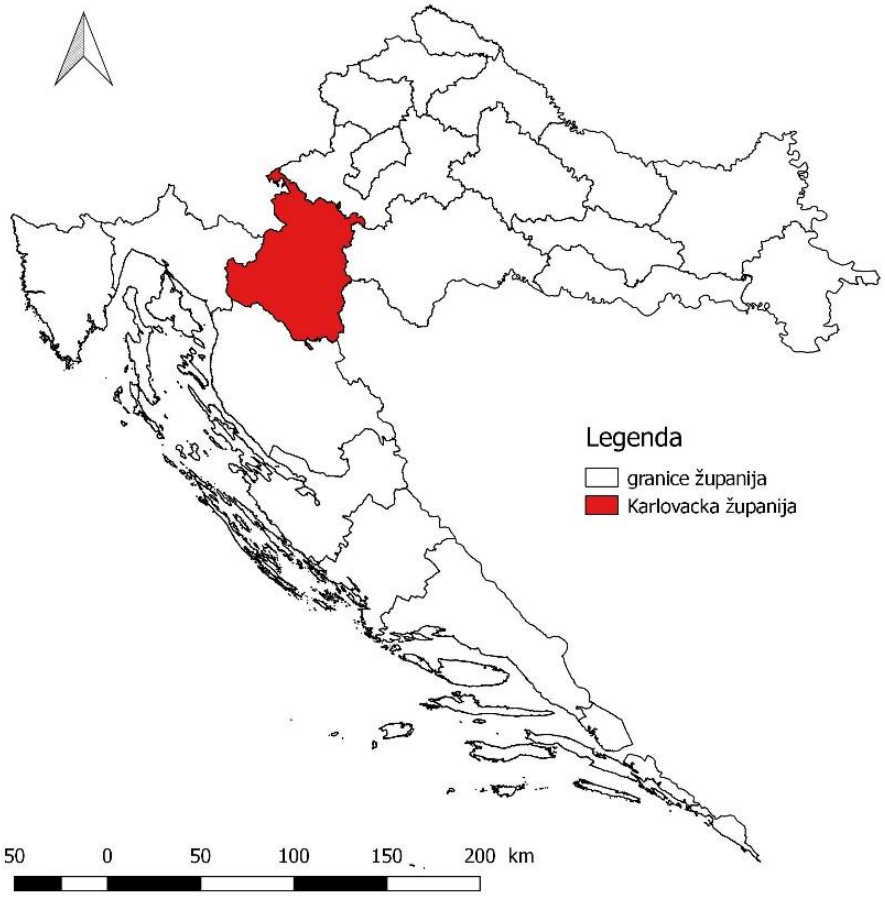
Karlovačka županija se sa svojom površinom od 3626 km^2 nalazi u središnjoj Hrvatskoj te je 6. županija po veličini, a podijeljena je u 22 općine. Pozicija županije vidljiva je na slici 3.

Prostor županije je specifičan zbog njenog prometnog, tranzitnog i geostrateškog položaja. Taj prostor pristupa suženom dijelu Dinarida Gorske Hrvatske iz smjera Panonske nizine, što je najpovoljnije mjesto za spajanje srednjeg Podunavlja s Jadranom. Također je tu i sjecište i čvorište najvažnijih prometnica koje su poveznica Europe i Jadranske obale. Karlovačka županija graniči sa dvije susjedne države (Slovenija, BiH) te je u doticaju sa 4 županije (Zagrebačka, Sisačko-moslavačka, Primorsko-goranska, Ličko-senjska).

Karlovačka županija je kontaktni prostor dviju geografskih megaregija Republike Hrvatske, a to su: Gorska Hrvatska (Ogulinsko-plaščanska zavala i Unsko-koranska zaravan) i Panonska Hrvatska (Zavala sjeverozapadne Hrvatske i manjim dijelom gorsko zavalsko područje sjeverozapadne Hrvatske). S obzirom na to, ima karakteristike obje regije te sve prostorne parametre i utjecaj na gospodarsko, društveno i prostorno uređenje.

Najniža kota terena je 110 m n.v. u području gdje rijeka Kupa izlazi iz županije, a najviša 1534 m n.v. na vrhu Kula na Bjelolasici (granica sa Primorsko-goranskom županijom).

Prostor Karlovačke županije je vrlo raznolik te se tamo nalazi od širokih naplavnih dolina rijeka na ravničarskom sjeveru, sve do uskih riječnih dolina i kanjona između planinarskih vrhova u južnom dijelu županije.



Slika 3. Pozicija Karlovačke županije

3.1.2. Geološke značajke

Geološke formacije u ravničarskom području oko ušća Kupe, Dobre, Mrežnice i Korane, sjeverno od Karlovca, uglavnom su sastavljene od krupnozrnatih kvartarnih, slabo propusnih sedimenata iz tercijara.

Područje oko Vojnića i sjeverno od Ozlja i Žakanja nalazi se na klastitima paleozojskih i mezozojskih metamorfnih i magmatskih stijena. Južno od Duge Rese, do Ogulina i Slunja, prostiru se karbonatne naslage s ograničenim krškim pojavama, a prema jugu prostiru se karbonatne stijene s izrazito razvijenim krškim pojavama. Stoga se područje županije može podijeliti na aluvijalno nisko područje, središnje brdsko područje i jugozapadno brdsko planinsko područje. Cijela je regija pod posebnim utjecajem tektonskih pokreta koji su aktivni od paleozoika do danas. Cijeli je prostor pod utjecajem tektonskih pokreta koji su djelovali od paleozoika do danas. Tektonski pokreti započeli u mlađem eocenu za posljedicu imaju navlačne strukture, a rezultat svega je kontrakcija I izdizanje prostora prilikom približavanja Afričke i Euroazijske ploče (Ires ekologija, 2018).

3.1.3. Hidrogeološke značajke

U hidrološkom smislu Karlovačku županiju karakterizira jedna od najvažnijih i najvrjednijih hidrogeoloških cjelina – sliv rijeke Kupe, koje se do Karlovca prostire na površini od 6400 km^2. Južna i zapadna granica sliva ujedno su i razvođe crnomorskog i jadranskog sliva. Sliv Kupe karakterizira asimetričnost jer se 70 % njezinih pritoka nalazi na desnoj obali Kupe, odnosno na području Karlovačke županije, i koncentriranost je jer se glavne rijeke sliva Dobra, Korana i Mrežnica ulijevaju se u rijeku Kupu na uskom području Karlovca. U krškom dijelu postoji specifičan problem onečišćenja podzemnih voda, što gotovo istovremeno utječe na kvalitetu cjelokupnog toka podzemnih voda. U nizinskim područjima postoji problem plavljenja uz vodotoke, što uvelike ograničava korištenje velikih površina, zahtijeva regulaciju i dodatna ulaganja pri svakom zahvatu u prostoru.

3.2. Struktura biljne i stočarske proizvodnje u Karlovačkoj županiji

3.2.1. Biljna proizvodnja

Korištenjem programskog paketa Quantum GIS 3.24 Tisler provedena je analiza načina korištenja. Pri analizi su korištena baza načina korištenja poljoprivrednog zemljišta koja je izrađena u sklopu projekta Preispitivanja područja podložna eutrofikaciji i područja ranjiva na nitrate.

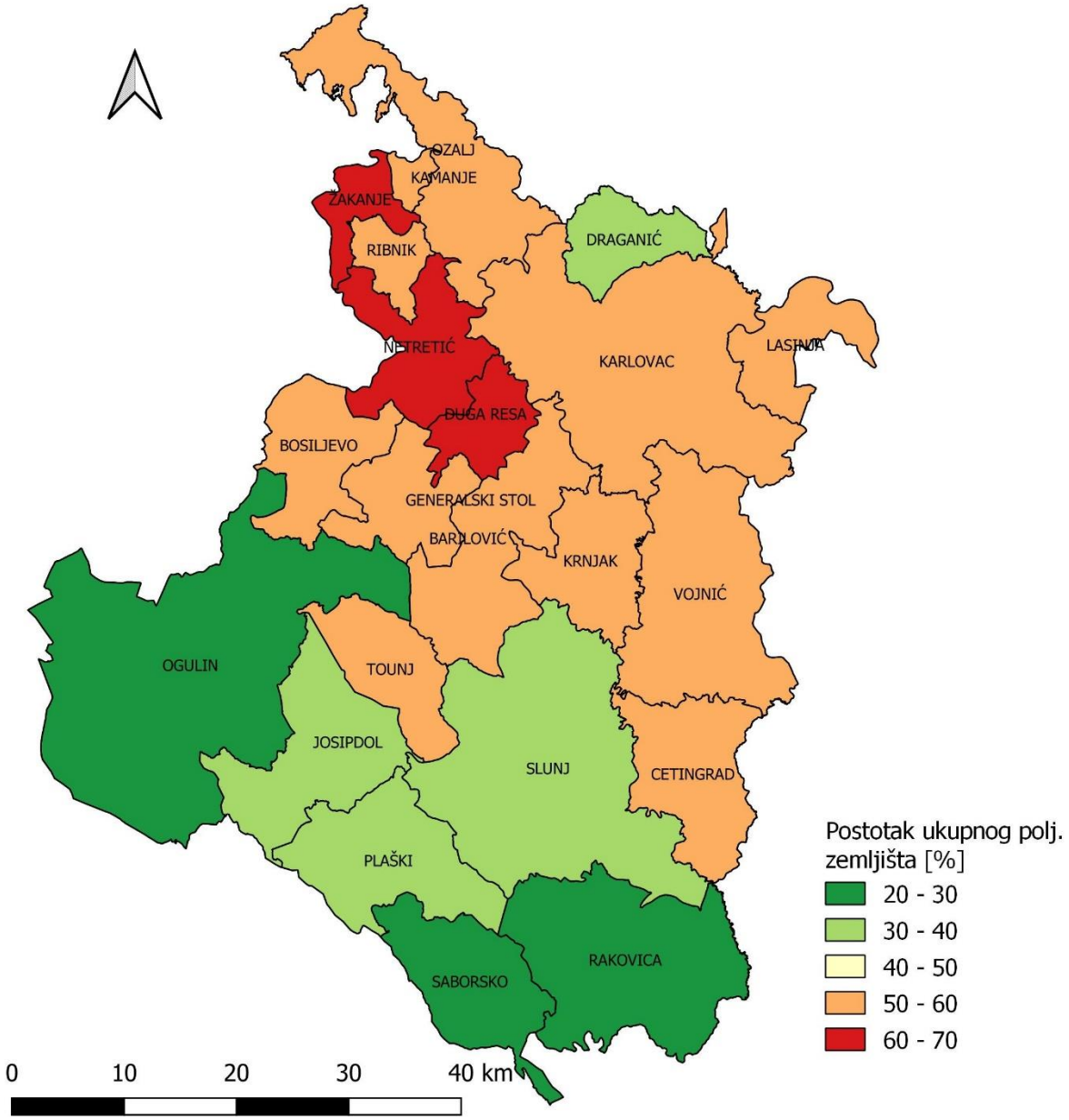
Biljna proizvodnja je detektirana korištenjem ARKOD baze, što znači da je za svaku poljoprivrednu parcelu koja je registrirana u ARKOD poznat obuhvat, veličina, vlasnik te namjena. Pod namjenom, odnosno načinom korištenja zemljišta, pri registraciji vlasnik parcele može navesti jedno od sljedećih kategorija: oranice, staklenici na oranici, livada, pašnjak, krški pašnjak, vinograd, maslinik, voćne vrste, agrumi, orašaste vrste, mješoviti trajni nasadi, ostale vrste korištenja zemljišta. Analizom dostupnih navedenih podataka na razini županije utvrđeno je da najveći dio biljne poljoprivredne proizvodnje čine parcele u kategoriji oranica (49 %), a zatim livade i pašnjaci (tablica 1).

Tablica 1. Analiza načina korištenja zemljišta u biljnoj proizvodnji po općinama

	Kategorija korištenja zemljišta (ha)						
Općina	Oranice	Voćnjak	Vinograd	Livada	Pašnjak	Nekorišteno	Ukupno
BARILOVIĆ	2403,80	322,82	7,59	394,75	222,60	5753,74	9105,00
BOSILJEVO	738,90	60,95	23,46	186,50	121,00	4749,42	5880,00
CETINGRAD	2170,90	261,57	1,16	317,29	334,30	4134,93	7220,00
DRAGANIĆ	1244,60	71,03	53,65	299,27	69,50	983,45	2722,00
DUGA RESA	1707,70	152,88	66,62	227,37	42,00	1690,29	3887,00
GENERALSKI STOL	1337,70	128,00	5,60	137,65	109,60	4186,29	5905,00
JOSIPDOL	2588,50	151,37	1,01	257,51	173,80	3286,71	6459,00

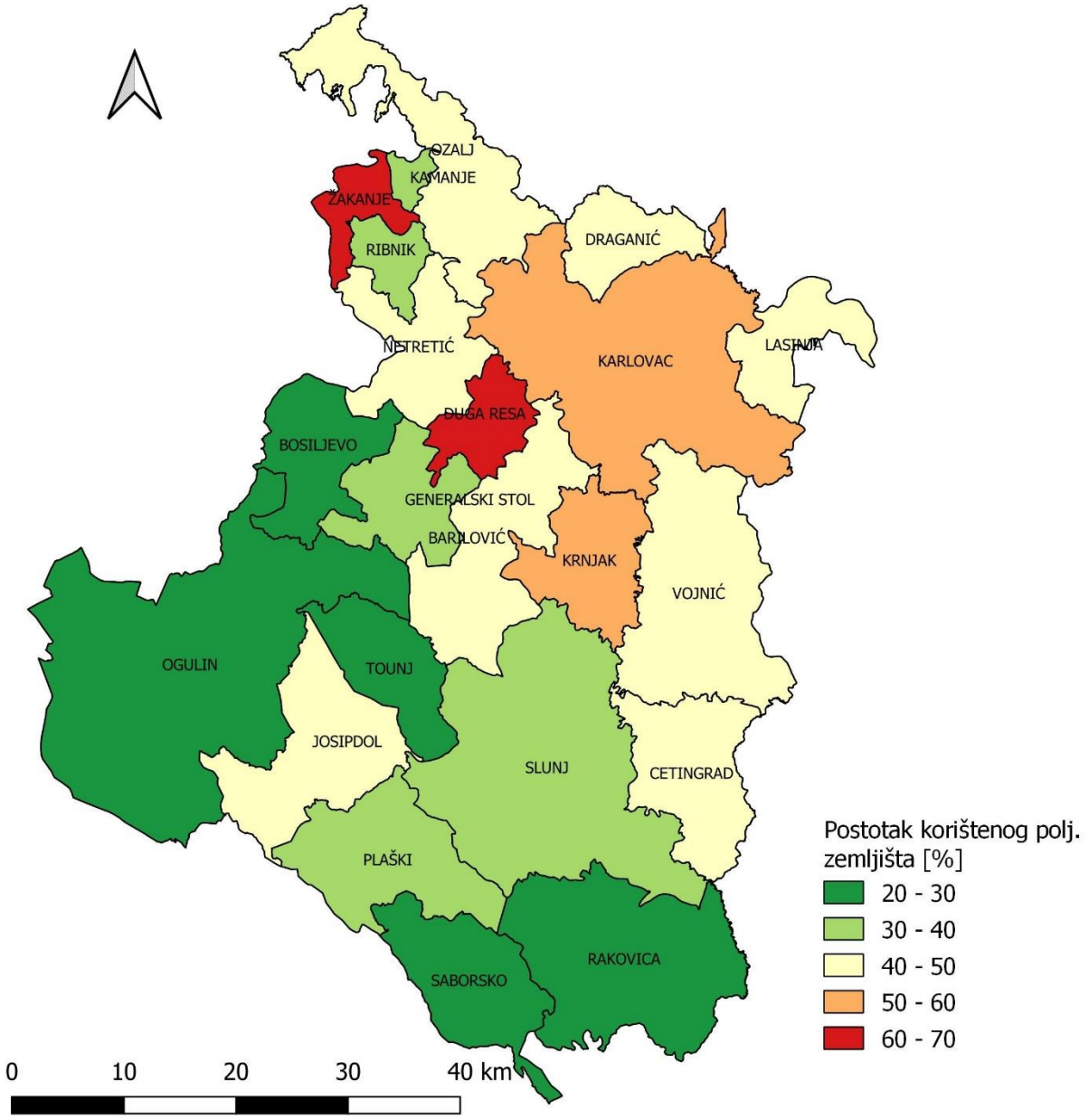
KAMANJE	164,10	8,27	9,99	53,98	12,00	514,18	763,00
KARLOVAC	9410,80	538,83	28,25	1861,59	296,50	8382,90	20523,00
KRNJAK	2151,60	234,59	0,47	267,43	250,90	3712,77	6618,00
LASINJA	1292,70	122,07	0,00	207,18	37,00	2669,93	4329,00
NETRETIĆ	1795,80	167,84	57,16	365,37	114,80	4559,22	7060,00
OGULIN	2618,30	272,32	4,33	572,28	148,30	7356,20	10972,00
OZALJ	2621,30	205,58	220,05	740,57	164,50	5566,54	9521,00
PLAŠKI	1640,90	142,05	0,00	466,81	277,60	2576,67	5104,00
RAKOVICA	1693,30	88,83	0,00	153,95	336,60	5153,43	7426,00
RIBNIK	444,00	23,25	5,26	180,98	42,20	1665,33	2361,00
SABORSKO	162,40	11,40	0,00	140,77	144,40	3147,76	3607,00
SLUNJ	2737,70	480,75	3,03	385,35	725,30	10022,43	14355,00
TOUNJ	549,30	122,58	1,23	103,31	73,50	4304,01	5154,00
VOJNIĆ	4468,40	828,28	1,17	495,59	236,60	6577,29	12607,00
ŽAKANJE	1198,40	33,03	16,65	518,58	36,60	1321,93	3125,00

Na slici 4. je prikazan postotak ukupnog poljoprivrednog zemljišta u udjelu površine općine u Karlovačkoj županiji. U ukupno poljoprivredno zemljište ubrojene su i one parcele koje se trenutno ne koriste za poljoprivrednu proizvodnju nego su zapuštene, na njima raste šikara i prelaze u šumsko područje te to predstavlja kategoriju nekorišteno u prethodnoj tablici. Vidljivo je da je najveći broj općina po udjelu ukupnog poljoprivrednog zemljišta u rasponu 50-60 %, čak njih 12, zatim slijedi njih 4 u rasponu 30-40 % te po 3 općine u rasponu 20-30 % i 60-70 %. Niti jedna općina ne nalazi se u rasponu 40-50 %.



Slika 4. Prikaz ukupnog poljoprivrednog zemljišta po općinama

Najmanji postotak ukupnog poljoprivrednog zemljišta po općinama (20-30 %) imaju 3 općine: Ogulin (20,4 %), Saborsko (27,2 %) i Rakovica (29,0 %) u južnom dijelu županije. Postotak od 30-40 % imaju njima prostorno najbliže županije Draganić (37,5 %), Josipdol (38,6 %), Plaški (32,6 %) i Slunj (36,5 %). U rasponu 40-50 % ne nalazi se niti jedna općina, a čak njih 12 je u rasponu 50-60 %, a to su: Ozalj (53,1 %), Kamanje (52,1 %), Ribnik (58,2 %), Karlovac (51,2 %), Lasinja (52,7 %), Bosiljevo (52,8 %), Generalski Stol (59,1 %), Barilović (51,9 %), Krnjak (59,2 %), Vojnić (52,8 %), Cetingrad (52,8 %), Tounj (53,6 %). U najvećem postotku koji iznosi 60-70 % nalaze se Žakanje (69,9 %), Netretić (62,1 %) i Duga Resa (63,8 %) koje su smještene sjeverozapadno, na granici sa Slovenijom.



Slika 5. Prikaz korištenog zemljišta po općinama

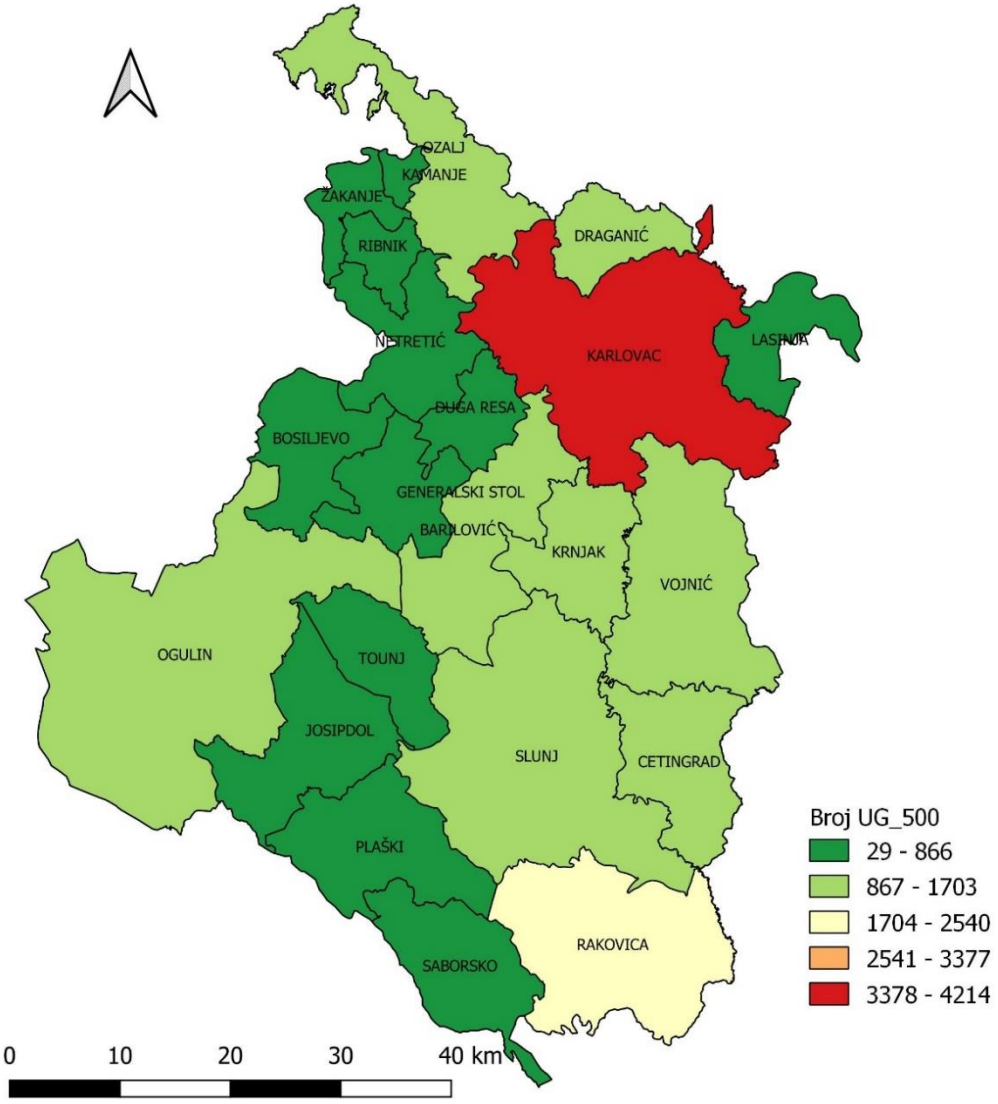
Na slici 5. je prikazan postotak korištenog poljoprivrednog zemljišta po općinama. Korišteno poljoprivredno zemljište podrazumijeva sve prethodno navedene namjene osim nekorištenog zemljišta. Najveći broj općina nalazi se u rasponu 18-26 %, njih 8, zatim je po 5 općina u kategorijama 4-11 % i 11-18 %, a nakon toga slijede po 2 općine u rasponima 26-33 % i 33-40 %.

Najmanji postotak u rasponu 4-11 % imaju općine Ogulin, Bosiljevo, Tounj, Saborsko i Rakovica. U rasponu 11-18 % su Plaški, Slunj, Generalski Stol, Ribnik i Kamanje. Najveći broj općina je u rasponu 18-26 %, a to su: Josipdol, Barilović, Netretić, Ozalj, Draganić, Lasinja, Vojnić i Cetingrad. Po dvije županije spadaju u raspon 26-33 %: Karlovac i Krnjak i raspon 33-40 %: Žakanje i Duga Resa.

3.2.2. Stočarska proizvodnja

Za svaku pojedinu farmu registriranu u Karlovačkoj županiji utvrđen je broj životinja koji je boravio na farmi tijekom jedne godine po vrstama i proizvodnim (dobnim) kategorijama. Za utvrđivanje ukupnog broja i udjela pojedinih kategorije goveda (krave, bikovi, telad, junad, junice), ovaca i koza (ovce, janjad, koze, jarad) te kopitara (konji, magarci, bastardi) za svaku pojedinu farmu korišteni su podaci iz Jedinstvenog registra domaćih životinja, odnosno Registra goveda, Registra ovaca i koza te Registra kopitara kao njegovog sastavnog dijela (Ministarstvo poljoprivrede, 2021).

U analizi je broj stoke izražen u standardiziranoj mjernoj jedinici - uvjetnom grlu (UG). Uvjetno grlo (UG) je životinja ili skupina životinja iste vrste težine 500 kg, a koristi se jer je usporediva vrijednost. Na slici 6. je prikazan ukupni broj uvjetnih grla po općinama u Karlovačkoj županiji. Iz iste je vidljivo da najveći broj županija ima UG 500 u vrijednosti 29-866, njih 12. Slijedi 8 općina sa UG 867-1703 te po jedna sa UG 1704-2540 i UG 3378-4214.



Slika 6. Prikaz stočarske proizvodnje po općinama

Iz slike je vidljivo da najmanji broj uvjetnih grla 29-866 ima 12 općina u Karlovačkoj županiji, a to su: Kamanje, Žakanje, Ribnik, Netretić, Duga Resa, Generalski Stol, Bosiljevo, Tounj, Josipdol, Plaški, Saborsko i Lasinja. UG 867-1703 ima 8 općina: Ozalj, Draganić, Ogulin, Barilović, Krnjak, Slunj, Vojnić, Cetingrad. Po jedna općina ima UG 1704-2540: Rakovica i UG 3378-4214: Karlovac.

3.3. Ulazni podaci o kakvoći vode

U izradi rada korišteni su rezultati iz nacionalnog monitoringa kakvoće podzemne i površinske vode za područje Karlovačke županije, preuzeti od Hrvatskih voda, za razdoblje 2000. - 2020. Uzorci na odabranom području su prikupljani različitom dinamikom: od jedanput mjesečno do dva puta godišnje. Preliminarnom analizom utvrđeno je koji nizovi praćenja su dovoljno dugi za adekvatnu statističku analizu koncentracija nitrata na pojedinoj lokaciji te se daljnja analiza provela na manjem broju lokacija. Obrada podataka obuhvatila je 14 lokacija uzorkovanja podzemnih voda i 44 lokacije uzorkovanja površinskih voda.

3.3.1. Statistička analiza

U ovom radu, zbog oblika ulaznih podataka o kakvoći vode, za pravilnu interpretaciju rezultata koristit će se deskriptivna statistika korištenjem programa ExcelStat:

1. mjere središnje tendencije - aritmetička sredina, mod, meridijan, kvartil;
2. mjere disperzije – standardna devijacija, varijanca.

4. Rezultati i rasprava

U razvijenim europskim zemljama, vrlo visoko mjesto na listi prioriteta zauzima zaštita okoliša. Sve je to rezultat visokog standarda života, hiperprodukcije te negativnih iskustava iz prošlosti kada je dolazilo do onečišćenja okoliša zbog vrlo visokih prinosa. Dozvoljena količina gnojiva po hektaru poljoprivredne površine ovisi o klimatskim uvjetima, stanju zemljišta, načinu korištenja zemljišta, plodoredu i sl.

Cilj Nitratne direktive je smanjenje zagađenosti voda nitratnim spojevima kroz kruženje i regulaciju umjetnog gnojiva i stajskog gnoja. Tijekom jedne kalendarske godine, poljoprivredno gospodarstvo smije gnojiti svoje površine stajskim gnojem do granične vrijednosti od 170 kg/ha dušika.

Stajski se gnoj skladišti na posebno uređenim gnojištima, a to su: platoi za kruti stajski gnoj, gnojišne jame, lagune, jame za gnojnicu ili drugi spremnici. Spremnici moraju biti vodonepropusni kako bi se spriječilo izlijevanje, ispiranje ili otjecanje gnoja u okoliš, posebno u podzemne i površinske vode. Spremnici moraju veličinom zadovoljiti prikupljanje gnoja za razdoblje od 6 mjeseci za jedno uvjetno grlo stoke.

U RH se nalazi velik broj gospodarstava koja još uvijek nemaju na adekvatan način riješen problem zbrinjavanja stajskog gnoja. Samim time, može se zaključiti da velik dio područja obradivih zemljišta ima vrlo visoke vrijednosti koncentracije nitrata. Potrošnja mineralnog i organskog dušika za Karlovačku županiju u 2012. godini vidljiva je u tablici 2.

Tablica 2. Potrošnja mineralnog i organskog dušika u Karlovačkoj županiji u 2012. godini (Mesić, Salajpal, 2012.)

Vrsta dušičnog gnojiva	**Organski N**	**Mineralni N**	**Ukupno N**
Količina utrošenog N u tonama	1329	4429	5758

4.1. Kakvoća površinskih voda

Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/2008) propisuje se: zdravstvena ispravnost vode koja služi za ljudsku uporabu, granične vrijednosti pokazatelja zdravstvene ispravnosti, vrste i obim analiza uzoraka vode za piće te analitičke metode, učestalost uzimanja uzoraka vode za piće. Maksimalna dopuštena vrijednost nitrata u vodi za piće je 50 mg/l i koristit će se kao granica za interpretaciju rezultata.

Za analizu kakvoće površinskih voda uzeto je ukupno 4927 uzoraka na 44 lokacije (tablica 3). Najveći broj uzoraka (242) uzet je sa lokacije Korana, Velemerić. Najmanji broj uzoraka (16) uzet je na lokacijama Kupa, nakon HE Ozalj i Spojni kanal Kupčina.

Minimalne vrijednosti nitrata kreću se od 0 mg/l na lokacijama Korana Slunj, Korana Velemerić, Korana Veljun, Kupa Jamnička kiselica, Kupa Bubnjarci i Kupčina Lazina, do 1,9 mg/l na lokaciji Gornja Dobra, most kod Puškarića (tablica 3.)

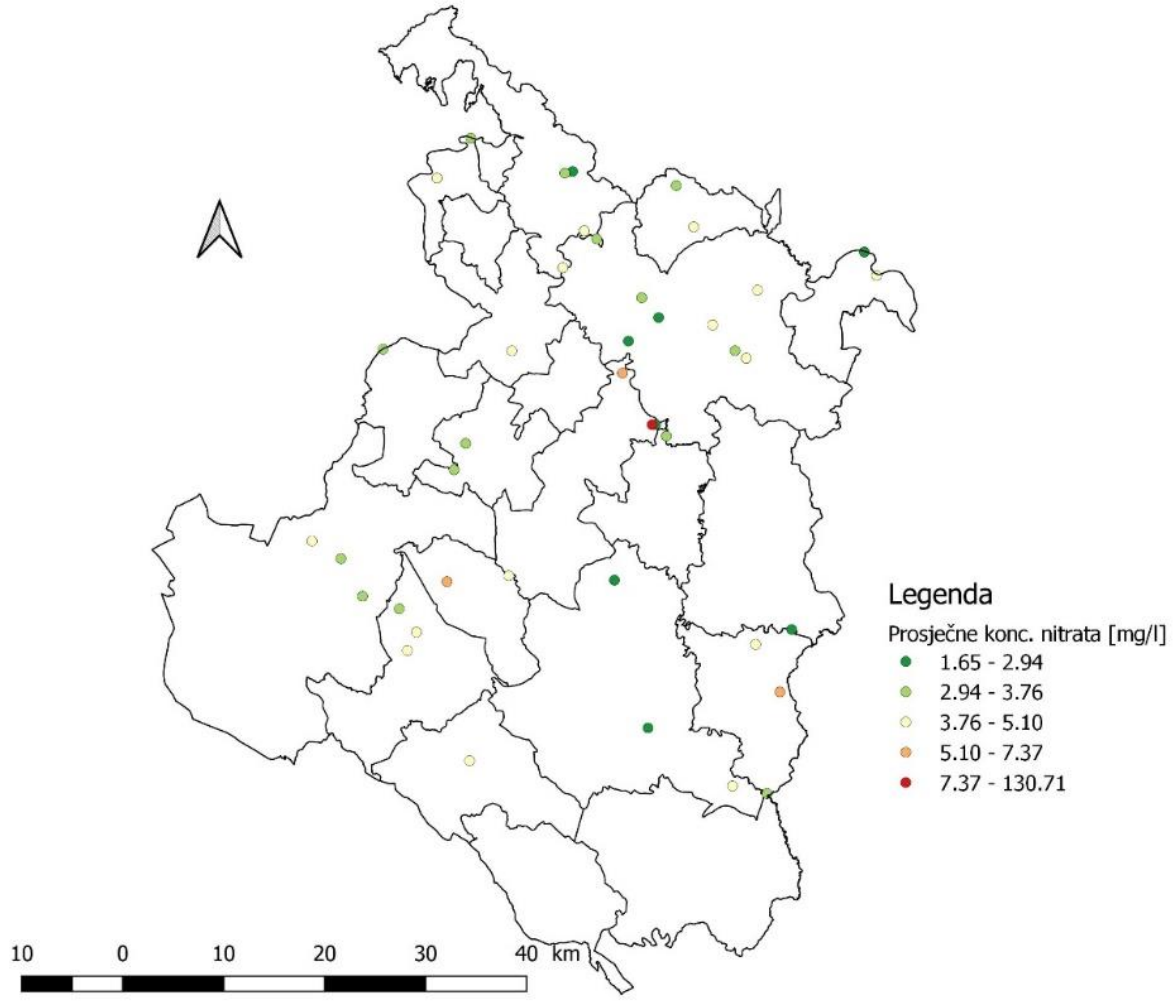
Maksimalne vrijednosti nitrata kreću se od 3,9 mg/l na lokaciji Glina, nizvodno od Brusovače do 5705 mg/l na lokaciji Petak izvorište (tablica 3.)

Prosječne vrijednosti idu od 1,7 mg/l na lokaciji Glina, nizvodno od Brusovače do 131 mg/l na lokaciji Petak izvorište (tablica 3.)

Tablica 3. Statistički pokazatelji obrađenih koncentracija nitrata u površinskim vodama

	Naziv	N	Min	Max	Avg	St. dev.	Var
1	Glina, nizvodno od Brusovače	62	0,22	3,9	1,7	0,72	0,51
2	Petak, izvorište	46	3,9	5705	131	831	0,00
3	Korana, Slunj	236	0,00	7,5	2,5	1,5	2,1
4	Korana, Velemerić	242	0,00	9,8	2,6	1,6	2,7
5	Mrežnica, Mostanje	241	0,12	7,8	2,7	1,3	1,7
6	Kupa, nakon HE Ozalj	16	1,06	4,3	2,7	0,85	0,72
7	Korana, Veljun	230	0,00	11	2,8	1,5	2,3
8	Kupa, Donje Mekušje	73	0,58	5,0	2,8	0,94	0,88
9	Kupa, Jamnička Kiselica	239	0,00	9,0	2,9	1,4	1,9
10	Kupa, Ozalj	70	0,66	4,9	3,1	0,93	0,87
11	Kupa, Bubnjarci	209	0,00	11	3,1	1,4	1,8
12	Kupa, Vodostaj	217	0,23	10	3,2	1,4	2,0
13	Jezero Sabljaci, Ogulin	90	0,01	7,8	3,2	1,6	2,4
14	Kupa, Pribanjci	238	0,33	8,1	3,2	1,4	1,8
15	Utinja, prije utoka u Kupu	100	0,48	8,2	3,2	1,6	2,6
16	Korana, Bogovolja	190	0,10	14	3,3	1,8	3,1
17	Kupčina, Lazina	213	0,00	11	3,3	1,6	2,5
18	Akumulacija Lešće, kod brane	25	1,1	6,6	3,5	1,3	1,8
19	Gornja Dobra, most kod Puškarića	60	1,9	6,3	3,5	0,92	0,85
20	Radonja, Tušilović	169	0,08	9,9	3,6	1,2	1,5
21	Dobra, Lešće	241	0,56	7,2	3,7	1,3	1,7
22	Dobra, Gornje Pokupje	241	0,01	9,7	3,7	1,6	2,6
23	Jezero Sabljaci, Ogulin	162	0,04	8,6	3,7	1,9	3,4
24	Zagorska Mrežnica, Oštarije	36	0,32	8,7	3,8	2,2	5,0
25	Utinja, Slunjski Moravci	72	1,4	10	4,1	2,0	4,0
26	Dobra, Jarče polje	24	0,93	7,7	4,1	1,6	2,5
27	Vrnjika, most na cesti od Plaškog	48	1,1	9,0	4,2	1,6	2,6
28	Tomašnica, Tomašnica	76	0,39	11	4,4	2,1	4,4
29	Blatnica, Blatnica	89	0,18	18	4,4	3,2	10
30	Munjava, Josipdol	48	0,04	10	4,4	2,2	4,8
31	Kremešnica, Lasinja	89	0,55	12	4,4	2,3	5,5
32	Akumulacija Lešće, kod brane	84	0,42	13	4,5	2,2	4,9

33	Munjava, Čakovac Oštarski	47	0,04	9,7	4,6	2,4	5,6
34	Furjašnica, Donji Furjan	48	0,76	24	4,6	3,3	11
35	Slatnik, Gornje Pokuplje	76	0,04	10	4,7	2,1	4,6
36	Ribnik (Muljevac), Brihovo	76	1,2	14	4,7	2,2	5,0
37	Vitunjčica, most na cesti Turkovići Ogulinski-Brestovac	48	0,20	9,2	4,8	2,0	4,2
38	Ruševica, kod mjesta Ribići	76	0,47	18	4,8	2,9	8,4
39	Rečica, prije utoka u Kupu	89	0,23	16	4,8	2,8	7,9
40	Tounjčica, nizvodno od Tounja	72	0,04	14	5,0	2,8	7,7
41	Spojni kanal Kupčina	16	0,30	12	5,1	3,0	9,1
42	Graborska, most kod mjesta Cetingrad	76	1,8	18	5,6	3,0	8,8
43	Tounjčica, Tounj	51	0,04	19	6,4	3,8	14
44	Vuj, Belajske Poljice	76	0,71	18	7,4	3,1	9,3



Slika 7. Prosječne koncentracije nitrata (mg/l) u površinskim vodama Karlovačke županije

U prikazu prosječnih koncentracija nitrata u površinskim vodama Karlovačke županije na slici 7., uočljiv je jedan ekstrem koji se nalazi u općini Barilović gdje je koncentracija nitrata u rasponu 7,37-130,71 mg/l.

U Karlovačkoj županiji, koncentracija nitrata u površinskim vodama općenito nije povišena. Samo je jedna točka kritična u kojoj koncentracija nitrata prelazi 50 mg/l i nalazi se u općini Barilović. Ostale općine su u zadovoljavajućem rasponu, najveći dio 2,94-3,76 mg/l i 3,76-5,10 mg/l nitrata.

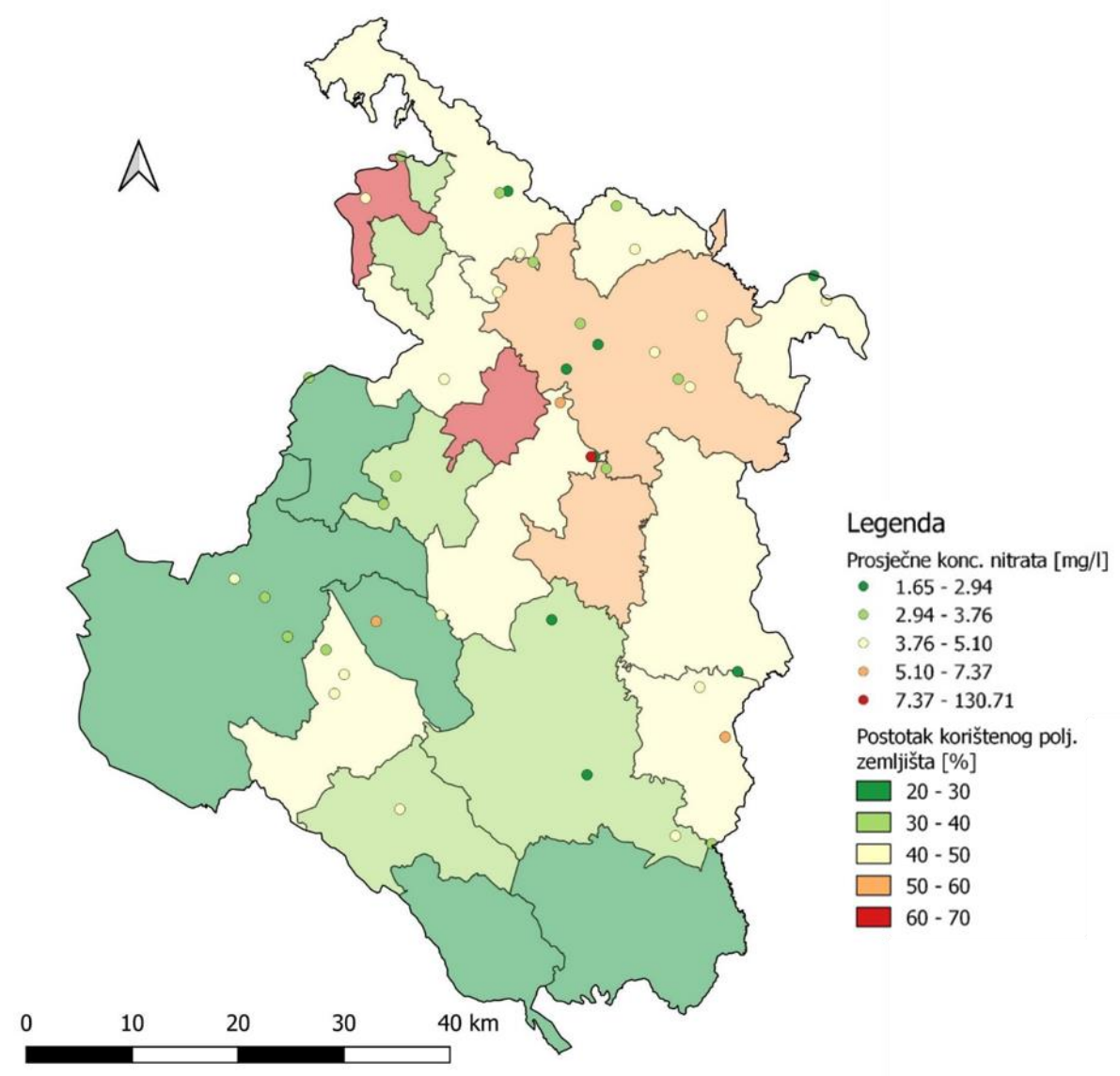
Za usporedbu, rezultati studije (Romić i sur., 2014.) ukazuju da kakvoća Ilove (Sisačko-moslovačka županija), koja se nalazi u sličnom okruženju kao i rijeke u Karlovačkoj županiji, na točki 15220 iza utoka Kutinice ne pokazuje značajno onečišćenje pa prosječne koncentracije nitrata iznose 2,5 mg/l. Maksimalna koncentracija je 11,3 mg/l uz značajno povećanje amonijaka i ukupnog N te prosječnih ortofosfata. Isto istraživanje pokazuje rezultate monitoringa na mjernoj postaji Kutinica uzvodno od utoka u Ilovu gdje su utvrđene prosječne koncentracije nitrata za razdoblje 2008.-2013. od 25,4 mg/l, a maksimalna vrijednost nitrata iznosi čak 55,9 mg/l. Uz visoke koncentracije nitrata dokazane su visoke koncentracije i drugih parametara poput amonijaka, fosfata i dr.

Kada gledamo prirodna jezera, prema istraživanju koje su proveli Lončar A. i sur. (2019.) praćenja kvalitete vode Lokvarskog jezera, prosječna količina nitrata na tom području iznosi 0,25 mg/l nitrata na mikrolokaciji 10m, 0,26 mg/l na površini i 1m od dna te 0,3 mg/l na 15m. U usporedbi sa Lokvarskim jezerom gdje prosječna koncentracija nitrata na mikrolokaciji 1m od dna iznosi 0,26 mg/l, u Karlovačkoj županiji na lokaciji jezero Sabljaci, Ogulin uzorci su također sa 1m od dna te prosječna koncentracija nitrata na toj lokaciji iznosi 3,7 mg/l što je znatno više.

4.1.1. Utjecaj biljne proizvodnje

Ispitan je utjecaj biljne strukture na koncentraciju nitrata u površinskim vodama. Općine poput Žakanja ili Karlovca koje imaju veliki postotak korištenog zemljišta, imaju umjerene prosječne koncentracije nitrata, u rasponima 2,94-3,76 mg/l i 3,76-5,10 mg/l. Općina Barilović koja ima ekstrem u koncentraciji nitrata (7,37-130,71), ima manji postotak korištenog zemljišta, u rasponu 18-26%.

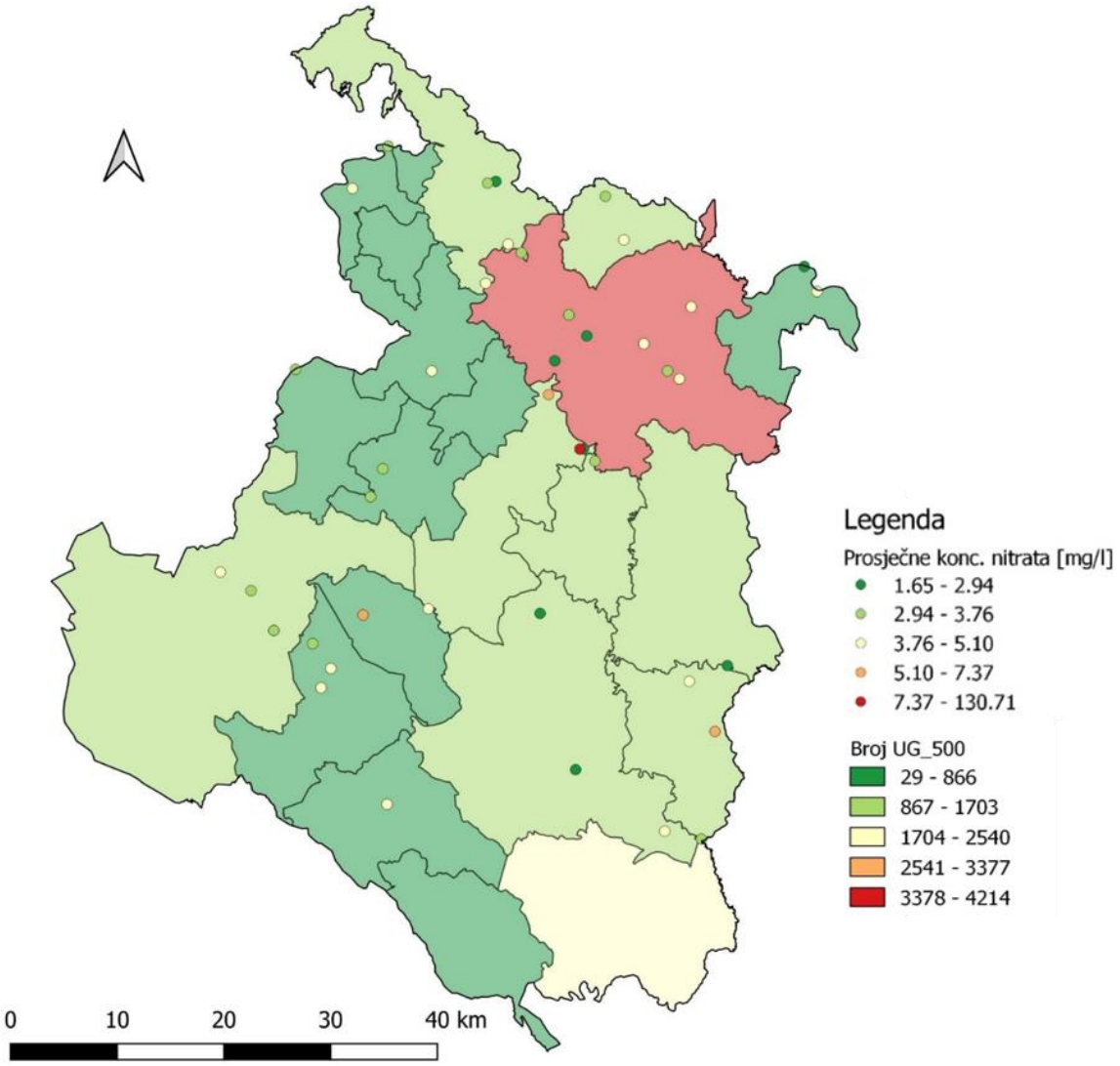
Na slici 9. preklopljena je baza korištenog poljoprivrednog zemljišta jer se podrazumijeva da se na tim površinama primjenjuje gnojidba s prosječnim koncentracijama nitrata u površinskim vodama. Vidljivo je da je ekstrem koncentracije nitrata (7,37-130,71 mg/l) pozicioniran u općini koja ima prosječan postotak korištenog zemljišta (18-26 %). U općini gdje je postotak korištenog zemljišta velik, 33-40 % prosječna koncentracija nitrata je u rasponu 3,76-5,10 mg/l.



Slika 9. Prikaz prosječne koncentracije nitrata u površinskim vodama na podlozi biljne proizvodnje na korištenom zemljištu

4.1.2. Utjecaj stočarske proizvodnje

Očekuje se da je primjena stajskog gnoja veća u područjima gdje ima više registriranih farmi, a to predstavlja drugi oblik unosa dušika iz poljoprivredne proizvodnje. Osim toga, procjedne vode koje se javljaju kao nusproizvod iz stočarske proizvodnje mogu imati značajan utjecaj na okoliš ako se njima ispravno ne gospodari. Zbog toga bazeni za skladištenje gnojovke moraju garantirati najviši stupanj vodonepropusnosti.



Slika 10. Prikaz prosječne koncentracije nitrata u površinskim vodama na podlozi stočarske proizvodnje

Slika 10. prikazuje prosječne koncentracije nitrata (mg/l) u površinskim vodama Karlovačke županije preklopljene s bazom stočarske proizvodnje (UG 500). Najveći broj uvjetnih grla (3378-4214) ima općina gdje se koncentracija nitrata kreće do 5,10 mg/l. Ekstrem koncentracije nitrata nalazi se u općini gdje je broj uvjetnih grla znatno manji (867-1703).

4.2. Kakvoća podzemnih voda

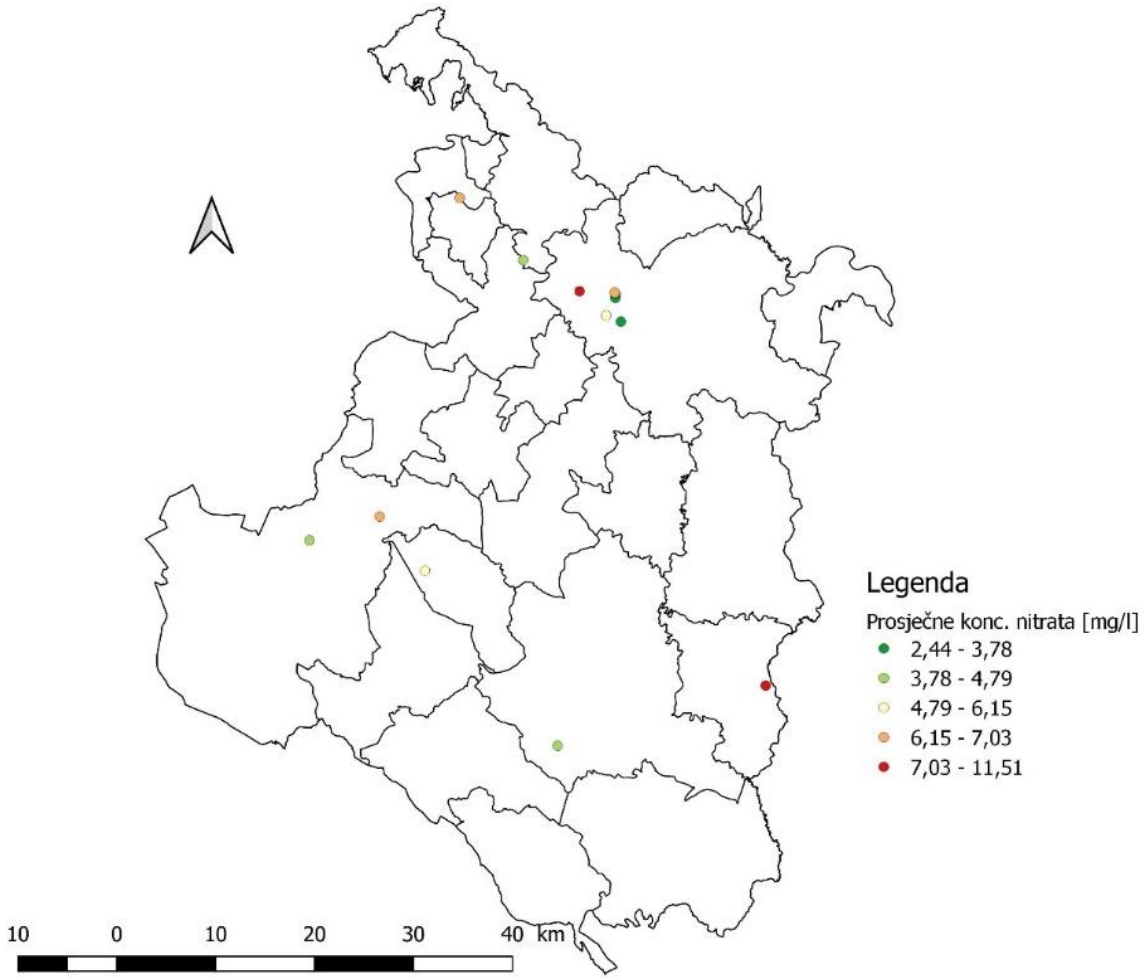
Podzemne vode su generalno manje podložne antropogenim utjecajima od površinskih voda zbog većeg zadržavanja onečišćivala u sloju tla (Bubalo, 2016).

Za analizu podzemnih voda uzeto je ukupno 390 uzoraka na 14 lokacija (tablica 4). Najveći broj uzoraka (44) uzet je sa lokacija Švarča, KOB2, Gaza I KOB5 i Mekušje KOB2. Najmanji broj uzoraka (12) uzet je sa lokacije Borlin, KOB6.

Tablica 4. Statistički pokazatelji obrađenih koncentracija nitrata u površinskim vodama

	Naziv	N	Min	Max	Avg	St. dev.	Var
1	Živo vrelo	24	3,1	14	7,4	2,3	5,5
2	Borlin, KOB1	30	0,44	18	12	3,6	13
3	Borlin, KOB6	12	6,2	11	9,0	1,4	1,9
4	Gaza I, KOB5	44	0,44	6,1	2,4	1,4	2,0
5	Gaza II, KOB1	24	1,1	8,4	3,7	1,7	2,8
6	Gaza III, KOB2	24	2,2	11	6,3	2,3	5,4
7	Gojak	24	3,1	14	6,8	2,6	6,9
8	Mekušje, KOB2	44	0,11	9,0	3,7	2,0	3,8
9	Obrh, Ozalj	24	2,8	10	6,4	1,8	3,2
10	Popovščak	24	1,8	7,9	4,7	1,4	1,8
11	Primišljanska Mrežnica	24	1,4	11	4,5	1,7	3,0
12	Švarča, KOB2	44	0,44	9,9	5,1	2,2	4,6
13	Tounjčica	24	0,41	18	5,6	3,6	13
14	Zdiška	24	0,04	9,8	3,8	1,9	3,6

Minimalne vrijednosti nitrata kreću se od 0,04 mg/l na lokaciji Zdiška, do 6,2 mg/l na lokaciji Borlin, KOB6. Maksimalne vrijednosti nitrata kreću se od 6,1 mg/l na lokaciji Gaza I, KOB5 do 18 mg/l na lokaciji Borlin, KOB1 i Tounjčica. Prosječne koncentracije idu od 2,4 mg/l na lokaciji Gaza I, KOB5 do 12 mg/l na lokaciji Borlin, KOB1. Sve navedene vrijednosti su ispod granice od 50 mg/l.

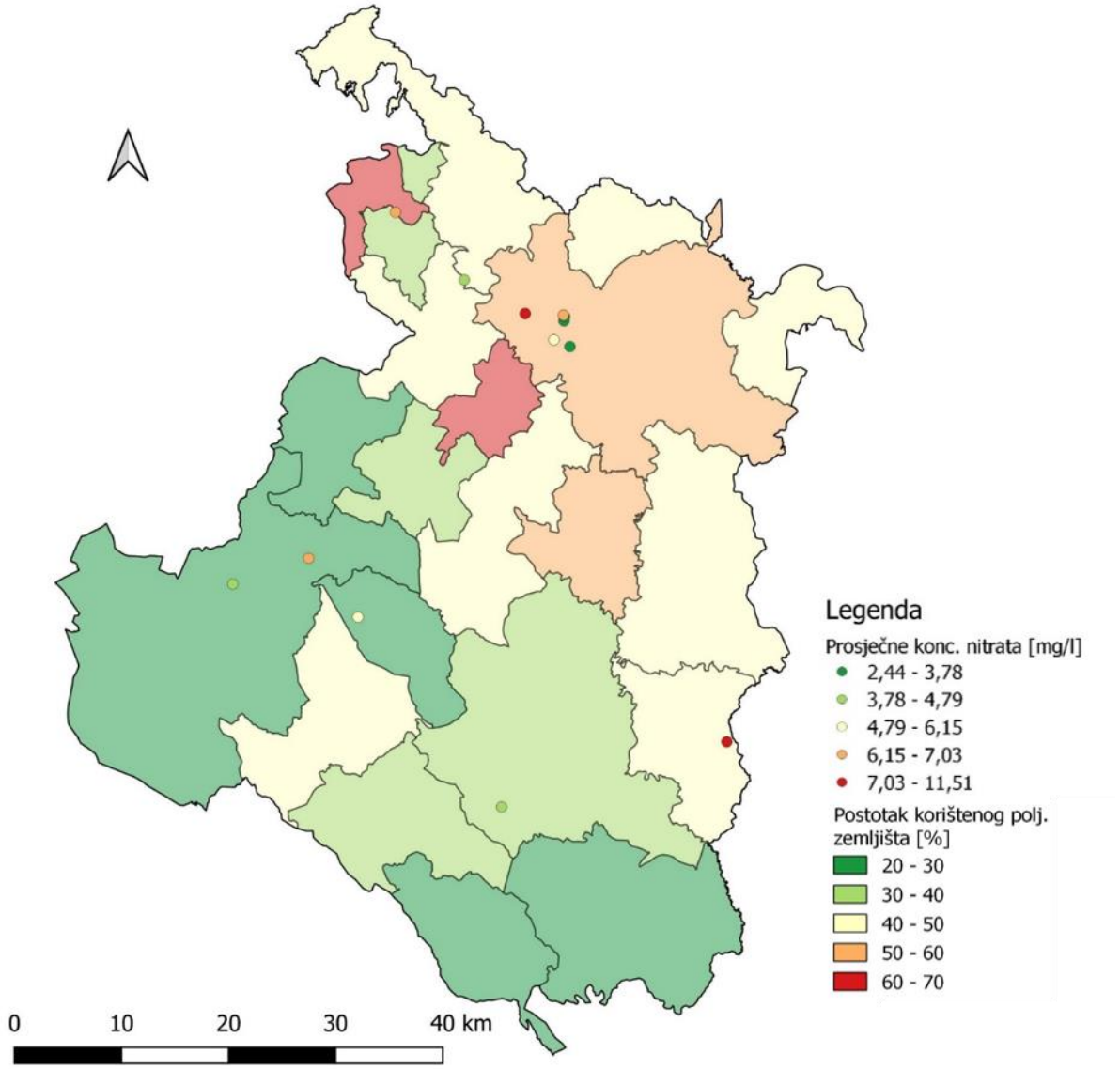


Slika 11. Prosječne koncentracije nitrata (mg/l) u podzemnim vodama Karlovačke županije

Ako promatramo prostorni smještaj (slika 11), prema prosječnim koncentracijama nitrata u podzemnim vodama Karlovačke županije, dvije postaje s najvišim koncentracijama nisu međusobno bliske, jedna je u općini Cetingrad na granici s Bosnom i Hercegovinom, a druga u općini Karlovac.

4.2.1. Utjecaj biljne proizvodnje

Postaje Borlin i Tounjčica s najvišim prosječnim i/ili apsolutnim koncentracijama nitrata u podzemnim vodama nalaze se u općinama gdje postotak korištenog zemljišta za biljnu proizvodnju 26-33 % i 18-26 %, a u općinama gdje je najveći postotak korištenog zemljišta (33-40 %), koncentracija nitrata je u rasponu do 7,03 mg/l (slika 12).

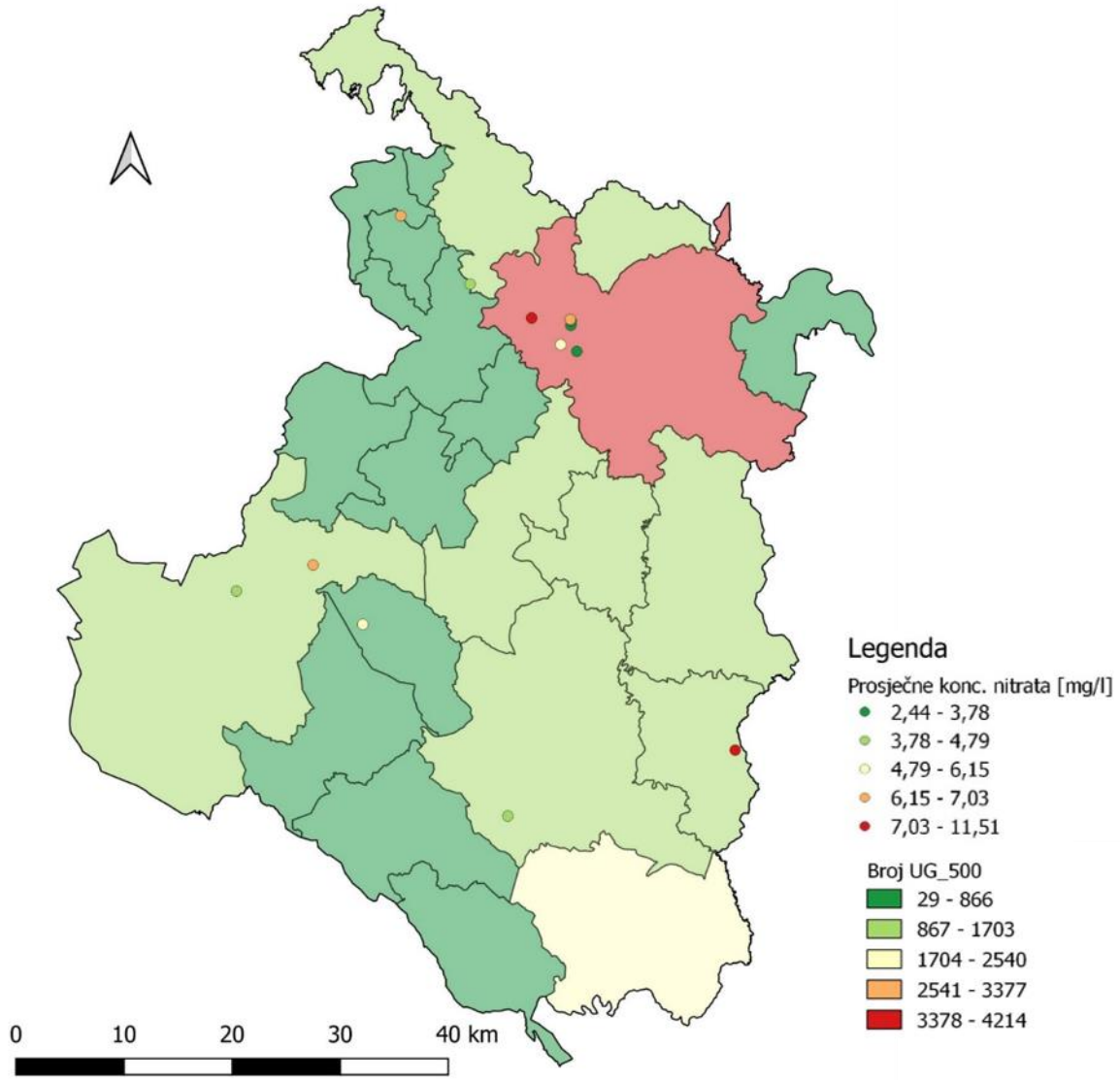


Slika 12. Prikaz prosječne koncentracije nitrata u podzemnim vodama na podlozi biljne proizvodnje na korištenom zemljištu

Iz prethodno navedenog, može se zaključiti da nema značajnije razlike u koncentracijama nitrata na području Karlovačke županije, odnosno da udio poljoprivredne proizvodnje ne utječe značajno na koncentracije nitrata.

4.2.2. Utjecaj stočarske proizvodnje

Ispitan je utjecaj stočarske strukture na koncentraciju nitrata u podzemnim vodama. Najviše prosječne koncentracije nitrata u podzemnim vodama nalaze se u općinama Cetingrad i Karlovac (7,03-11,51 mg/l). Općina Cetingrad je u drugoj skupini po broju uvjetnih grla (867-1703), a Karlovac u skupini sa najviše UG (3378-4214). Na granici općina Netretić i Ozalj označena je koncentracija nitrata 3,78-4,79 mg/l. Netretić pripada razredu 29-866 UG, a Ozalj 867-1703. Također, u istoj općini gdje je velik broj uvjetnih grla, imamo lokacije na kojima je prosječna koncentracija nitrata znatno niža (slika 13).



Slika 13. Prikaz prosječne koncentracije nitrata u podzemnim vodama na podlozi stočarske proizvodnje

Prema rezultatima provedene analize može se zaključiti da niti stočarska proizvodnja, odnosno broj UG, djelomično utječe na koncentraciju nitrata u podzemnim vodama, ali bez statističke potvrde. Isto je utvrđeno i za područje samoborskog vodonosnika (Dubić, 2016).

5. Zaključak

Analizom podataka iz nacionalnog monitoringa kakvoće vode u Karlovačkoj županiji, može se zaključiti sljedeće:

1. preliminarnom analizom je utvrđeno da 44 postaje monitoringa površinskih i 14 postaja monitoringa podzemnih voda ima dovoljno dugi niz mjerenja da bi bile adekvatne za daljnju obradu,
2. najviša koncentracija nitrata u površinskim vodama utvrđena je u općini Generalski Stol,
3. najviše koncentracije nitrata u podzemnim vodama utvrđene su u općinama Karlovac i Cetingrad;
4. općenito nije utvrđena povezanost biljne i stočarske proizvodnje sa koncentracijama nitrata u podzemnim i površinskim vodama.

Struktura poljoprivredne proizvodnje je često promjenjiva te bi se istraživanje trebalo prilagoditi uvjetima i načinu poljoprivredne proizvodnje.

6. Literatura

1. Artioli Y., Friedrich J., Gilbert A. J., McQuatters-Gollop A., Mee L. D., Vermaat J. E., Wulff F., Humborg C., Palmeri L., Pollehne F. (2008). Nutrient budgets for European seas: A measure of the effectiveness of nutrient reduction policies, Marine Pollution Bulletin 56 (9), 1609-1617
2. Artioli, Y., Friedrich, J., Gilbert, A. J. et al (2008). Nutrient budgets for European seas: a measure of the effectiveness of nutrient reduction policies. Marine Pollution Bulletin, 56, 1609-1617
3. Bubalo M. (2016). Model predviđanja koncentracije nitrata u podzemnim vodama pod utjecajima iz poljoprivrede, doktorski rad
4. Bubalo M., Romić D., Zovko M., Kuspilić N. (2014). Agricultural Impact on Groundwater Vulnerability to Nitrate in Northern Croatia. Agriculturae Conspectus Scientificus Vol. 79 No. 1 (23-29)
5. Črnek N. (2018). Onečišćenje i zaštita voda, završni rad, Veleučilište u Karlovcu
6. Dubić P. (2016). Procjena utjecaja poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda nitratima na samoborskom području, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet
7. EC – Europska komisija (1991). Direktiva 91/676/EEZ od o zaštiti voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima iz poljoprivrednih izvora
8. European Commission (2007) COM(2007) 120. Report from the Commission to the Council and the European Parliament on the implementation of the Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of the waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources for period 2000-2003.
9. European Commission (2010) COM(2010) 47. Report from the Commission to the Council and the European Parliament on the implementation of the Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of the waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources based on Member States reports for the period 2004–2007
10. European Environment AgencyEuropska agenicija za okoliš - EEA (2009). Progress towards the European 2010 biodiversity target. EEA Report 4/2009, EEA, Copenhagen
11. Europska agenicija za okoliš - EEA European Environment Agency (2005). The European environment: state and outlook 2005, EEA, Copenhagen.
12. Grgić P. (2014). Utjecaj poljoprivrednih aktivnosti na stanje okoliša, diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet
13. Grizelj Šimić V. (2016). Kontrola izvora onečišćenja voda (147-160)
14. Grizzetti B., Bouraoui F., Billen G., van Grinsven H., Cardoso A. C., Thieu V. , Garnier J., Curtis C., Howarth R.,and Johnes P. (2011). Nitrogen as a threat to European water quality. Published by Cambridge University Press, with sections authors/European Union. (379-404)
15. Hallberg GA and Keeney DR. (1993). Sources of Nitrate to groundwater. 300-301.

16. Haller L, McCarthy P, O´Brien T, Riehle J and Stuhldreher T. (2013). Nitrate pollution of groundwater. 2014: Alpha Water Systems INC.
17. https://www.iloencyclopaedia.org/ - pristup 26. rujna
18. Ires ekologija (2018). Izvješće o stanju okoliša Karlovačke županije 2013.-2016. godine
19. Kožar L. (2015). Geografske značajke Karlovačke županije, seminarski rad
20. Lawniczak A. E., Zbierska J., Nowak B., Achtenberg K., Grześkowiak A., Kanas K. (2016). Impact of agriculture and land use on nitrate contamination in groundwater and running waters in central-west Poland
21. Lončar A. (2019). Praćenje kvalitete vode Lokvarskog jezera, diplomski rad, Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet
22. Mioč J. (2017). Deskriptivna statistika SPSS, Ekonomski fakultet u Osijeku, on-line nastavni materijal
23. Narodne novine - NN (47/2008): Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće
24. Nemčić Jurec J., Vadla D. (2010). Nadziranje nitrata u vodi za piće na području Koprivničko-križevačke županije. Acta Med Croatica 64 (375-381)
25. Popović M., Ćupina B. (2014). Savremena poljoprivreda. Srpski časopis za poljoprivredne nauke 63(3): 169-378
26. Proportion of classified water bodies in different RBDs affected by pollution pressures, for rivers and lakes (left panel) and for coastal and transitional waters (right panel). https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/proportion-of-classified-water-bodies-4 - pristup 26. rujna
27. Romić D., Husnjak S., Mesić M., Salajpal K., Barić K., Poljak M., Romić M., Konjačić M., Vnučec I., Bakić H., Bubalo M., Zovko M., Matijević L., Lončarić Z., Kušan V., Brkić Ž., Larva O. (2014). Utjecaj poljoprivrede na onečišćenje podzemnih voda u Republici Hrvatskoj
28. Siebert, S., Burke, J., Faures, J. M., Frenken, K., Hoogeveen, J., Döll, P., & Portmann, F. T. (2010). Groundwater use for irrigation – a global inventory. Hydrology and Earth system Sciences Discussion, 3977-4021.
29. Vidaček Ž. (2018). Osjetljivost tla na propuštanje onečišćivača i ranjivost podzemne vode na onečišćenje u nizinskom području Međimurske županije
30. Viers J.H, Liptzin D, Rosenstock T.s, Jensen V.B and Hollander A.D. (2012). Nitrogen Sources and Loading to groundwater. California: California State Water Resources Control Board
31. Wetzel, R.G. (2001). Limnology: Lake and River Ecosystems. London: Academic Press
32. Wilson, M.A. and Carpenter, C.R. (1999) Economic Valuation of Freshwater Ecosystem Services in the US: 1971-1997. Ecological Applications, 9, 772-783
33. WWAP- World Water Assessment Program. (2009). The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World. 2009:UNESCO and London: Earthscan.

Životopis

Dora Kostelac rođena je 18. veljače 1997. Godine u Karlovcu, Republika Hrvatska. Pohađala je osnovnu školu “Grabrik” u Karlovcu, a zatim u istom gradu i srednju školu “Prirodoslovna škola Karlovac” gdje je završila smjer prehrambeni tehničar. Nakon završetka srednje škole upisuje Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu gdje završava preddiplomski studij na smjeru Poljoprivredna tehnika. Nakon završenog preddiplomskog studija, upisuje diplomski studij Poljoprivredna tehnika – Melioracije. Od stranih jezika tečno govori engleski, a posjeduje i znanja i vještine korištenja Microsoft Office alata.