

Preispitivanje
područja podložna
eutrofikaciji i
područja ranjiva na
nitrate

Naručitelj Republika Hrvatska
Hrvatske vode
Ulica grada Vukovara 220
HR-10000 Zagreb



sagra
scientia agri aqua

Preispitivanje područja podložna eutrofikaciji i područja ranjiva na nitrate

HRVATSKE VODE, Zagreb, Ulica grada Vukovara 220
KLASA: 325-01/20-10/66
URBROJ: 374-1-2-21-10
Zagreb, 12.02.2021.
Zajednica izvršitelja:
KLASA: 402-01/21-01/01
URBROJ: 251-7/-14-01/5-21-2
Zagreb, 17.02.2021.

Zajednica izvršitelja

Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet
Svetošimunska cesta 25, HR-10000 Zagreb

Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva
Unska 3, HR-10000 Zagreb

Voditelj projekta

Prof.dr.sc. Davor Romić

Dekan Agronomskog fakulteta

Prof.dr.sc. Ivica Kisić

Dekan Fakulteta elektrotehnike i
računarstva

Prof.dr.sc. Vedran Bilas



Zagreb, studeni 2022.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

Fakultet
elektrotehnike i
računarstva

Institucije i timovi za izradu:

Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet

Prof. dr. sc. Davor Romić
Doc. dr. sc. Marina Bubalo Kovačić
Prof. dr. sc. Krešimir Salajpal
Prof. dr. sc. Marija Romić
Prof. dr. sc. Monika Zovko
Prof. dr. sc. Gabrijel Ondrašek
Dr. sc. Helena Bakić Begić
Prof. dr. sc. Stjepan Husnjak
Marko Reljić, mag.ing.agr.

Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva

Prof. dr. sc. Vedran Mornar
Fran Tonković, mag.ing.

Studiju citirati:

Romić D., Bubalo Kovačić M., Mornar V., Salajpal K., Romić M., Zovko M., Bakić Begić H., Ondrašek G., Husnjak S., Tonković F., Reljić M. (2022): Preispitivanje područja podložna eutrofikaciji i područja ranjiva na nitrate (SAGRA 3). Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb, (170 str.)

Sadržaj

1. UVOD	1
2. GRAFIČKI SAŽETAK.....	2
3. MONITORING STANJA KAKVOĆE VODA U REPUBLICI HRVATSKOJ.....	3
3.1. Uvod	3
3.2. Metodologija rada	5
3.3. Baze podataka nacionalnog monitoringa voda u RH.....	7
3.4. Baze podataka iz ciljanog monitoringa za provedbu nitratne direktive.....	11
3.5. Baze podataka iz drugih izvora	13
3.6. Zaključci	15
4. FORMIRANJE JEDINSTVENE BAZE O KAKVOĆI POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA U REPUBLICI HRVATSKOJ	16
4.1. Metodologija formiranja baze	16
4.2. Dijagram baze podataka	17
4.3. Uvoz podataka iz Excel datoteka	31
5. KAKVOĆA POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA U RH, STATISTIČKI POKAZATELJI I TREND OVI	35
5.1. Uvod	35
5.2. Metode rada	36
5.3. Statistički pokazatelji i prostorna analiza koncentracija hranjivih tvari u površinskim vodama	37
5.4. Statistički pokazatelji i prostorna analiza koncentracija hranjivih tvari u podzemnim vodama	42
5.5. Vremenske promjene koncentracija nitrata u površinskim vodama	47
5.6. Vremenske promjene koncentracija NO_3^- (mg/l) u podzemnim vodama.....	49
5.7. Prikaz koncentracija kemijskih pokazatelja kakvoće vode	51
5.8. Zaključci	54
6. PROCJENA STUPNJA TROFIČNOSTI POVRŠINSKIH VODA U REPUBLICI HRVATSKOJ.....	55
6.1. Uvod	55
6.2. Metodologija rada	56
6.3. Procjena trofičnosti površinskih voda za razdoblje 2015. – 2021.	57
6.4. Ocjena kakvoće voda na postajama monitoringa prema stupnju trofičnosti	71
6.5. Zaključci	75
7. KORIŠTENJE POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA I BILJNA POLJOPRIVREDNA PROIZVODNJA KAO POKAZATELJ POTENCIJALNOG PRITISKA NA VODE	76
7.1. Uvod	76
7.2. Metodologija rada	77

7.3. Korištenje poljoprivrednog zemljišta u Republici Hrvatskoj.....	77
7.4. Definiranje kategorija opterećenja iz biljne poljoprivredne proizvodnje.....	82
7.5. Zaključci	87
8. ANALIZA POTENCIJALNOG OPTEREĆENJA POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA IZ STOČARSKE PROIZVODNJE	88
8.1. Uvod	88
8.2. Metodologija rada	89
8.3. Rezultati.....	95
8.4. Zaključak	126
9. ISKUSTVA DRŽAVA ČLANICA EU U PROVOĐENJU NITRATNE DIREKTIVE	127
9.1. Uvod	127
9.2. Metodologija rada	128
9.3. Područja implementacije direktive o nitratima i povezane aktivnosti.....	129
9.4. Doprinis zajedničke poljoprivredne politike i sljedeće aktivnosti	135
9.5. Zaključci	136
10. PRETHODNO UTVRĐENA PODRUČJA OSJETLJIVA NA NITRATE U REPUBLICI HRVATSKOJ.....	138
10.1. Uvod	138
10.2. Aktualno označena područja ranjiva na nitrate u Republici Hrvatskoj	138
10.3. Smjernice za utvrđivanje kriterija za promjenu odluke o ranjivim područjima	140
10.4. Zaključci	145
11. MODEL PROSTORNE ANALIZE PRITISAKA IZ POLJOPRIVREDE I KARTA POTENCIJALNO RANJIVIH PODRUČJA	146
11.1. Uvod	146
11.2. Razvoj modela za utvrđivanja područja ranjivih na nitrate (NVZs) u Republici Hrvatskoj .	147
11.3. Pregled korištenih baza podataka i kartografskih podloga	150
11.4. Zaključci	165
12. LITERATURA.....	167

1. UVOD

Usluga izrade studije „Preispitivanje područja podložna eutrofikaciji i područja ranjiva na nitrata“ ugovorena je između naručitelja Hrvatskih voda (dalje: Naručitelj) i zajednice izvršitelja Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta i Sveučilišta u Zagrebu Fakulteta elektrotehnike i računarstva (dalje: Izvršitelj). Sukladno projektnom zadatku, autori studije prikupili su i analizirali rezultate nacionalnog monitoringa površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj s obzirom na koncentracije hranjivih tvari, prvenstveno nitrata te procijenili stupnjeve trofičnosti površinskih voda za razdoblje 2000.-2020.

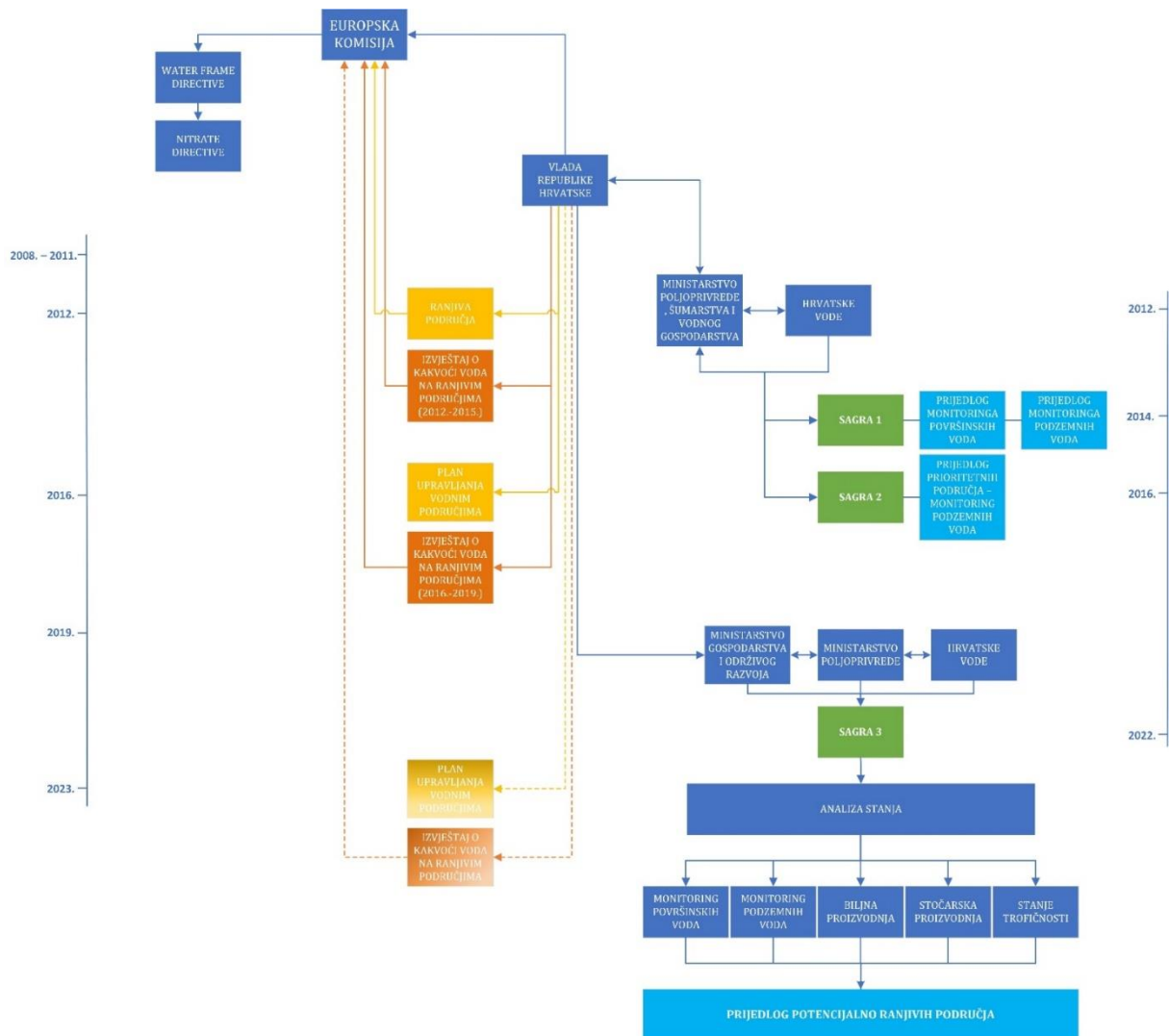
Uz podatke o kakvoći voda koje prikupljaju i obrađuju Hrvatske vode, u studiji su korišteni i podaci iz drugih nacionalnih monitoringa u Republici Hrvatskoj, testirana je njihova pouzdanost te je konačan sadržaj i forma baze podataka usklađena sa zahtjevom projektnog zadatka i usuglašena s Naručiteljem.

Tako formirana baza harmoniziranih podataka o kakvoći voda je uz korištenje drugih pomoćnih prostornih podataka statistički obrađena na način da udovoljava kriterijima Direktive o nitratima koji se odnose na praćenje, izvješćivanje i periodično preispitivanje prethodno utvrđenih područja ranjivih na nitrata iz poljoprivrede. Kao važan izlazni sadržaj ove studije su karte koje prostorno na različitim razinama detaljnosti prikazuju potencijalnu ugroženost nekog područja od onečišćenja voda hranjivim tvarima kojima bi izvor mogao biti iz poljoprivrede.

Na temelju takvih prostornih analiza izrađene su karte pritisaka iz poljoprivrede te su identificirane vode koje su onečišćene ili su u riziku od onečišćenja prema kriterijima Direktive o nitratima. Da bi se proizvedene karte mogle koristiti za novelaciju područja ranjivih na nitrata bilo je potrebno testirati pouzdanost ulaznih parametara, prvenstveno onih koji se odnose na utvrđivanje izvora onečišćenja voda. Upravo s obzirom na različit karakter i različitu razinu pouzdanosti ulaznih podataka, razrađena su četiri prijedloga metodologije za novelaciju postojećih odnosno za uspostavu nove sheme područja ranjivih na nitrata u Republici Hrvatskoj.

Konačna odluka o tome svakako je na nadležnim institucijama koje će uz analizu stanja prikazanu u ovoj studiji odluku donijeti uvažavajući i druge kriterije, kao što su akcijski planovi, obaveze i učestalost izvješćivanja prema Direktivi o nitratima te uklapanje u zakonodavno i administrativno područje. Konačnu odluku o područjima ranjivima na nitrata i način upravljanja njima donose vladine institucije u domeni zaštite okoliša, poljoprivrede i vodnog gospodarstva, a temeljeno na stručnim i znanstveno utvrđenim ocjenama sadašnjeg stanja, prognozama i predloženim scenarijima.

2. GRAFIČKI SAŽETAK



3. MONITORING STANJA KAKVOĆE VODA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Autori: doc. dr. sc. Marina Bubalo Kovačić, prof. dr. sc. Davor Romić, prof. dr. sc. Gabrijel Ondrašek

3.1. Uvod

Razvoj vodnog gospodarstva u Hrvatskoj od kraja 18. stoljeća do danas može se podijeliti u četiri povijesna razdoblja povezana s osnivanjem ključnih nacionalnih institucija. Uspostava tadašnjih zadruga bila je temelj za uređenje pravnog statusa voda i održivog vodnog sustava. Radikalne promjene u organiziranju vodnoga gospodarstva događaju se nakon osamostaljenja Hrvatske i donošenjem novog Zakona o vodama (NN 53/1990). Zakon je donesen prvenstveno radi ukidanja sustava samoupravnog interesnog organiziranja i OUR-skog načina organiziranja vodoprivrednih poduzeća, čime se temeljito mijenja ustrojstvo i način organiziranja pravnih osoba koje obavljaju poslove upravljanja vodama. Prema Zakonu o vodama i odlukom Vlade RH tada se osnivaju Hrvatske vode, kao institucija nadležna za upravljanje i gospodarenje vodama.

Europska unija je 2000. godine donijela Okvirnu direktivu o vodama (Directive 2000/60/EC) radi uspostave pravnog okvira za zaštitu i obnovu vodnih tijela diljem Europe i osiguranja dugoročno održivog korištenja voda. Glavni instrumenti kojima se države članice Europske unije, pa tako i Republika Hrvatska, koriste za provedbu vodne politike su planovi za upravljanje vodnim područjem i programi mjera. U tom kontekstu je provedba kontinuiranog monitoringa površinskih i podzemnih voda jedan od nužnih koraka za njihovu realizaciju.

Pristupanjem Republike Hrvatske Europskoj uniji 2013. godine bilo je potrebno zakonsku regulativu koja se odnosi na uređenje pravnog statusa voda, vodnog dobra i vodnih građevina, upravljanje kakvoćom i količinom voda, zaštitu od štetnog djelovanja voda, detaljnu melioracijsku odvodnju i navodnjavanje, posebne djelatnosti za potrebe upravljanja vodama, institucionalni ustroj obavljanja tih djelatnosti i druga pitanja vezana za vode i vodno dobro prilagoditi propisima i pravilnicima EU. Time je zakonska osnova, opseg, vrsta i način ispitivanja voda u Republici Hrvatskoj definirana kroz nekoliko akata koji su u zadnjih 10-ak godina usklađeni s europskim pravnim okvirom:

- a) Zakon o vodama (NN 66/19, 84/21),
- b) Uredba o standardu kakvoće voda (NN 96/2019, NN 21/2023),
- c) Pravilnik o posebnim uvjetima za obavljanje djelatnosti uzimanja uzoraka i ispitivanja voda (NN 3/2020),
- d) Metodologija uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanje omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće (Klasa:325-04/15-03/6 Ur broj: 374-I-2-16-5 od

12. travnja 2016), donesena na temelju odredbi iz članka 19. Uredbe o standardu kakvoće voda i objavljena na mrežnim stranicama Hrvatskih voda.

Za provedbu monitoringa kakvoće voda nadležne su Hrvatske vode, o čemu donose plan monitoringa koji se provodi u ciklusima: a) šestogodišnjim – za planove upravljanja vodnim područjima, b) trogodišnjim – za praćenje učinaka provedbe programa mjera i potvrđivanja stanja voda, c) jednogodišnjim – za potrebe operativnog upravljanja vodama.

Monitoring voda u Republici Hrvatskoj provodi se u okviru nadzornog i operativnog monitoringa.

Tri su osnovne vrste monitoringa stanja voda:

1. **nadzorni monitoring** koji ima za cilj utvrđivanje dugoročnih promjena,
2. **operativni monitoring** temeljem kojeg se utvrđuju promjene nastale provedbom programa mjera na vodama za koja je utvrđeno da ne zadovoljavaju ciljeve zaštite voda,
3. **istraživački monitoring** za utvrđivanje nepoznatih odnosa u okviru DPSIR ciklusa.

Prema članku 30. za površinske vode i članku 52. za podzemne vode Uredbe o standardu kakvoće voda nadzorni monitoring ima za cilj:

1. ocjenjivanje dugoročnih promjena prirodnih uvjeta,
2. ocjenjivanje dugoročnih promjena uzrokovanih intenzivnim ljudskim aktivnostima,
3. planiranje budućeg monitoringa,
4. dopunu i vrednovanje postupka ocjene utjecaja ljudskih aktivnosti na stanje voda.

Ciljevi operativnog monitoringa prema članku 31. (za površinske vode) i članku 53. (za podzemne vode) Uredbe o standardu kakvoće voda su:

1. utvrđivanje stanja površinskih i podzemnih vodnih tijela za koja je utvrđen rizik od nepostizanja ciljeva zaštite voda,
2. utvrđivanje stanja površinskih voda u koje se ispuštaju prioritete tvari i stanja podzemnih voda radi utvrđivanja znatno i trajno rastućih trendova koncentracije onečišćujućih tvari uslijed utjecaja ljudskih aktivnosti,
3. utvrđivanje bilo kakvih promjena u stanju takvih vodnih tijela koja su rezultat provedbe Programa mjera.

Prema članku 32. Uredbe o standardu kakvoće voda istraživački monitoring se provodi:

1. kad razlozi prekoračenja graničnih vrijednosti pokazatelja za ocjenu stanja voda nisu poznati,
2. kad nadzorni monitoring ukazuje na malu vjerojatnost da određeno tijelo površinske vode postigne ciljeve zaštite voda, a operativni monitoring još nije uspostavljen kako bi se utvrdili razlozi nepostizanja ciljeva zaštite voda,

3. radi utvrđivanja veličine i utjecaja iznenadnog onečišćenja,
4. radi osiguranja informacija za uspostavljanje programa mjera za postizanje ciljeva zaštite voda i određivanja programa posebnih mjera za otklanjanje posljedica iznenadnih onečišćenja.

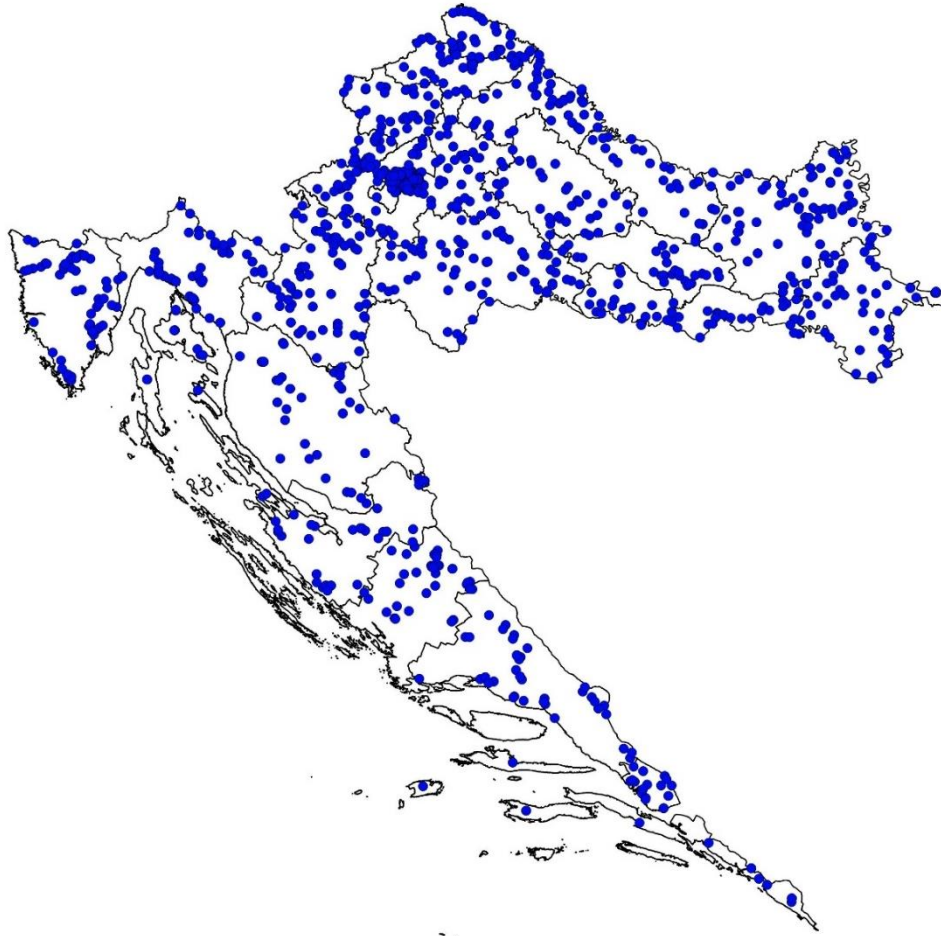
Elementi kakvoće za ocjenu ekološkog stanja kopnenih površinskih voda su podijeljeni u četiri skupine: biološki elementi, osnovni fizikalno - kemijski elementi i specifične onečišćujuće tvari te hidromorfološki elementi. Od značaja za provedbu ovog projekta su elementi koji spadaju u osnovne fizikalno – kemijske elemente, a odnose se na koncentracije hranjivih tvari u vodama koje se ispituju 12 puta godišnje u sklopu nadzornog monitoringa i 12 puta godišnje u sklopu operativnog monitoringa.

Elementi za ocjenu kemijskog stanja tijela podzemnih voda, s izuzetkom geotermalnih i mineralnih voda, su prema prilogu 6. Uredbe o standardu kakvoće voda, sljedeći: a) općenito - električna vodljivost, otopljeni kisik i pH i b) onečišćujuće tvari - nitrati, pesticidi, uključujući njihove relevantne metabolite i specifične onečišćujuće tvari za koje su propisani standardi odnosno granične vrijednosti. Elementi kemijskog stanja podzemnih voda ispituju se 4 puta godišnje u sklopu nadzornog, a 4-12 puta godišnje u sklopu operativnog monitoringa.

Provedba monitoringa zdravstvene ispravnosti vode za piće u RH je u nadležnosti Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo Odjela za kontrolu zdravstvene ispravnosti voda i vodoopskrbu, zajedno s odgovarajućim jedinicama unutar Županijskih zavoda za javno zdravstvo. Ovisno o krajnjem broju korisnika vode za piće, ispitivanje se provodi od 1 u dva mjeseca do 6 puta mjesečno.

3.2. Metodologija rada

Baza rezultata nadzornog i operativnog monitoringa kakvoće voda za razdoblje 2000.-2020. je za potrebe ovog projekta ustupljena od Hrvatskih voda te je sadržavala podatke za 1712 postaja praćenja kakvoće voda i sve pokazatelje koji se prate u sklopu navedenih monitoringa (slika 3.1). Prema zahtjevima definiranim u projektnom zadatku, iz baze su izdvojeni pokazatelji o koncentracijama hranjivih tvari u vodama, odnosno lokacije monitoringa na kojima su provedena ispitivanja istih.



Slika 3.1. Postaje monitoringa kakvoće površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj (Baza podataka Hrvatskih voda, ustupljena 2021.)

Provedena je inicijalna analiza baze podataka te je utvrđeno sljedeće:

- a) neke lokacije duži niz godina nisu aktivne odnosno na nekim je lokacijama monitoring obustavljen,
- b) na nekim lokacijama uzorkovanje i ispitivanje je provedeno samo nekoliko puta odnosno nije praćena propisana dinamika motrenja,
- c) na akumulacijama i jezerima ispitivanja se provode po dubini te je u dogovoru s Naručiteljem provedeno spajanje nizova koji su se odnosili na istu dubinu uzorkovanja (površinski sloj do kraja 2014. godine i kompozitni uzorak od 2015. godine) da bi se postigao kontinuitet mjerenja.

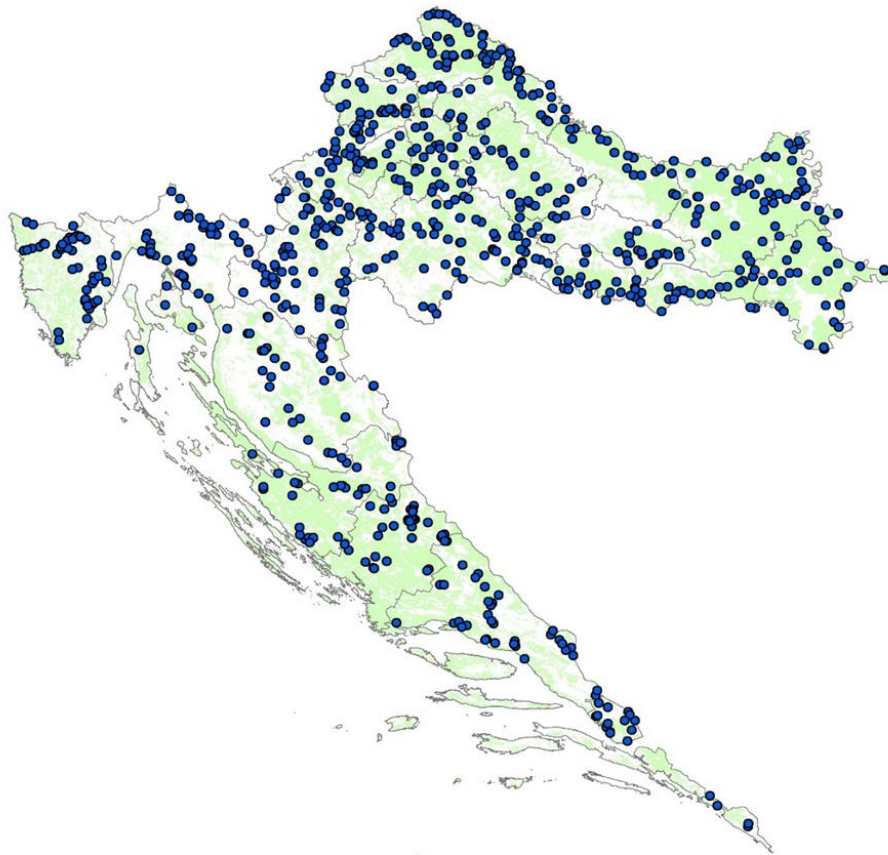
Postaje na kojima je provedeno manje od 10 mjerenja odabranih pokazatelja ili nisu više aktivne, isključene su iz daljnje analize, a na akumulacijama i jezerima u analizu je kao mjerodavan uvršten spojeni niz podataka, po jedan za svaku postaju. Svi podaci su integrirani u digitalnu bazu koja omogućuje napredni pregled i procesiranje podataka.

3.3. Baze podataka nacionalnog monitoringa voda u RH

3.3.1. Kakvoća površinskih voda

Kakvoća površinskih voda ispituje se na tekućicama (rijekama, kanalima) i stajaćicama (akumulacijama i retencijama) prema utvrđenom planu monitoringa, a u sklopu baze površinskih voda obrađena su i izvorišta. Baza je sadržavala podatke mjerenja kakvoće površinskih voda za 1246 postaja.

Zbog prethodno opisanih nesukladnosti u daljnju statističku obradu rezultata monitoringa uvrštena je 761 postaja (slika 3.2). U tablici 3.1 detaljno je prikazan broj postaja monitoringa površinskih voda po regijama i po županijama u Republici Hrvatskoj, podijeljeno i po načinu korištenja zemljišta na poljoprivredno i šumsko.



Slika 3.2. Postaje nacionalnog monitoringa površinskih voda koje su uključene u bazu podataka za potrebe ovog projekta

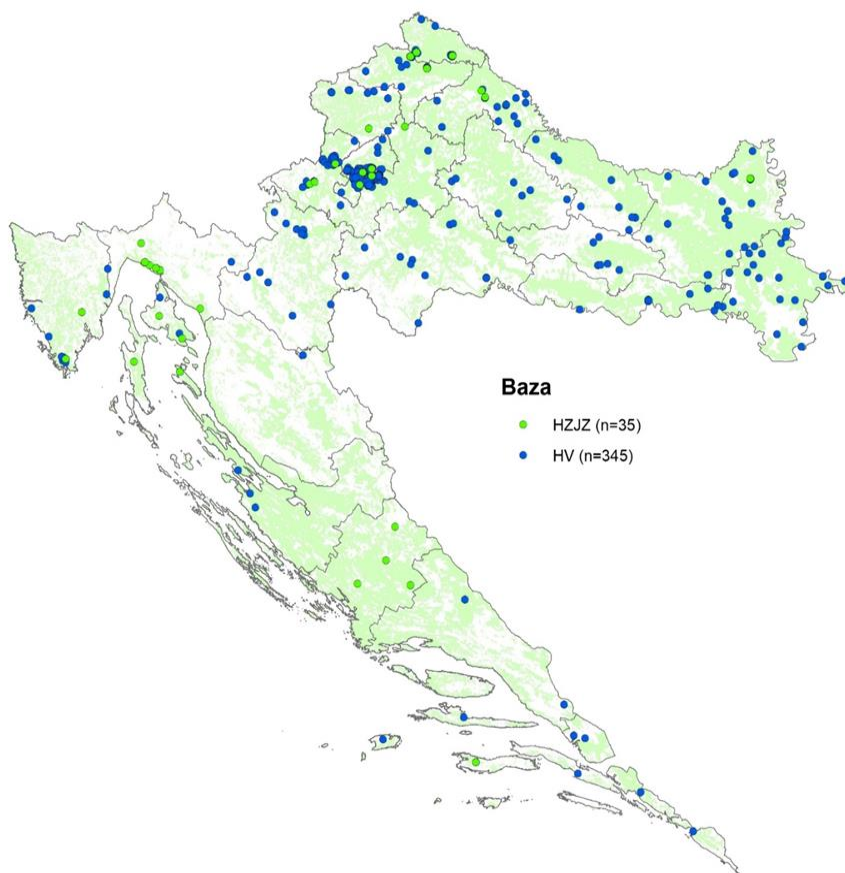
Tablica 3.1. Broj postaja monitoringa površinskih voda po regijama, županijama i po načinu korištenja zemljišta u Republici Hrvatskoj (arhiva podataka Hrvatskih voda, 2000. - 2020.)

Regija	Županija	Površina (km ²)	Broj postaja			Ukupno regija
			Poljoprivredno zemljište	Šumsko zemljište	Ukupno	
Panonska regija	Bjelovarsko-bilogorska	2639	14	5	19	472
	Brodsko-posavska	2028	19	6	25	
	Grad Zagreb	641	22	0	22	
	Karlovačka	3626	30	18	48	
	Koprivničko-križevačka	1748	30	1	31	
	Krapinsko-zagorska	1229	23	2	25	
	Međimurska	729	22	1	23	
	Osječko-baranjska	4153	49	7	56	
	Požeško-slavonska	1822	20	3	23	
	Sisačko-moslavačka	4466	51	8	59	
	Varaždinska	1261	28	2	30	
	Virovitičko-podravska	2022	16	2	18	
	Vukovarsko-srijemska	2449	21	6	27	
	Zagrebačka	3060	60	6	66	
Jadranska regija	Dubrovačko-neretvanska	1780	44	2	46	289
	Istarska	2815	35	18	53	
	Ličko-senjska	5354	26	8	34	
	Primorsko-goranska	3589	26	25	51	
	Splitsko-dalmatinska	4539	26	14	40	
	Šibensko-kninska	2982	26	6	32	
	Zadarska	3647	27	6	33	
Ukupno			615	146	761	

Kako je prikazano u tablici 3.1, 62 % od ukupnog broja postaja monitoringa površinskih voda u Republici Hrvatskoj nalazi se u Panonskoj regiji, od toga 405 ili 66 % nalazi se unutar poljoprivrednog prostora. Analizirajući broj postaja po površini administrativne jedinice/županije, uočljiv je nerazmjer po županijama, kako unutar tako i između regija. Najmanji broj postaja na poljoprivrednom zemljištu na 1000 km² županije iznosi 5, a utvrđen je u Bjelovarsko-bilogorskoj i Ličko-senjskoj županiji, potonja je ujedno i površinom najveća županija u RH. Najveći broj postaja na poljoprivrednom zemljištu na 1000 km² županije ima Grad Zagreb, njih 34, a slijede Međimurska županija s 30, Dubrovačko-neretvanska s 25 i Varaždinska županija s 22 postaje. U ostalim županijama broj postaja na poljoprivrednom zemljištu na 1000 km² županije iznosi od 6 do 20, a slična situacija je i s ukupnim brojem postaja na 1000 km² županije.

3.3.2. Kakvoća podzemnih voda

Sukladno potrebama i metodici motrenja, mreža postaja monitoringa podzemnih voda se po prostornoj raspodjeli i broju značajno razlikuje od distribucije postaja monitoringa površinskih voda. Za potrebe ovog projekta dobiveni su podaci o kakvoći podzemne vode za razdoblje 2000. - 2020. za 466 postaja iz baze podataka Hrvatskih voda (HV) i Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo (HZJZ). Preliminarnom analizom niza podataka utvrđeno je da 380 postaja ima pouzdan niz opažanja te kao takve pogodne za daljnju obradu (slika 3.3). Međutim, prostornom analizom je utvrđeno da se 53 od tih postaja nalaze unutar šumskog područja te time nisu relevantne za ovaj projekt i isključene su iz daljnje obrade (tablica 3.2).



Slika 3.3. Postaje monitoringa podzemnih voda u Republici Hrvatskoj (podaci iz monitoringa Hrvatskih voda i Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo, razdoblje 2000. – 2020.)

Tablica 3.2. Broj postaja monitoringa podzemnih voda po regijama, županijama i po načinu korištenja zemljišta u Republici Hrvatskoj (arhiva podataka Hrvatskih voda, razdoblje 2000. – 2020.)

Regije	Županija	Površina (km ²)	Broj postaja			Ukupno regija
			Poljoprivredno zemljište	Šumsko zemljište	Ukupno	
Panonska regija	Bjelovarsko-bilogorska	2639	7	0	7	337
	Brodsko-posavska	2028	9	0	9	
	Grad Zagreb	641	92	10	102	
	Karlovačka	3626	4	9	13	
	Koprivničko-križevačka	1748	14	0	14	
	Krapinsko-zagorska	1229	4	3	7	
	Međimurska	729	11	2	13	
	Osječko-baranjska	4153	22	2	24	
	Požeško-slavonska	1822	7	0	7	
	Sisačko-moslavačka	4466	8	2	10	
	Varaždinska	1261	12	2	14	
	Virovitičko-podravska	2022	7	2	9	
	Vukovarsko-srijemska	2449	19	2	21	
	Zagrebačka	3060	79	8	87	
Jadranska regija	Dubrovačko- neretvanska	1780	7	0	7	43
	Istarska	2815	6	3	9	
	Ličko-senjska	5354	0	1	1	
	Primorsko-goranska	3589	12	4	16	
	Splitsko-dalmatinska	4539	1	2	3	
	Šibensko-kninska	2982	3	1	4	
	Zadarska	3647	3	0	3	
Ukupno			327	53	380	

Broj postaja monitoringa podzemne vode je značajno manji od onoga za površinske vode, što je potpuno razumljivo. Međutim, veći problem od broja postaja je njihov prostorni raspored. Najveći broj postaja, čak njih 50 %, nalazi se u Gradu Zagrebu (102) i Zagrebačkoj županiji (87), dok u površinom najvećoj Ličko-senjskoj županiji ima samo jedna postaja, i to na šumskom zemljištu. Većina županija, s izuzetkom Koprivničko-križevačke, Međimurske, Osječko-baranjske i Vukovarske županije, nemaju predloženi minimum od 5 postaja na 1000 km². Razlog tako nejednolike distribucije postaja leži u tome da primarna namjena postaja monitoringa nije bila utvrđivanje utjecaja poljoprivrede na kakvoću voda nego ispitivanje

ispravnosti vode za piće, što je i vidljivo po dubini uzorkovanja vode koja je većinom dublja od 10 metara.

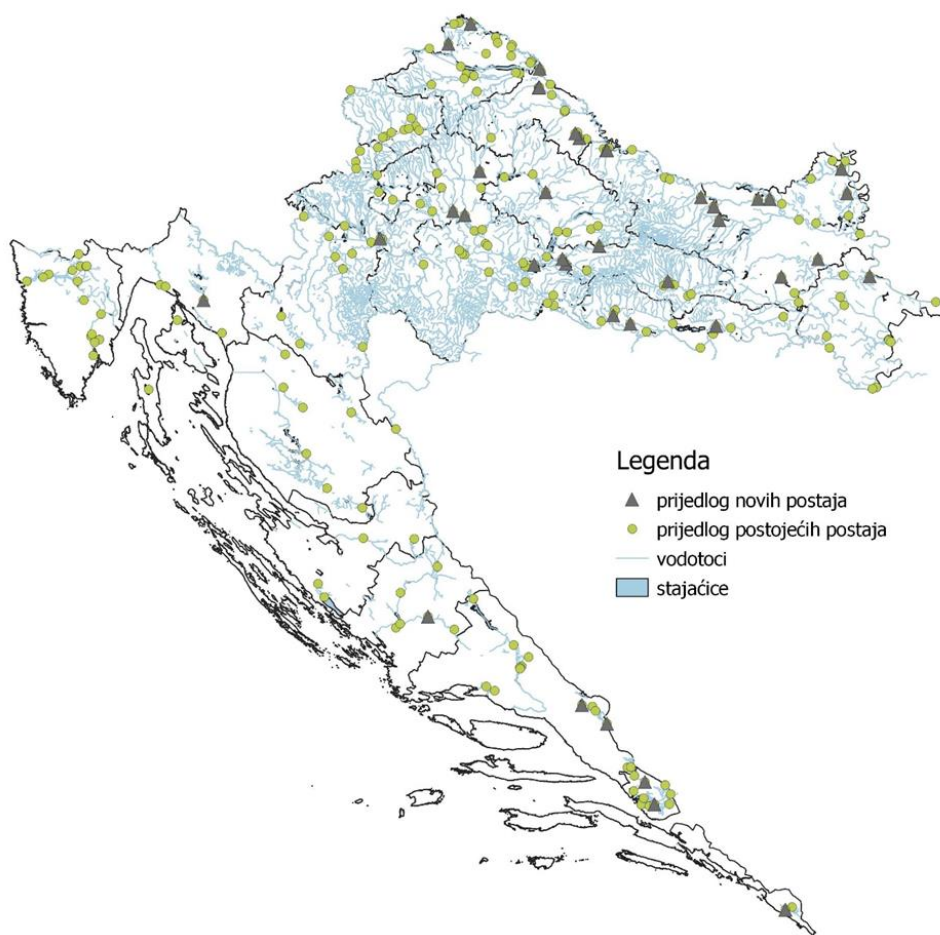
U sklopu projekta „Utjecaj poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj“ iz 2014. godine za izradu prijedloga monitoringa voda za potrebe primjene Direktive o nitratima u Hrvatskoj (Romić i sur., 2014) predložen je i usvojen minimum od 5 lokacija na 1000 km² površine Hrvatske, što je tada bio prosječan broj postaja na razini EU-27. Nadalje, u dokumentu je detaljno razrađen prijedlog budućeg monitoringa površinskih i podzemnih voda u RH.

3.4. Baze podataka iz ciljanog monitoringa za provedbu nitratne direktive

3.4.1. Kakvoća površinskih voda

Na temelju analize postojećeg monitoringa definirano je da bi se monitoring kakvoće površinskih voda za potrebe primjene Direktive o nitratima trebao provoditi na ukupno 220 postaja, od kojih je 181 postaja preuzeta iz tada već postojećeg monitoringa te je predloženo uvesti još 39 novih postaja (slika 3.4).

Provedena je analiza implementacije takve preporuke te je utvrđeno da od 39 predloženih postaja, 7 nije uključeno u monitoring, a na 181 postojećoj postaji monitoring je nastavljen. Dinamika uključivanja novih postaja je različita pa su tako neke uključene već 2015. godine, a neke kasnije te zbog kratkog niza mjerenja nisu uzete u statističku obradu u ovom projektu. Isto tako, ukoliko je situacija na terenu na predloženoj lokaciji bila nepovoljna za prikupljanje uzoraka, nova postaja je donekle prostorno izmaknuta, ali na način da i dalje obuhvaća očekivane utjecaje.



Slika 3.4. Prijedlog postaja preuzetih iz postojećeg monitoringa i novih lokacija monitoringa površinskih voda u RH za provođenje Direktive o nitratima (Romić i sur., 2014)

3.4.2. Kakvoća podzemne vode

U sklopu projekta SAGRA 1 (Romić i sur., 2014) definirano je također da bi se monitoring kakvoće podzemnih voda za potrebe primjene Direktive o nitratima trebao provoditi na ukupno 239 postaja, od kojih su 92 postaje preuzete iz tada već postojećeg monitoringa, a predloženo je 147 novih postaja (slika 3.5).

Analizom je utvrđeno da se monitoring kakvoće podzemnih voda nastavio provoditi na postojećim postajama, ali da u proteklom razdoblju niti jedna nova postaja nije uključena u monitoring podzemnih voda. Svakako treba istaći da bi se provođenje Direktive o nitratima u RH trebalo temeljiti na podacima koji proizlaze iz monitoringa podzemnih voda na područjima gdje se očekuje utjecaj poljoprivrede. Još jednom ističemo potrebu instaliranja piezometara za motrenje podzemnih voda kako je to predloženo u SAGRI 1 (Romić i sur., 2014). Znajući da je to i financijski zahtjevan proces predlažemo da se to provede po prioritetima kako je predloženo u SAGRI 2 (Ondrašek i sur., 2016).



Slika 3.5. Prijedlog novih postaja monitoringa podzemnih voda u RH (Romić i sur., 2014)

3.5. Baze podataka iz drugih izvora

Od strane Hrvatskih voda ustupljeni su i rezultati ispitivanja ispravnosti vode za piće koje je u nadležnosti Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo. Ispitivanja se provode na vodocrpilištima po određenoj dinamici uzorkovanja i svrstavaju se u monitoring podzemnih voda. Analizirana je ukupno 431 postaja od kojih je, zbog prethodno navedenih i opisanih razloga, u daljnju statističku obradu uvršteno njih 35 (tablica 3.3). Premda neke od tih postaja pokrivaju i područje Grada Zagreba, koje je i onako već gusto pokriveno postajama iz nacionalnog i operativnog monitoringa, utvrđeno je da je neke postaje koje su u nadležnosti HZJZ nužno uvesti da bi se djelomično pokrilo područje gdje nije bila niti jedna postaja monitoringa kakvoće podzemnih voda iz monitoringa Hrvatskih voda. U tom smislu su podaci iz baze HZJZ za područje grada Zagreba korišteni za svojevrsnu kontrolu.

Treba naglasiti da cilj ovog projekta nije bio analizirati kvalitetu podataka koju smo dobili od naručitelja, niti svrhu i cilj pojedine postaje monitoringa unutar dostavljene baze, ili dubinu zahvaćanja pojedinog vodonosnika, već samo dobivene podatke koristiti sukladno projektom zadatku.

Tablica 3.3. Broj postaja monitoringa podzemnih voda po regijama, županijama i po načinu korištenja zemljišta u Republici Hrvatskoj iz baze Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo (2000. – 2020.)

Regije	Županija	Površina (km ²)	Broj postaja			Ukupno regija
			Poljoprivredno zemljište	Šumsko zemljište	Ukupno	
Panonska regija	Bjelovarsko-bilogorska	2639	0	0	0	17
	Brodsko-posavska	2028	0	0	0	
	Grad Zagreb	641	4	0	4	
	Karlovačka	3626	0	0	0	
	Koprivničko-križevačka	1748	2	0	2	
	Krapinsko-zagorska	1229	0	1	1	
	Međimurska	729	2	0	2	
	Osječko-baranjska	4153	1	0	1	
	Požeško-slavonska	1822	0	0	0	
	Sisačko-moslavačka	4466	0	0	0	
	Varaždinska	1261	2	0	2	
	Virovitičko-podravska	2022	0	0	0	
	Vukovarsko-srijemska	2449	0	0	0	
	Zagrebačka	3060	3	2	5	
Jadranska regija	Dubrovačko-neretvanska	1780	1	0	1	18
	Istarska	2815	1	1	2	
	Ličko-senjska	5354	0	0	0	
	Primorsko-goranska	3589	8	3	11	
	Splitsko-dalmatinska	4539	0	0	0	
	Šibensko-kninska	2982	3	1	4	
	Zadarska	3647	0	0	0	
Ukupno			27	8	35	

3.6. Zaključci

- Za potrebe ovog projekta od naručitelja smo dobili podatke o postajama monitoringa površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj. Baza je sadržavala podatke s ukupno 1712 lokacije, od koji je 1246 lokacija monitoringa površinskih voda. Od tih lokacija, 761 zadovoljavala je kriterije temeljene na projektnom zadatku, a njih 615 nalazi se na lokacijama unutar poljoprivrednog prostora.
- Podaci o lokacijama postaja monitoringa površinskih voda su nadalje prostorno analizirani te je utvrđeno da se 62 % ukupnog broja postaja, odnosno 66 % postaja unutar poljoprivrednog prostora nalazi u Panonskoj regiji. Podaci o monitoringu podzemnih voda nisu ravnomjerno raspoređeni, veliki broj postaja nalazi se na području Grada Zagreba i Zagrebačke županije, a imamo i županije unutar kojih nema ni jedne postaje monitoringa unutar poljoprivrednog prostora (Ličko-senjska).
- Za analizu kakvoće podzemne vode korištene su se baze podataka Hrvatskih voda i Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo. Za 380 postaje ispunjeni su kriteriji iz projektnog zadatka (345 HV i 35 HZJZ) te su one uključene u daljnju analizu. Od ukupnog broja lokacija, 89 % nalazi se u Panonskoj regiji. Unutar poljoprivrednog prostora locirane su 352 postaje.

4. FORMIRANJE JEDINSTVENE BAZE O KAKVOĆI POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Autori: prof. dr. sc. Vedran Mornar, Fran Tonković, mag.ing.

4.1. Metodologija formiranja baze

Za potrebe projekta izgrađena je SQL Server baza podataka u koju su u normaliziranom obliku uvezeni podaci iz Excel tablica dobivenih od Hrvatskih voda (HV) i Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo (HZJZ). Ukupno je uvezeno 1270753 mjerenja provedenih od 01.01.2000. do 31.12.2020. Statističko izvješće o broju mjerenja po lokacijama i pripadnom vremenskom intervalu nalazi se u prilogu *Mjerenja po lokaciji.xlsx*. Krajnji cilj softverskog dijela projekta bio je formirati jedinstvenu bazu podataka o raznovrsnim mjerenjima na lokacijama monitoringa. Temeljem tih podataka načinjena je deskriptivna statistika svih mjerenja, koja se nalazi u prilogu *Deskriptiva.xlsx*.

Podaci iz različitih izvora strukturirani su i normalizirani na uniforman način. Osnovna tablica u bazi jest tablica *Mjerenje* u kojoj svaki zapis predstavlja jedno mjerenje i sadrži izmjerenu vrijednost, vrijeme mjerenja, poveznicu na tablicu meteoroloških uvjeta koji su postojali kad je mjerenje načinjeno, modifikator vrijednosti (primjerice modifikator < ako je izmjerena vrijednost manja od upisane vrijednosti, u kojem se slučaju u obradu uzima polovica upisane vrijednosti) te poveznicu na tablicu *Senzor*. Putem ove se tablice, koja sadrži podatke o virtualnim „senzorima“ (informacija o lokaciji na kojoj je mjerenje provedeno te informacija o pokazatelju koji se mjeri čini virtualni „senzor“), mjerenje nadalje povezuje s tablicom *Lokacija* u kojoj su detaljne informacije o svim lokacijama na kojima se provode mjerenja te s tablicom *Velicina* u kojoj su dane informacije o pokazateljima koji se mjere i mjernoj jedinici za određeni pokazatelj.

Naravno, postoji još niz kataloga u bazi na koje se povezuju te osnovne tablice, a što je opisano u poglavlju *Tablice u bazi*.

Ovakva normalizirana struktura omogućava brzo, konzistentno i jednostavno postavljanje ad-hoc SQL upita nad podacima. Primjerice, prosječna izmjerena količina amonija na svim lokacijama koje u nazivu imaju riječ „jezero“ može se dobiti upitom

```
SELECT V.Naziv Pokazatelj, AVG(M.Vrijednost) Prosjek, MJ.Naziv MJ
FROM dbo.Mjerenje M
INNER JOIN dbo.Senzor S ON S.Id = M.SenzorId
INNER JOIN dbo.Lokacija L ON L.Id = S.LokacijaId
INNER JOIN dbo.Velicina V ON V.Id = S.VelicinaId
INNER JOIN dbo.MjernaJedinica MJ ON MJ.Id = V.MjernaJedinicaId
WHERE V.Naziv = 'Amonij' AND L.Naziv LIKE '%jezero%'
GROUP BY MJ.Naziv
```

Rezultat ovoga upita, dobiven u 64 milisekunde, je sljedeći:

Pokazatelj	Prosjek	MJ
Amonij	0.0852461215958778	mg NH ₄ /l

Već uz površno poznavanje jezika SQL, na sličan je način moguće postaviti velik broj relativno složenih ad-hoc upita.

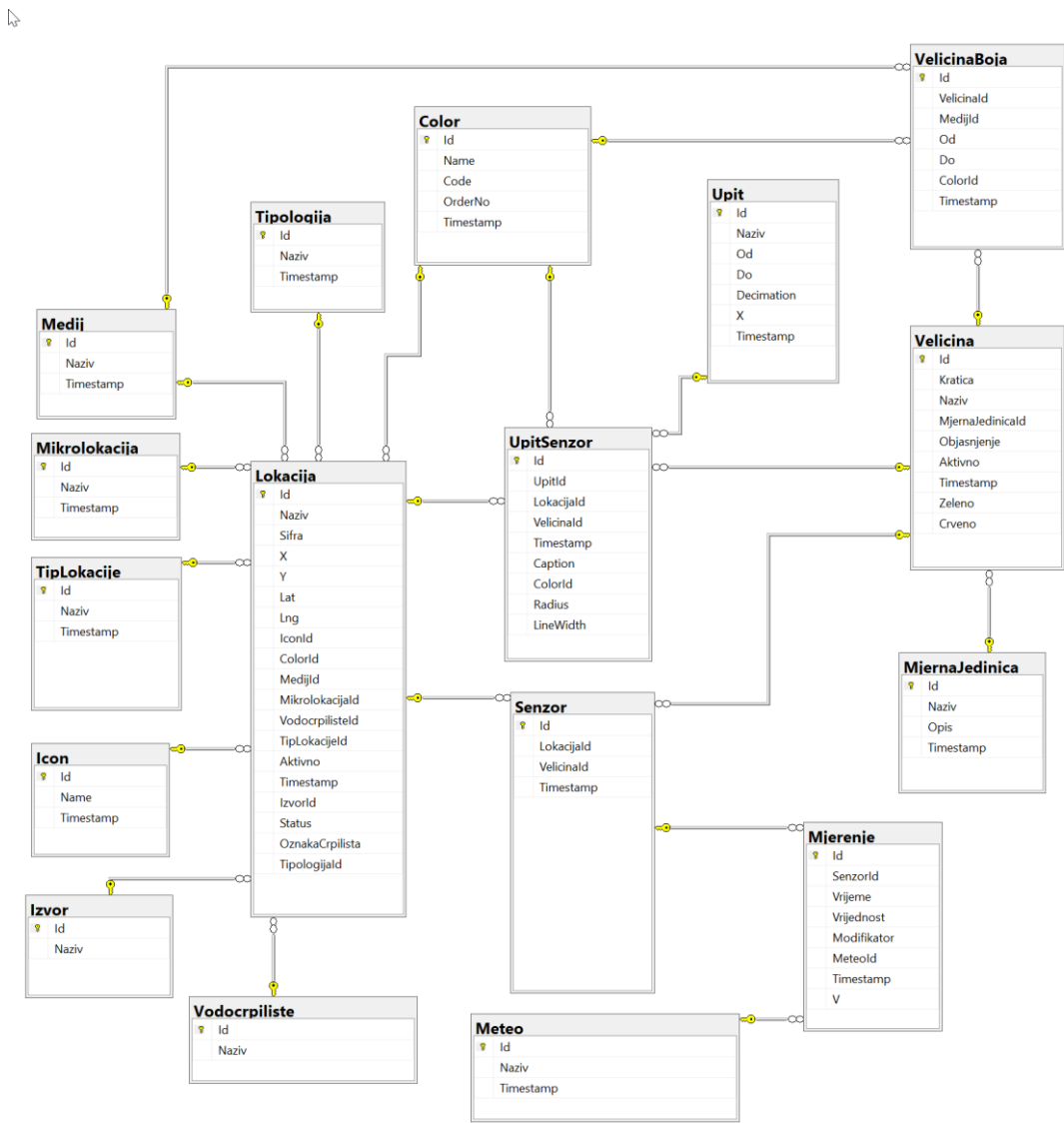
Projektni zadatak obuhvaćao je formiranje jedinstvene baze podataka te analizu podataka i statističku obradu, ali ne i izradu web sučelja prema bazi. U tu su svrhu pripremljene procedure dokumentirane u poglavlju *Procedure kojima se obavljaju obrade nad podacima*.

Ipak, u bazi je pripremljena i infrastruktura za ergonomski prikaz podataka na karti koja omogućava označavanje lokacija različitim bojama u ovisnosti o vrijednostima pokazatelja na tim lokacijama, bojanje redaka izvješća ovisno o izmjerenim vrijednostima, prikaz grafikona za odabrane veličine i/ili lokacije s uređivanjem parametara tih grafikona i sl. Puna funkcionalnost koja se oslanja na ovakvu infrastrukturu mogla bi se ostvariti kroz eventualni nastavak projekta.

Zaključno, baza je napravljena sukladno zahtjevu naručitelja i potrebama ovog projekta, potpuno je otvorena i može se nadopunjavati prema potrebi i zahtjevima korisnika.

4.2. Dijagram baze podataka

Potpuna automatski generirana dokumentacija baze podataka koja uključuje i pomoćne tablice i procedure nalazi se u prilogu *Dokumentacija baze.docx*. Dijagram baze s tablicama relevantnim za analizu mjerenja prikazan je na slici 4.1.




Slika 4.1. Dijagram baze podataka s tablicama relevantnim za analizu mjernih podataka

4.2.1. Tablice u bazi


Color

Sadržava popis boja (148 zapisa) koje se mogu koristiti za prikaz mjerenja i bojanje ikona lokacija.

Key	Name	Data Type	Objašnjenje	Allow Nulls	Identity
	Id	int	Jedinstveni identifikator	False	1 - 1
	Name	varchar(64)	HTML naziv boje	False	
	Code	varchar(64)	RGB kod	False	
	OrderNo	int	Redoslijed za prikaz	True	
	Timestamp	timestamp		False	


Icon

Sadržava popis ikona koje se mogu odabrati za prikaz lokacije na mapi. Trenutačno se koristi samo *location_on-white-36dp.svg*

Key	Name	Data Type	Objašnjenje	Allow Nulls	Identity
	Id	int	Jedinstveni identifikator	False	1 - 1
	Name	varchar(64)	Naziv datoteke s ikonom	False	
	Timestamp	timestamp		False	

Izvor

Sadrži popis izvora informacija za pojedinu lokaciju.


Key	Name	Data Type	Max Length (Bytes)	Allow Nulls
	Id	int	Jedinstveni identifikator	False
	Naziv	varchar(50)	Naziv izvora	False

Koriste se dva izvora informacija:

Id	Naziv
1	HV
2	HZJZ

Medij

Sadrži popis medija u kojima se provode mjerenja.


Key	Name	Data Type	Objašnjenje	Allow Nulls	Identity
	Id	int	Jedinstveni identifikator	False	1 - 1
	Naziv	varchar(50)	Naziv medija	False	
	Timestamp	timestamp		False	

Trenutačno se koriste dva medija:

Id	Naziv
1	Površinska voda
3	Podzemne vode

Meteo

Sadrži popis meteoroloških stanja za vrijeme uzimanja mjerenja

Key	Name	Data Type	Objašnjenje	Allow Nulls	Identity
	Id	tinyint	Jedinstveni idetifikator	False	1 - 1
	Naziv	varchar(50)	Naziv meteorološkog stanja	False	
	Timestamp	timestamp		False	


Iz postojećih podataka prikupljena su sljedeća stanja:

Id	Naziv
1	Kiša
2	Sunčano
3	Oblačno
4	Vjetrovito
5	Magla
6	Snijeg
7	Nepoznato
9	Poluoblačno
10	Bez oborina
11	Slaba kiša
12	Jaka kiša
13	Umjerena kiša
14	-9999
15	Oblačno, bez oborina
16	Rosulja
17	Jak vjetar, s oborinama

- 18 Jak vjetar, bez oborina
- 19 Susnježica

Mikrolokacija

Sadrži popis mikrolokacija na kojima su provedena mjerenja.

Key	Name	Data Type	Objašnjenje	Allow Nulls	Identity
	Id	int	Jedinstveni identifikator	False	1 - 1
	Naziv	varchar(50)	Naziv mikrolokacije	False	
	Timestamp	timestamp		False	


Mikrolokacija označava točnije mjesto ili dubinu gdje se provodi mjerenje. Iz postojećih podataka prikupljene su sljedeće mikrolokacije:

Id	Naziv
1	Sredina
2	Lijeva obala
3	Desna obala
4	Površina
5	1 m od dna
6	35 m
7	30 m
8	25 m
9	20 m
10	15 m
11	10 m
12	5 m
13	3 m
14	4 m
15	40 m
16	8 m
17	2 m
18	6 m
19	Kompozitni uzorak
20	0-5
21	10-15
22	25-30
23	5-10
24	45-50
25	20-25
26	40-45
28	Spojeno

Mikrolokacija *Spojeno* dodana je naknadno. Tijekom vremena mijenjale su se mikrolokacije na kojima su se provodila mjerenja. Primjerice, umjesto uzimanja uzorka s 1, 3 i 5 m dubine u nekom se trenutku prešlo na kompozitni uzorak. Zato je u takvim slučajevima stvorena umjetna mikrolokacija *Spojeno*, a postojeći podaci uprosječeni su postupkom opisanim u poglavlju *Spajanje lokacija*.

Tip lokacije

Sadrži vrste monitoringa na kojima se obavljaju mjerenja


Key	Name	Data Type	Objašnjenje	Allow Nulls
	Id	int	Jedinstveni identifikator	False
	Naziv	varchar(255)	Naziv tipa lokacije	False
	Timestamp	timestamp		False

Trenutačno lokacija može biti

- Id Naziv
- 1 Postaja monitoringa vode
- 2 Meteorološka postaja
- 3 Hidrološka postaja


Tipologija

Sadrži popis tipologija kojima pripada određena lokacija, prema nomenklaturi HV

Key	Name	Data Type	Objašnjenje	Allow Nulls	Identity
	Id	int	Jedinstveni identifikator	False	1 - 1
	Naziv	varchar(50)	Naziv topologije	False	
	Timestamp	timestamp		False	












Vodocrpiliste

Popis 169 vodocrpilišta prikupljen iz prikupljenih podataka

Key	Name	Data Type	Objašnjenje	Allow Nulls	Identity
	Id	int	Jedinstveni identifikator	False	1 - 1
	Naziv	varchar(255)	Naziv vodocrpilišta	False	



Lokacija

Sadrži popis 2148 lokacija na kojima se provode mjerenja.

Key	Name	Data Type	Objašnjenje	Allow Nulls	Identity	Default
	Id	int	Jedinstveni identifikator	False	1 - 1	
	Naziv	varchar(255)	Naziv lokacije	False		
	Sifra	varchar(50)	Šifra lokacije prema HV	True		
	X	decimal(18,6)	X koordinata po HTRS96 sustavu	True		
	Y	decimal(18,6)	Y koordinata po HTRS96 sustavu	True		
	Lat	decimal(18,14)	Geografska širina po WGS 84 sustavu	True		
	Lng	decimal(18,14)	Geografska dužina po WGS 84 sustavu	True		
	IconId	int	Id ikone koja se koristi za prikaz lokacije na mapi	True		((1))
	ColorId	int	Id boje kojom se prikazuje lokacija na mapi	True		((1))
	MedijId	int	Id medija koji se mjeri na lokaciji	True		
	Mikrolokacija-Id	int	Id mikrolokacije	True		
	Vodocrpiliste-Id	int	Id vodocrpilišta	True		
	TipLokacijId	int	Id tipa lokacije	True		
	Aktivno	bit	Oznaka prema kojoj se odlučuje prikazuje li se lokacija u izvještima	False		((1))
	Timestamp	timestamp	8	False		
	IzvorId	int	Id izvora informacija	True		
	Status	char(1)	Status spajanja lokacije kako je opisano u poglavlju Spajanje lokacija	True		
	Oznaka-Crpilista	int	Oznaka crpilišta prema nomenklaturi HV	True		
	Tipologijald	int	Id tipologije lokacije	True		

Mjerna jedinica

Sadrži katalog svih mjernih jedinica preuzetih iz obrađenih izvora.




Key	Name	Data Type	Objašnjenje	Allow Nulls	Identity
	Id	int	Jedinstveni identifikator	False	1 - 1
	Naziv	nvarchar(50)	Naziv mjerne jedinice	False	
	Opis	nvarchar(255)	Opis mjerne jedinice	True	
	Timestamp	timestamp		False	

U bazi su trenutano sljedeće mjerne jedinice:

Id	Naziv
4	°C
1	µg/l
15	µg oPO ₄ /l
2	µS/cm
7	mg/l
5	mg N/l
12	mg NH ₄ /l
14	mgNO ₂ /l
13	mg NO ₃ /l
6	mg P/l
11	mV





Velicina

Popis pokazatelja koji se mjeri.

Key	Name	Data Type	Objašnjenje	Allow Nulls	Identity	Default
	Id	int	Jedinstveni identifikator	False	1 - 1	
	Kratice	nvarchar(50)	Kratice pokazatelja koje se mjeri	False		
	Naziv	nvarchar(255)	Puni naziv pokazatelja	True		
	Mjerna-JedinicaId	int	Id mjerne jedinice u kojoj se mjeri pokazatelj	True		
	Objasnjenje	nvarchar(max)	Objašnjenje pokazatelja	True		
	Aktivno	bit	Oznaka je li pokazatelj aktivan	False		((1))
	Timestamp	timestamp		False		
	Zeleno	float	U slučaju prikaza u nijansama, iznos koji se prikazuje zelenom bojom	True		
	Crveno	float	U slučaju prikaza u nijansama, iznos koji se prikazuje crvenom bojom	True		




Veličina Boja

Ako se vrijednost nekog pokazatelja prikazuje u diskretnim bojama, u ovoj se tablici opisuju granice intervala za prikaz određenom bojom.

Key	Name	Data Type	Objašnjenje	Allow Nulls	Identity
	Id	int	Jedinstveni identifikator	False	1 - 1
	VelicinaId	int	Id pokazatelja	False	
	MedijId	int	Id medija	True	
	Od	float	Donja granica za prikaz određenom bojom	False	
	Do	float	Gornja granica za prikaz određenom bojom	False	
	ColorId	int	Id boje kojom se prikazuju vrijednosti iz gornjeg intervala	False	
	Timestamp	timestamp		False	





Senzor

Popis „senzora“ preuzetih iz obrađenih izvora. Pod pojmom „senzor“ smatra se kombinacija lokacije i izmjerene veličine, primjerice ako je na lokaciji *Ada, Podzemne vode (HZJZ)* mjerena *Amonij (mgNH₄/l)*, uvodi se odgovarajući senzor. Takvih je kombinacija trenutačno 30027.

Key	Name	Data Type	Objašnjenje	Allow Nulls	Identity
	Id	int	Jedinstveni identifikator	False	1 - 1
	LokacijaId	int	Id lokacije	False	
	VelicinaId	int	Id mjerne jedinica	False	
	Timestamp	timestamp	8	False	


Mjerenje

Sadrži podatke o svim mjerenjima prikupljenih iz raznih izvora.

Key	Name	Data Type	Computed	Objašnjenje	Allow Nulls	Identity
	Id	int		Jedinstveni idetifikator	False	1 - 1
	SenzorId	int		Id "senzora" na kojem je obavljeno mjerenje	False	
	Vrijeme	datetime		Vrijeme mjerenja	False	
	Vrijednost	float		Izmjerena vrijednost	False	
	Modifikator	char(1)		Modifikator koji označava da se izmjerena vrijednost treba modificirati. Ako ovo polje sadrži <, tada se u obradama koristi Vrijednost/2	True	
	MeteoId	tinyint		Id meteorološkog stanja za vrijeme uzimanja mjerenja	True	
	Timestamp	timestamp			False	
	V	float	True	Izračunata vrijednost mjerenja koja uzima u obzir i modifikator	False	






Upit

Sadrži definicije unaprijed pripremljenih upita nad podacima u bazi.

Key	Name	Data Type	Objašnjenje	Allow Nulls	Identity	Default
	Id	int	Jedinstveni identifikator	False	1 - 1	
	Naziv	varchar(255)	Naziv upita	False		
	Od	datetime	Početak perioda obuhvaćenog upitom	True		
	Do	datetime	Kraj perioda obuhvaćenog upitom	True		
	Decimation	char(1)	A – uzimaju se svi podaci H – podaci se uprosječuju na razini sata D – podaci se uprosječuju na razini dana	True		('H')
	X	varchar(255)	Varijabla koja se nalazi na X-osi	True		('Vrijeme')
	Timestamp	timestamp		False		

Upit Senzor

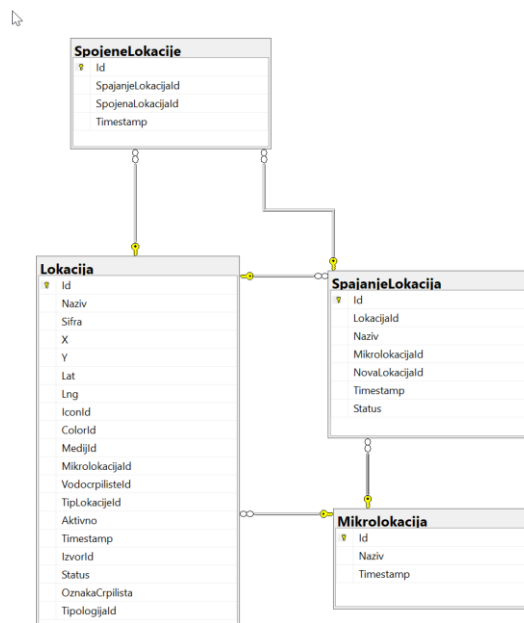
Popis 'senzora' koji se zahvaća nekim upitom i konfiguracija grafa.

Key	Name	Data Type	Objašnjenje	Allow Nulls	Identity	Default
	Id	int	Jedinstveni identifikator	False	1 - 1	
	UpitId	int	Id upita	False		
	Lokacijald	int	Id lokacije koja se zahvaća upitom	False		
	Velicinald	int	Id veličine koja se zahvaća upitom	False		
	Timestamp	timestamp		False		
	Caption	varchar(1024)	Natpis nad veličinom na grafu	True		
	ColorId	int	Boja grafa	True		
	Radius	int	Radijus pojedinačne točke na grafu	True		((1))
	LineWidth	int	Debljina linije na grafu	True		((1))

4.2.2. Spajanje lokacija

Tijekom vremena na nekim se lokacijama promijenio pristup prikupljanju podataka. Primjerice, ako se do nekog trenutka mjerilo na dubinama od 1, 5 i 10 m a onda se prešlo na uzimanje kompozitnog uzorka, ili se prešlo na uzimanje uzorka sa suprotne strane rijeke, stvorena je nova spojena lokacija i generirana su nova mjerenja da bi se dobio kontinuirani vremenski slijed.





Dijagram dijela baze koji se koristi za spajanje lokacija nalazi se na slici 4.2.



Slika 4.2. Dijagram dijela baze koji se koristi za spajanje lokacija




Spajanje Lokacija

Sadrži lokacije s kojima će se spojiti druge lokacije.

Key	Name	Data Type	Objašnjenje	Allow Nulls	Identity
	Id	int	Jedinstveni identifikator	False	1 - 1
	LokacijaId	int	Id lokacije	False	
	Naziv	varchar(255)	Naziv novostvorene spojene lokacije	True	
	Mikrolokacija-Id	int	Id mikrolokacije na koju se spajaju druge mikrolokacije	True	
	NovaLokacija-Id	int	Id nove spojene lokacije	True	
	Timestamp	timestamp		False	
	Status	char(1)	Status spajanja (S ako je spajanje već obavljeno)	True	

Spojene Lokacije

Popis lokacija koje se spajaju na određenu lokaciju.

Key	Name	Data Type	Objašnjenje	Allow Nulls	Identity
	Id	int	Jedinstveni identifikator	False	1 - 1
	Spajanje-Lokacijald	int	Id iz tablice SpajanjeLokacija	False	
	Spojena-Lokacijald	int	Id lokacije koja se spaja s lokacijom u povezanom zapisu iz SpajanjeLokacija	False	
	Timestamp	timestamp		False	

Spajanje se provodi prema sljedećoj proceduri:

```
ALTER PROC [dbo].[SpojiLokacije](@SpajanjeLokacijald INT)
```

Parametar je id zapisa iz *SpajanjeLokacija* kojim se želi obaviti spajanje.

Procedurom nastaje nova lokacija sa statusom S, lokacija iz *SpajanjeLokacija* dobiva status H i deaktivira se, a povezane lokacije iz *SpojeneLokacije* dobivaju status E .

Ako je riječ o već spojenoj lokaciji, procedura vraća početno stanje, odnosno ponovno se aktiviraju stare mikrolokacije, a spojena lokacija nestaje.

4.3. Uvoz podataka iz Excel datoteka

Uvoz iz excel datoteka obavljen je u više navrata, nad različitim formatima datoteka, priloženim C# programima (GetFromPov.cs, GetFromHZJZ.cs, GetFromHZJZ2019.cs) iz kojih se pozivaju procedure u bazi.

Procedure kojima se obavljaju obrade nad podacima

GetIdLokacije

```
ALTER PROC [dbo].[GetIdLokacije] (@Lokacija VARCHAR(255), @Sifra VARCHAR(255), @MedijId INT, @MikroLokacija VARCHAR(255))
```

Koristi se kod uvoza podataka iz Excel tablica i vraća id lokacije koja odgovara zadanim parametrima iz podataka HV

GetIdLokacijeHZJZ

```
ALTER PROC [dbo].[GetIdLokacijeHZJZ] (@Lokacija VARCHAR(255), @OznakaCrpilista INT, @X DECIMAL(18,6) = NULL, @Y DECIMAL(18,6) = NULL)
```

Koristi se kod uvoza podataka iz Excel tablica i vraća id lokacije koja odgovara zadanim parametrima iz podataka HZJZ

GetIdSenzora

```
ALTER PROC [dbo].[GetIdSenzora] (@LokacijaId INT, @Velicina VARCHAR(255),  
@MjernaJedinica VARCHAR(255))
```

Koristi se kod uvoza podataka iz Excel tablica i vraća id „senzora“ koji odgovara zadanim parametrima

InsertMjerenje

```
ALTER PROC [dbo].[InsertMjerenje] (@SenzorId INT, @Vrijeme DATETIME, @Meteo  
VARCHAR(255), @Vrijednost FLOAT, @Modifikator CHAR(1))
```

Uvozi pojedinačno mjerenje

GetLokacijeZaVelicinu

```
ALTER PROC [dbo].[GetLokacijeZaVelicinu] (@Id INT)
```

Dohvaća deskriptivnu statistiku po lokacijama na kojima se mjeri zadani pokazatelj.

Za svaku lokaciju na koji se mjeri zadani pokazatelj vraća podatke prikladne za prikaz na mapi:

HTML u kojem su:

- Broj mjerenja
- Najmanja izmjerena vrijednost
- Najveća izmjerena vrijednost
- Prosječna izmjerena vrijednost
- Standardna devijacija
- Varijanca
- Y na kraju regresijskog pravca

Boju kojom bi se označio pokazatelj temeljem vrijednosti Y na kraju regresijskog pravca.

Koordinate lokacije kao JSON polje.

GetLokacijeZaVelicinuPlain

```
ALTER PROC [dbo].[GetLokacijeZaVelicinuPlain] (@Id INT)
```

Slično kao GetLokacijeZaVelicinu, ali prikladno za prikaz u tabličnom obliku.

GetMjerenja

```
ALTER PROCEDURE [dbo].[GetMjerenja] (@Id INT, @DateFrom DATETIME, @DateTo DATETIME)
```

Vraća sva mjerenja za zadani „senzora“ u zadanom intervalu u obliku:

- Id „senzora“
- Vrijeme mjerenja
- Izmjerena vrijednost

GetMjerenjaPivot

```
ALTER PROC [dbo].[GetMjerenjaPivot] (@DateFrom DATETIME, @DateTo DATETIME, @Rows  
NVARCHAR(MAX) = NULL)
```

Vraća mjerenja za zadani „senzor“ u zadanom intervalu kao pivot tablicu u kojoj su redci vremena, a stupci izmjerene vrijednosti za „senzore“ navedene kao *JSON array* u obliku:

```
[{Id : idsenzora1}, {Id : idsenzora2}, ...]
```

GetMultiMjerenja

```
ALTER PROCEDURE [dbo].[GetMultiMjerenja] (@Json NVARCHAR(MAX), @DateFrom DATETIME, @DateTo DATETIME, @How CHAR = 'A')
```

Slično kao GetMjerenjaPivot, ali uz uprosječenje.

GetUpit

```
ALTER PROC [dbo].[GetUpit] (@UpitId INT)
```

Vraća pivot tablicu kao GetMjerenjaPivot, ali za „senzore“ definirane u zadanom upitu.

GetUpitConf

```
ALTER PROC [dbo].[GetUpitConf] (@UpitId INT)
```

Vraća konfiguraciju i deskriptivnu statistiku za svaki pokazatelj naveden u zadanom upitu u obliku:

- opis „senzora“
- radijus točke za prikaz na grafu
- debljina linije za prikaz na grafu
- boja linije na grafu
- varijabla na X-osi
- α koeficijent linearne regresije
- β koeficijent linearne regresije
- koeficijent korelacije ρ
- prvo vrijeme mjerenja po regresiji kao *epoch*
- y u najranijem vremenu po regresiji
- posljednje vrijeme mjerenja po regresiji kao *epoch*
- y u posljednje vremenu po regresiji
- prvo vrijeme mjerenja kao *datetime*
- posljednje vrijeme mjerenja kao *datetime*
- standardna devijacija
- varijanica
- minimalna vrijednost y
- maksimalna vrijednost y
- broj mjerenja

MjerenjaPoLokaciji

```
ALTER PROC [dbo].[MjerenjaPoLokaciji]
```

Vraća statistiku svih prikupljenih mjerenja u obliku:

- Lokacija
- Pokazatelj
- Broj mjerenja
- Vrijeme prvog zabilježenog mjerenja
- Vrijeme posljednjeg zabilježenog mjerenja

ShowVelicina

```
ALTER PROC [dbo].[ShowVelicina](@Velicina VARCHAR(255))
```

Vraća sva mjerenja za zadani naziv pokazatelja.

StatistikaDesc

Vraća deskriptivnu statistiku za sve „senzore“ u sustavu kao :

- varijabla na X-osi
- α koeficijent linearne regresije
- β koeficijent linearne regresije
- koeficijent korelacije ρ
- prvo vrijeme mjerenja po regresiji kao epoch
- y u najranijem vremenu po regresiji
- posljednje vrijeme mjerenja po regresiji kao epoch
- y u posljednje vremenu po regresiji
- prvo vrijeme mjerenja kao datetime
- posljednje vrijeme mjerenja kao datime
- standardna devijacija
- varijanca
- minimalna vrijednost y
- maksimalna vrijednost y
- broj mjerenja

StatistikaDesc i GetUpitConf oslanjaju se na UDF

```
ALTER FUNCTION [dbo].[Regres] (@SensorId INT, @Decimation CHAR(1), @Od DATETIME, @Do DATETIME)
```

koja vraća deskriptivu za zadani „senzor“ i uprosječenje u zadanom vremenskom rasponu.

5. KAKVOĆA POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA U RH, STATISTIČKI POKAZATELJI I TRENDOMI

Autori: prof. dr. sc. Davor Romić, doc. dr. sc. Marina Bubalo Kovačić, prof. dr. sc. Vedran Mornar, prof. dr. sc. Marija Romić

5.1. Uvod

Ispitivanje kakvoće voda obavlja Institut za vode „Josip Juraj Strossmayer“, koji je prema članku 252. Zakona o vodama (NN 66/19, NN 84/21) službeni laboratorij za uzimanje uzoraka i izradu analiza u okviru monitoringa i drugih službenih kontrola voda. Uz Institut ispitivanja kakvoće voda obavljaju laboratoriji na području Hrvatske ovlaštene za uzimanje uzoraka i ispitivanja voda, a rezultati ispitivanja pohranjuju se u bazi podataka o kakvoći vode Hrvatskih voda. S obzirom na to da se analize kakvoće vode provode u velikom broju ispitnih laboratorija, tako se i granice detekcije/granice kvantifikacije za pojedine pokazatelje razlikuju ovisno o primijenjenoj instrumentalnoj metodi.

Učestalost uzorkovanja vode te pokazatelji koji se ispituju ovise o vrsti monitoringa, a što je zakonski propisano. Plan monitoringa donosi se sukladno Uredbi o standardu kakvoće voda (NN 69/19) i sukladno Programu usklađenja monitoringa, a provodi se u ciklusima. Tri su osnovne vrste monitoringa stanja voda: nadzorni, operativni i istraživački, a za svaki od njih utvrđeni su specifični ciljevi. Ciljevi nadzornog i operativnog monitoringa usmjereni su na praćenje dugoročnih promjena stanja voda uzrokovanih različitim intenzivnim ljudskim aktivnostima, a ne samo utjecajima iz poljoprivrede.

Međutim, prema zahtjevima Direktive o nitratima (91/676/EEZ) u ranjivim područjima prate se pokazatelji stanja površinskih voda koji se nalaze u smjernicama „Stanje i trendovi vodenog okoliša i poljoprivredne prakse, a u osjetljivim područjima prate se pokazatelji eutrofikacije iz Priloga 10 Uredbe o standardu kakvoće voda.

Direktiva o nitratima je jedna od najdugovječnijih direktiva Europske unije, ali je zbog kompleksnosti problematike pod stalnim pritiscima za promjenama, popravcima i izuzećima. Prema Rezoluciji Europskog parlamenta, i 30 godina nakon prihvaćanja Direktive o nitratima podaci o kakvoći vode u EU pokazuju da razina primjene u državama članicama još uvijek nije dovoljna da se postignu njeni ciljevi pa tako niti odgovarajući ciljevi Okvirne direktive o vodama (2021/3003(RSP) - 05/04/2022

<https://oeil.secure.europarl.europa.eu/oeil/popups/summary.do?id=1700216&t=e&da =en>) (Europska komisija, 2022). U Rezoluciji se naglašava, nadalje, da je implementacijom Okvirne direktive o vodama trebao biti postignut dobar status svih europskih površinskih voda do 2027.g. Taj cilj očigledno neće biti postignut jer i trenutačno polovica od europskih vodnih tijela nemaju dobar status, a onečišćenje nitratima je i dalje jedan od najvećih pritisaka na vodeni okoliš.

Stoga Europska komisija preporuča proširenje pokazatelja praćenja kakvoće voda i dodatnih kriterija za ocjenu stanja voda. U prvom redu se to odnosi na eutrofikaciju kako slatke tako i morske vode koja je uzrokovana dušikom i fosforom iz svih izvora, a posebice iz poljoprivrede i urbanih izvora, prvenstveno ako se radi o neodgovarajućim sustavima obrade i odvodnje otpadnih voda.

Očigledno je, dakle, da mjere za poboljšanje stanja voda moraju biti sveobuhvatne i usmjerene u prvoj fazi na identifikaciju dominantnog uzroka onečišćenja i/ili eutrofikacije voda, a zatim slijedi harmonizacija sustava mjera na razini Europske unije. To bi i dalje mogao biti jako izazovan zadatak te zasigurno i dugotrajan. S obzirom na podatke o stanju voda kojima Hrvatska raspolaže sigurno je da može donijeti učinkovite mjere, prilagođene raznolikim okolišnim uvjetima i izvorima onečišćenja voda.

Stoga je cilj ovog dijela projekta bio da se analizira sustav monitoringa voda u Republici Hrvatskoj te da se na temelju analitičkih podataka o kakvoći voda utvrdi njegova pogodnost za utvrđivanje izvora onečišćenja voda kao podloga za prilagodbu mjera i donošenje budućih nacionalnih akcijskih programa prema Direktivi o nitratima. Ono što se u narednom razdoblju naglašava kao osobito bitno je sljedeće:

- poticanje inovacija koje će pridonijeti boljoj učinkovitosti i primjeni dobre prakse u poljoprivredi,
- prepoznavanje slabosti u proizvodnji i upravljanju koje rezultiraju neadekvatnim korištenjem vode, gnojiva, pesticida i antibiotika,
- poticanje dobrih praksi korištenja dušika iz stajskog gnoja, a u svrhu smanjenja ispiranja hranjivih tvari u vode.

Za provođenje takvih aktivnosti i donošenje znanstveno i stručno utemeljenih odluka i propisa, kao cilj ovog dijela projekta, potrebno je utvrditi sljedeće:

- osnovne statističke pokazatelje o koncentracijama hranjivih tvari u vodama, prvenstveno nitrata;
- primijeniti analizu linearnog regresijskog trenda za opći prikaz vremenske promjene te ocjenu smjera promjena koncentracija hranjivih tvari u vodama.

5.2. Metode rada

Odgovarajuće i prilagođeno praćenje kakvoće vode polazište je za pravilnu provedbu Direktive o nitratima jer je ključno za utvrđivanje onečišćenih voda i određivanje zona ranjivih na onečišćenje nitratima (engl. Nitrate Vulnerable Zones, NVZs), a u konačnici i za poduzimanje odgovarajućih mjera iz programa djelovanja prema Pravilniku o sadržaju Akcijskog programa zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla (NN 7/2013).

Direktivom o nitratima utvrđene su opće odredbe i smjernice za praćenje, ali države članice odgovorne su za utvrđivanje programa i strategije praćenja (lokacija mjernih postaja, gustoća mreže, učestalost i vremenski raspored uzorkovanja i drugo). Glavni pokazatelj za definiranje stanja vodnih tijela u razdoblju izvješćivanja jest koncentracija nitrata.

Na postajama monitoringa koje su uvrštene u prostornu obradu provedena je osnovna statistička analiza odabranih pokazatelja i analiza trenda koncentracije nitrata u razdoblju od 2000.-2020. U analizi su izdvojene postaje koje se nalaze na poljoprivrednom zemljištu pod pretpostavkom da su te lokacije monitoringa pod direktnim utjecajem poljoprivrede, dok su lokacije u urbanom i šumskom području pod antropogenim utjecajem iz više različitih izvora.

Analiza linearnog trenda provedena je nakon što je inicijalnom analizom utvrđeno da na većini postaja monitoringa koncentracije nitrata ne pokazuju sezonski ili drugi ciklički karakter. Promjene pojava su približno linearne kada pokazuju sličnu apsolutnu promjenu (rast ili smanjenje) u istim vremenskim razdobljima. Linearni trend se izražava linearnom regresijskom funkcijom:

$$y = a + bx \tag{1}$$

gdje je: x – vrijeme (nezavisna varijabla),

y – koncentracija nitrata (zavisna varijabla).

5.3. Statistički pokazatelji i prostorna analiza koncentracija hranjivih tvari u površinskim vodama

Od ukupno 761 postaje monitoringa kakvoće površinskih voda koja je uvrštena u statističku analizu, njih 615 se nalazi unutar poljoprivrednog zemljišta. Sumarna statistika za pokazatelje kakvoće površinskih voda koje se odnose na koncentracije hranjivih tvari prikazana je u tablici 5.1. Dušični oblici i ukupni fosfor ispituju se na najvećem broju postaja te je u analizu uvršteno više od 60 tisuća podataka. Prosječne koncentracije ispitivanih pokazatelja su relativno niske, značajno niže za NO_3^- i K, a približno iste propisanim graničnim vrijednostima za vodu za piće (NN 125/2017) za P i NH_4^+ . Usporedba s navedenim propisom govori o prosječno vrlo zadovoljavajućem stanju voda s obzirom na koncentracije hranjivih tvari. Rasponi koncentracija su, međutim, vrlo široki. Bez obzira na značajnu razliku u broju postaja monitoringa površinskih voda između regija, prosječne i maksimalne koncentracije hranjivih tvari, s izuzetkom K, su više u Panonskoj regiji. Važno je stoga iz dostupne baze detaljno analizirati povezanost lokacija (što znači uzimanje u obzir svih relevantnih atributa i pomoćnih varijabli za danu lokaciju) i koncentracija hranjivih tvari da bi se identificirao izvor onečišćenja za svaku pojedinačnu postaju koja je opterećena hranjivim tvarima.

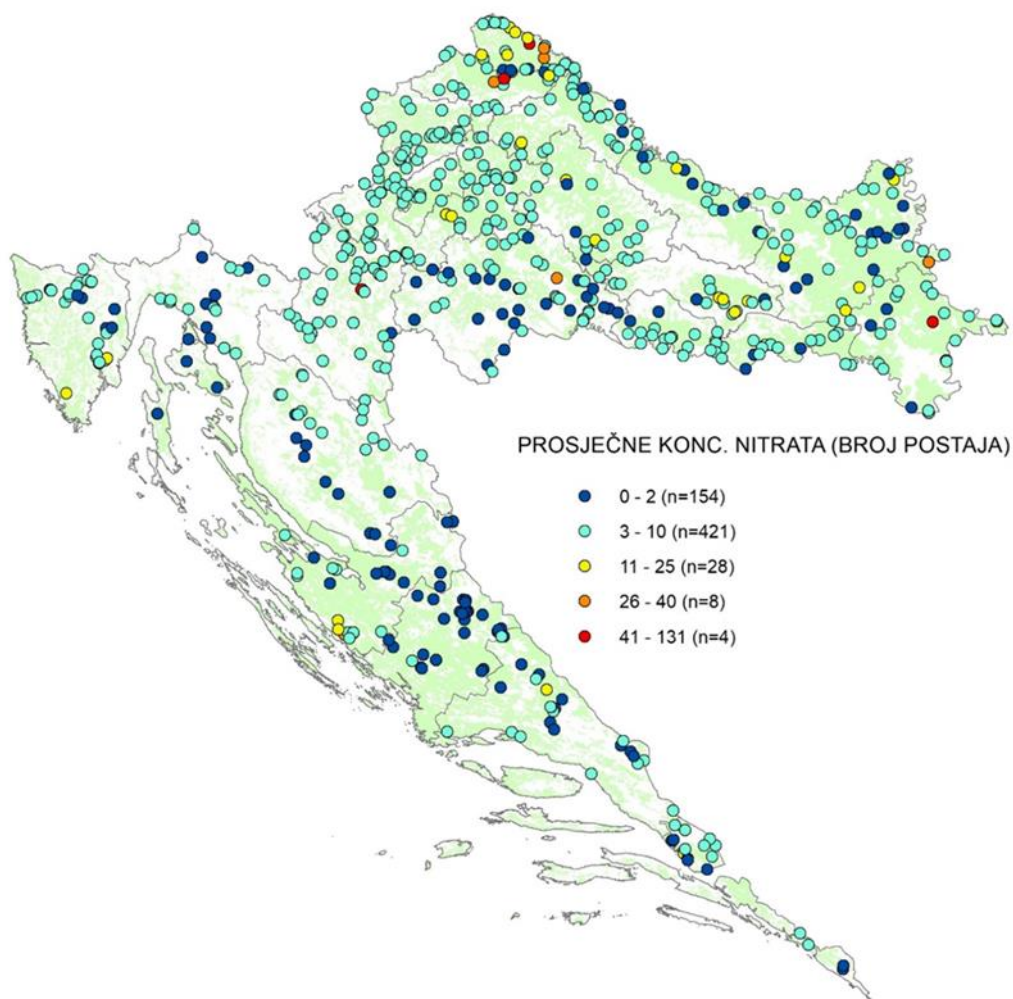
Tablica 5.1. Osnovni statistički pokazatelji koncentracija hranjivih tvari u mg/l (ukupni N, NO₃⁻, NH₄⁺, ukupni P i K) u površinskim vodama u Republici Hrvatskoj te za Panonsku i Jadransku regiju

	Kemijski pokazatelj	Jedinica	N	\bar{X}	min	max	st. dev.
Republika Hrvatska	Ukupni N	mg/l	61470	2,3	0,01	706	5,8
	NO ₃	mg/l	61581	5,24	<g.d.*	5705	28
	NH ₄	mg/l	61653	0,66	<g.d.	536	4,5
	Ukupni P	mg/l	61116	0,26	<g.d.	127	1,4
	K	mg/l	17659	2,69	<g.d.	1150	11
Panonska regija	Ukupni N	mg/l	44246	2,85	0,01	706	6,6
	NO ₃	mg/l	44315	6,1	<g.d.	5705	29
	NH ₄	mg/l	44324	0,88	<g.d.	536	5,1
	Ukupni P	mg/l	43893	0,34	<g.d.	127	1,6
	K	mg/l	10508	2,5	0,03	287	3,7
Jadranska regija	Ukupni N	mg/l	17224	0,99	0,01	173	2,5
	NO ₃	mg/l	17266	3,0	<g.d.	3277	26
	NH ₄	mg/l	17329	0,11	<g.d.	161	1,8
	Ukupni P	mg/l	17223	0,05	<g.d.	32	0,42
	K	mg/l	7151	2,9	<g.d.	1150	17

* <g.d. – ispod granice detekcije

5.3.1. Koncentracije NO₃⁻ (mg/l) u površinskim vodama

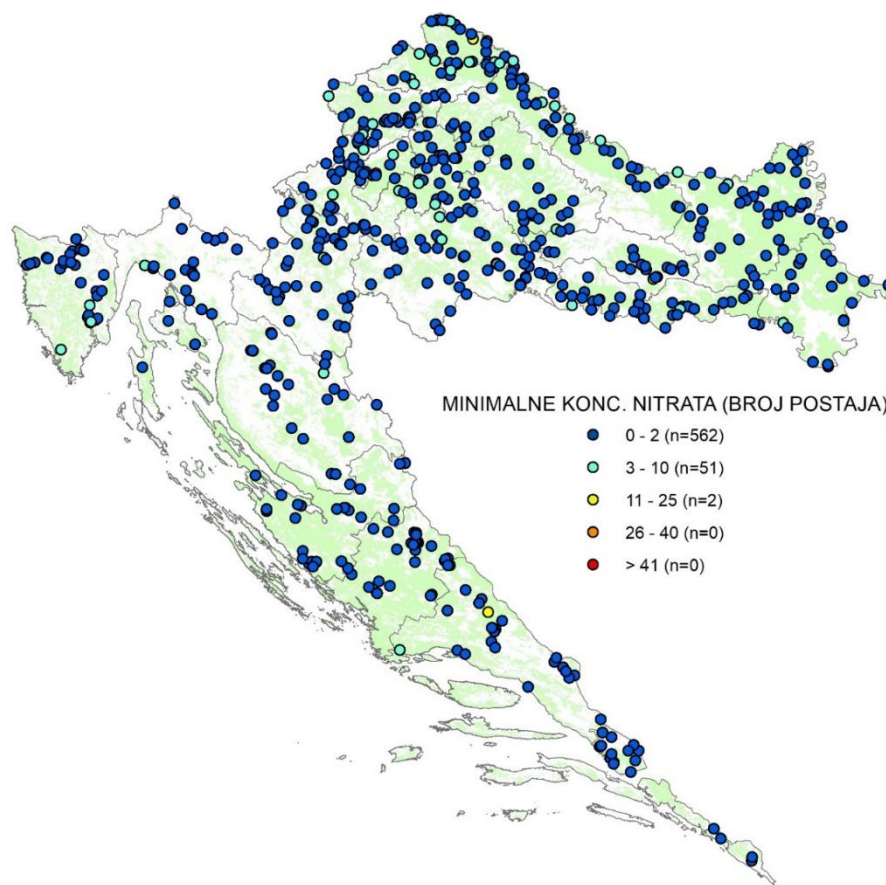
Iz slike 5.1, koja prikazuje prostornu distribuciju prosječnih koncentracija NO₃⁻ (mg/l) po postajama monitoringa površinskih voda u Republici Hrvatskoj, vidljivo je da je cijeli teritorij Republike Hrvatske zadovoljavajuće pokriven postajama na kojima se kontinuirano analiziraju koncentracije NO₃⁻ (mg/l). Ipak, gustoća postaja je veća u kontinentalnom dijelu na velikim međunarodnim rijekama (slika 5.1).



Slika 5.1. Prosječne koncentracije NO_3^- (mg/l) na postajama monitoringa površinskih voda u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2000.-2020. (n = broj postaja)

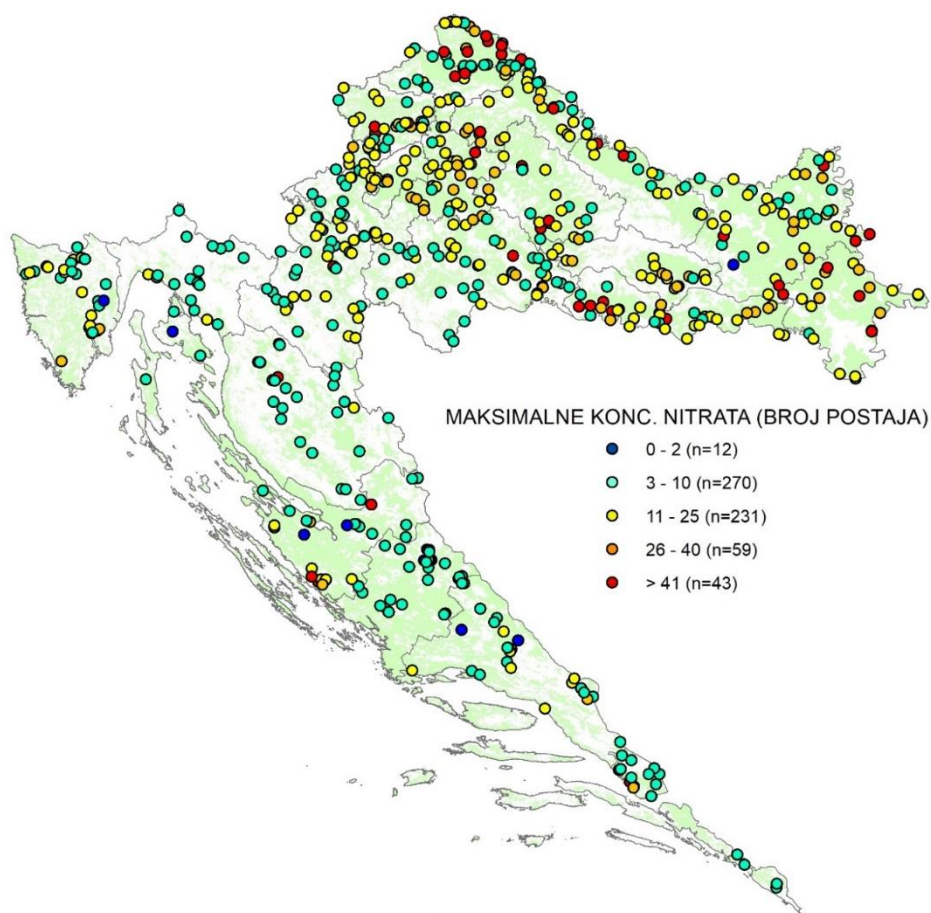
Na samo 40 postaja monitoringa površinskih voda utvrđena je prosječna koncentracija NO_3^- viša od 11 mg/l, od toga 32 u Panonskoj regiji, a 8 u Jadranskoj regiji (slika 5.1). Prosječnu koncentraciju NO_3^- višu od 40 mg/l imaju samo tri postaje koje se nalaze u Međimurskoj, Varaždinskoj i Vukovarsko-srijemskoj županiji, a vidljivo je da se u njihovoj neposrednoj blizini nalaze i postaje čija je prosječna koncentracija NO_3^- u kategorijama 26-40 mg/l i/ili 11-25 mg/l. U Jadranskoj regiji na jednoj postaji u Zadarskoj županiji prosječna koncentracija NO_3^- je u kategoriji 26-40 mg/l, a ukupno 7 postaja je u kategoriji 11-25 mg/l, i to u Zadarskoj, Istarskoj, Splitsko-dalmatinskoj i Dubrovačko-neretvanskoj županiji.

Minimalne koncentracije NO_3^- (mg/l) su niže od granice detekcije instrumentalnih metoda ispitivanja te je u kategoriji do 2 mg NO_3^- /l najveći broj postaja, njih 562 ili 91 % (slika 5.2). U kategorijama 3-10 i 11-25 mg NO_3^- /l su samo 53 postaje, dok niti u jednoj postaji nije utvrđena minimalna koncentracija nitrata viša od 26 mg NO_3^- /l. Na samo dvije postaje je utvrđena minimalna koncentracija NO_3^- viša od 10 mg/l, na jednoj postaji u Međimurskoj županiji i jednoj u Splitsko-dalmatinskoj županiji.



Slika 5.2. Minimalne koncentracije NO_3^- (mg/l) na postajama monitoringa površinskih voda u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2000.-2020. (n = broj postaja)

Na slici 5.3 prikazana je prostorna distribucija maksimalno utvrđenih koncentracija NO_3^- (mg/l) u površinskim vodama u Republici Hrvatskoj. Na čak 84 % postaja su utvrđene maksimalne koncentracije NO_3^- niže od 25 mg/l. Većina postaja s maksimalnim koncentracijama višim od 40 mg NO_3^- /l nalazi se u Panonskoj regiji, i to većinski na području Međimurske, Varaždinske, Brosko-posavske, Osječko-baranjske i Vukovarsko-srijemske županije. U Jadranskoj regiji su koncentracije NO_3^- više od 40 mg/l utvrđene samo na 2 postaje u Zadarskoj županiji.



Slika 5.3. Maksimalne koncentracije NO_3^- (mg/l) na postajama monitoringa površinskih voda u Republici Hrvatskoj u razdoblju 2000.-2020. (n = broj postaja)

U tablici 5.2 prikazan je broj postaja monitoringa površinskih voda po regijama i županijama u Republici Hrvatskoj, te broj postaja u kategorijama prosječnih koncentracija $\text{NO}_3^- \geq 11$ mg/l u površinskim vodama (razdoblje 2000.-2020.).

Tablica 5.2. Broj postaja monitoringa površinskih voda po regijama i županijama u Republici Hrvatskoj te broj postaja u kategorijama prosječnih koncentracija $\text{NO}_3^- \geq 11 \text{ mg/l}$ u površinskim vodama (razdoblje 2000.-2020.)

Regija	Županija	Broj postaja				Suma 3 kategorije	Ukupno / 3 kategorije
		Ukupno	11-25 mg/l	26-40 mg/l	> 40 mg/l		
Panonska regija	Bjelovarsko-bilogorska	22	2	0	0	2	435 / 32
	Brodsko-posavska	35	0	0	0	0	
	Grad Zagreb	14	0	0	0	0	
	Karlovačka	44	1	0	0	1	
	Koprivničko-križevačka	30	1	0	0	1	
	Krapinsko-zagorska	23	0	0	0	0	
	Međimurska	22	6	2	1	9	
	Osječko-baranjska	49	4	1	0	5	
	Požeško-slavonska	20	4	0	0	4	
	Sisačko-moslavačka	51	0	1	0	1	
	Varaždinska	28	1	2	1	4	
	Virovitičko-podravska	16	1	0	0	1	
	Vukovarsko-srijemska	21	0	1	1	2	
	Zagrebačka	60	2	0	0	2	
Jadranska regija	Dubrovačko-neretvanska	19	1	0	0	1	180 / 8
	Istarska	30	3	0	0	3	
	Ličko-senjska	26	0	0	0	0	
	Primorsko-goranska	26	0	0	0	0	
	Splitsko-dalmatinska	26	1	0	0	1	
	Šibensko-kninska	26	0	0	0	0	
	Zadarska	27	2	1	0	3	
Ukupno	615	29	8	3	40		

5.4. Statistički pokazatelji i prostorna analiza koncentracija hranjivih tvari u podzemnim vodama

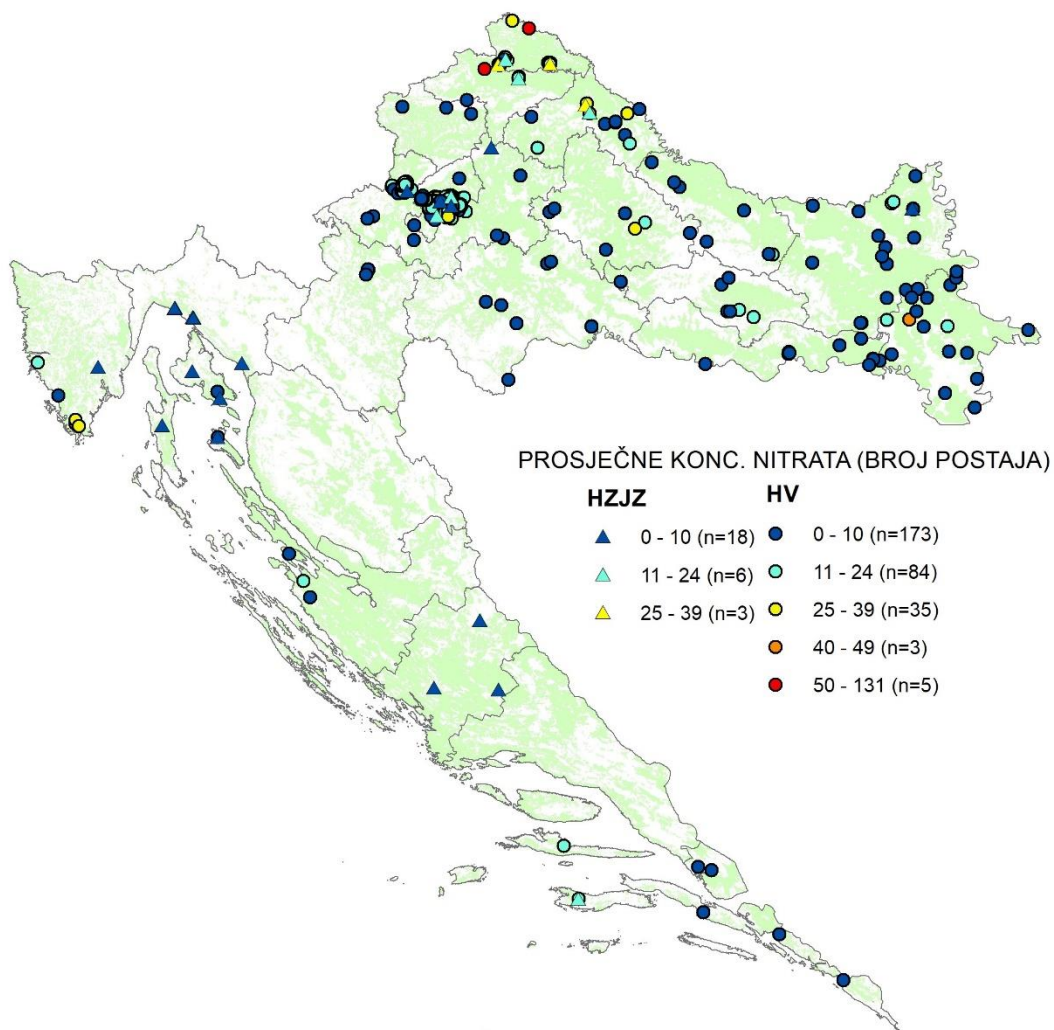
Od ukupno 897 ustupljenih postaja, zbog razloga opisanih u poglavlju 3 ove studije, u konačnu analizu stanja podzemnih voda uvršteno je 327 postaja, 300 iz baze Hrvatskih voda i 27 iz baze Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo. U tablici 5.3 prikazana je sumarna statistika za pokazatelje kakvoće podzemnih voda koje se odnose na koncentracije hranjivih tvari. Dušični oblici i ukupni fosfor ispituju se i u podzemnim vodama na najvećem broju postaja, njih više od 20 tisuća. Prosječne koncentracije ispitivanih pokazatelja su relativno niske, a njihova

usporedba graničnim vrijednostima propisanim za vodu za piće (NN 125/2017) je orijentacijska. Usporedba s navedenim propisom govori o prosječno vrlo zadovoljavajućem stanju voda s obzirom na koncentracije hranjivih tvari. Rasponi koncentracija su i u slučaju podzemnih voda široki, premda u značajno manjoj mjeri nego u površinskim vodama.

Tablica 5.3. Osnovni statistički pokazatelji koncentracija hranjivih tvari u mg/l (ukupni N, NO₃⁻, NH₄⁺, ukupni P i K) u podzemnim vodama u Republici Hrvatskoj te za Panonsku i Jadransku regiju

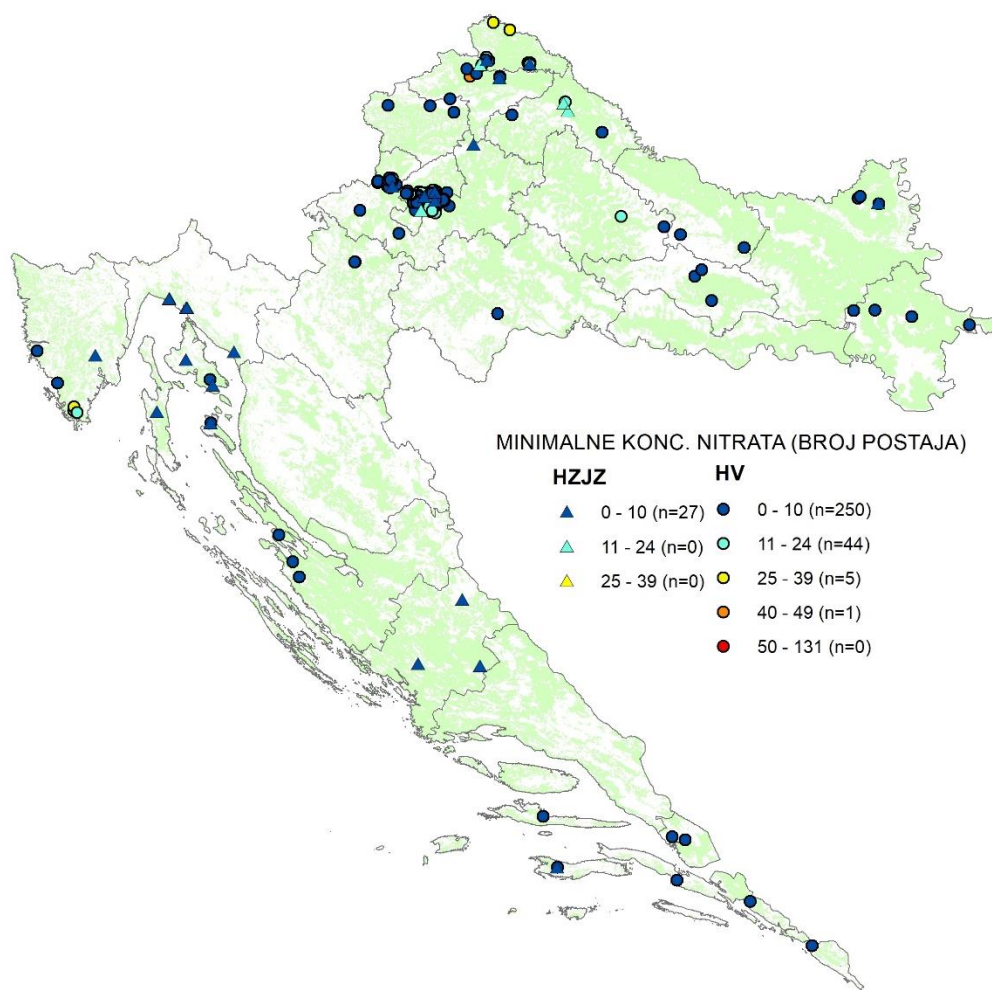
	Kemijski pokazatelj	Jedinica	N	\bar{X}	min	max	st. dev.
Republika Hrvatska	Ukupni N	mg/l	10010	3,6	0,05	295	4,9
	NO ₃	mg/l	21609	13	<g.d.	269	13
	NH ₄	mg/l	21628	0,15	<g.d.	68	0,92
	Ukupni P	mg/l	21542	0,02	<g.d.	18	0,22
	K	mg/l	9467	0,07	0,001	30	0,43
Panonska regija	Ukupni N	mg/l	9626	3,7	0,05	295	5,0
	NO ₃	mg/l	20986	13	<g.d.	269	13
	NH ₄	mg/l	21005	0,15	<g.d.	68	0,94
	Ukupni P	mg/l	9082	0,07	0,001	30	0,44
	K	mg/l	7220	2,6	0,02	99	2,6
Jadranska regija	Ukupni N	mg/l	384	3,0	0,20	15	3,2
	NO ₃	mg/l	623	8,9	0,03	59	12
	NH ₄	mg/l	623	0,04	<g.d.	1,3	0,12
	Ukupni P	mg/l	385	0,02	<g.d.	0,15	0,02
	K	mg/l	333	2,0	0,03	23	3,1

Na slici 5.4 prikazana je prostorna raspodjela prosječnih koncentracija NO₃⁻ (mg/l) u podzemnim vodama u Republici Hrvatskoj. Na 85,9 % postaja je prosječna koncentracija NO₃⁻ bila ≤ 25 mg/l. Prostorni raspored postaja monitoringa koncentriran na području Grada Zagreba i Zagrebačke županije. Prema prosječnim koncentracijama nitrata u ostalom dijelu Republike Hrvatske dominantan udio postaja (58 %) u kojima su koncentracije NO₃⁻ u kategoriji koncentracija od 0-10 mg/l. Po udjelu ih slijede postaje u kategoriji od 11-24 mg NO₃⁻/l (28 %), a 14 % postaja ima prosječnu koncentraciju NO₃⁻ višu od 25 mg/l.



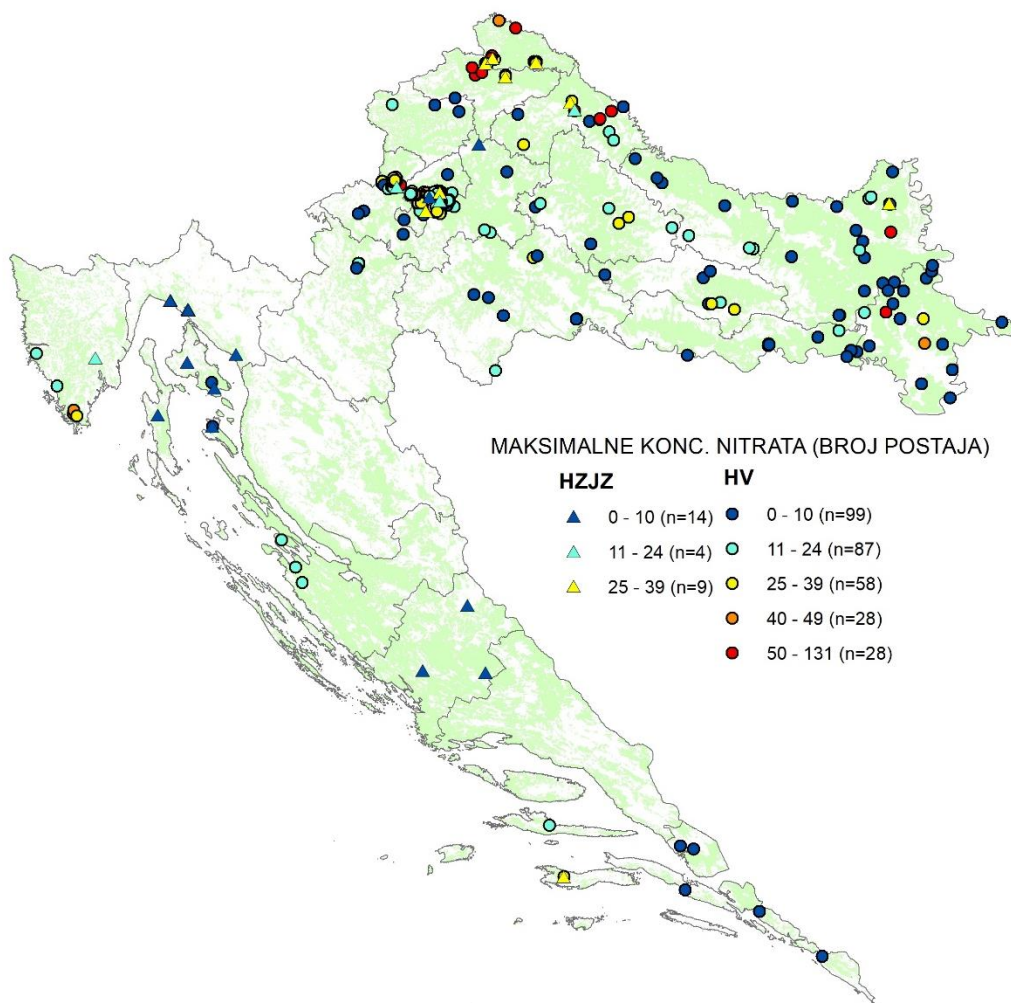
Slika 5.4. Prosječne koncentracije NO_3^- (mg/l) na postajama monitoringa podzemnih voda u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2000.-2020. (n = broj postaja)

Na slici 5.5 prikazana je prostorna raspodjela minimalnih koncentracije NO_3^- (mg/l) na svim postajama monitoringa podzemnih voda. Minimalne koncentracije $\text{NO}_3^- \leq 10$ mg/l utvrđene su na 85 % postaja. Na samo 2 % postaja utvrđene su minimalne koncentracije $\text{NO}_3^- \geq 25$ mg/l. Ni na jednoj postaji nije utvrđena minimalna koncentracija NO_3^- viša od 50 mg/l. Najviše minimalne koncentracije nalaze se u Međimurskoj i Varaždinskoj županiji u Panonskoj regiji i na jugu Istarske županije u Jadranskoj regiji.



Slika 5.5. Minimalne koncentracije NO_3^- (mg/l) na postajama monitoringa podzemnih voda u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2000.-2020. (n = broj postaja)

Na slici 5.6 prikazane su maksimalne koncentracije NO_3^- (mg/l) u podzemnim vodama. Na 62 % postaja najviše koncentracije su ≤ 25 mg NO_3^- /l. U kategoriji od 25-39 mg NO_3^- /l nalazi se 20 % postaja, a njih 9 % je u kategoriji od 40-49 mg NO_3^- /l. U kategoriji postaja s maksimalnom koncentracijom NO_3^- (mg/l) ≥ 51 mg/l nalazi se 9 % postaja. Najviše koncentracije utvrđene su na nekoliko postaja u Panonskoj regiji, i to u Međimurskoj, Varaždinskoj, Koprivničko-križevačkoj, Osječko-baranjskoj i Vukovarsko-srijemskoj županiji. Značajan broj postaja u Gradu Zagrebu je u kategorijama ≥ 25 mg/l. U Jadranskoj regiji, maksimalne koncentracije utvrđene su na postajama na jugu Istarske županije.



Slika 5.6. Maksimalne koncentracije NO_3^- (mg/l) na postajama monitoringa podzemnih voda u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2000.-2020. (n = broj postaja)

U tablici 5.4 prikazan je broj postaja monitoringa podzemnih voda po regijama i županijama u Republici Hrvatskoj te broj postaja u kategorijama prosječnih koncentracija $\text{NO}_3^- \geq 25$ mg/l u podzemnim vodama. Iz tablice 5.4. vidljivo je da je 37 (11 % od ukupnog broja) postaja u Panonskoj regiji, a samo 3 postaje iz tih kategorija su u Jadranskoj regiji. Isto tako, od 3 gornje kategorije, najviše je postaja u kategoriji 25-39 mg/l, njih 32, što je 10 % od ukupnog broja postaja, odnosno 80 % postaja u gornje 3 kategorije.

Tablica 5.4. Broj postaja monitoringa podzemnih voda po regijama i županijama u Republici Hrvatskoj te broj postaja u kategorijama prosječnih koncentracija $\text{NO}_3^- \geq 25 \text{ mg/l}$ u podzemnim vodama (2000.-2020.)

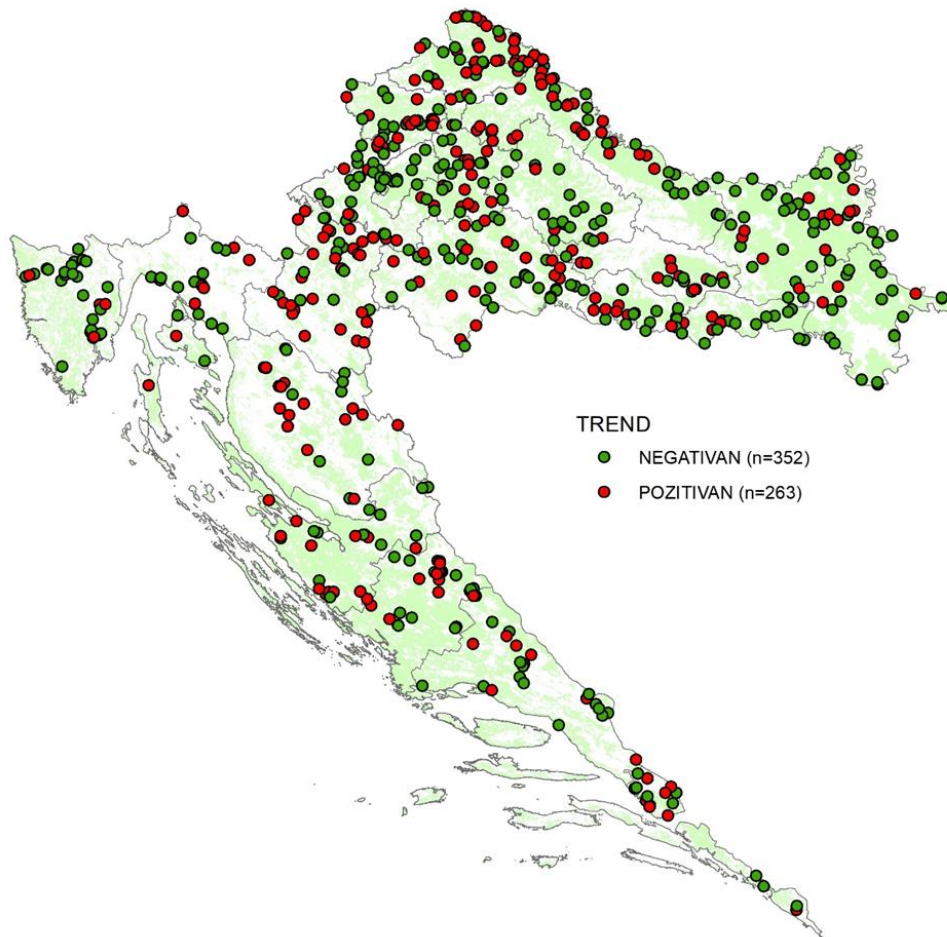
Regija	Županija	Broj postaja monitoringa podzemne vode				Suma 3 kategorije	Ukupno / 3 kategorije
		Ukupno	25-39 mg/l	40-49 mg/l	> 50 mg/l		
Panonska regija	Grad Zagreb	92	21	0	0	21	296 / 37
	Karlovačka	4	0	0	0	0	
	Bjelovarsko-bilogorska	7	1	0	0	1	
	Brodsko-posavska	9	0	0	0	0	
	Koprivničko-križevačka	14	2	1	0	3	
	Krapinsko-zagorska	4	0	0	0	0	
	Međimurska	11	5	0	1	6	
	Osječko-baranjska	22	0	0	0	0	
	Požeško-slavonska	7	0	0	0	0	
	Sisačko-moslavačka	9	0	0	0	0	
	Varaždinska	12	1	0	3	4	
	Virovitičko-podravska	7	0	0	0	0	
	Vukovarsko-srijemska	19	0	1	1	2	
	Zagrebačka	79	0	0	0	0	
Jadranska regija	Dubrovačko-neretvanska	7	0	0	0	0	31 / 3
	Istarska	6	2	1	0	3	
	Ličko-senjska	0	0	0	0	0	
	Primorsko-goranska	11	0	0	0	0	
	Splitsko-dalmatinska	1	0	0	0	0	
	Šibensko-kninska	3	0	0	0	0	
	Zadarska	3	0	0	0	0	
Ukupno	327	32	3	5	40		

Prostorni raspored postaja čije su prosječne koncentracije NO_3^- u podzemnim vodama više od 25 mg/l sličan je prostornom rasporedu postaja čije su prosječne koncentracije u površinskim vodama više od 10 mg/l pa se mogu izdvojiti 3 županije gdje se javljaju najviše vrijednosti: Međimurska, Varaždinska i Vukovarsko-srijemska županija.

5.5. Vremenske promjene koncentracija nitrata u površinskim vodama

Primjenom statističke analize linearnog trenda na 352 od ukupno 615 postaja (57 %) utvrđen je negativni nagib pravca za promjenu koncentracija NO_3^- (mg/l) u površinskim vodama u analiziranom razdoblju. Testiranje statističke značajnosti vremenskih promjena koncentracija hranjivih tvari u pojedinačnim lokacijama omogućeno je u bazi podataka koja je formirana u

ovom projektu i dostupna naručitelju (poglavlje 4). Na 236 postaja utvrđeno je povećanje koncentracija NO_3^- (mg/l) u površinskim vodama u analiziranom razdoblju. Prostorno gledano, povećanje koncentracija NO_3^- (mg/l) u površinskim vodama utvrđeno je uz tokove velikih međunarodnih rijeka u Panonskoj regiji, dok je u Jadranskoj regiji prostorna distribucija pozitivnog/negativnog smjera promjena nepravilna (slika 5.7).



Slika 5.7. Oznake trenda odnosno povećanja ili smanjenja koncentracija nitrata u površinskim vodama

Od ukupnog broja postaja monitoringa površinskih voda za koje je utvrđeno povećanje koncentracija NO_3^- (mg/l), njih 186 postaja, ili 65 %, nalazi se u Panonskoj regiji (tablica 5.5). Najviše postaja s pozitivnim trendom nalazi se u Karlovačkoj županiji, a slijede Zagrebačka, Koprivničko-križevačka i Sisačko-moslavačka županija. U Jadranskoj regiji, najveći broj postaja s pozitivnim trendom nalazi se u Ličko-senjskoj (16) i Zadarskoj (15) županiji.

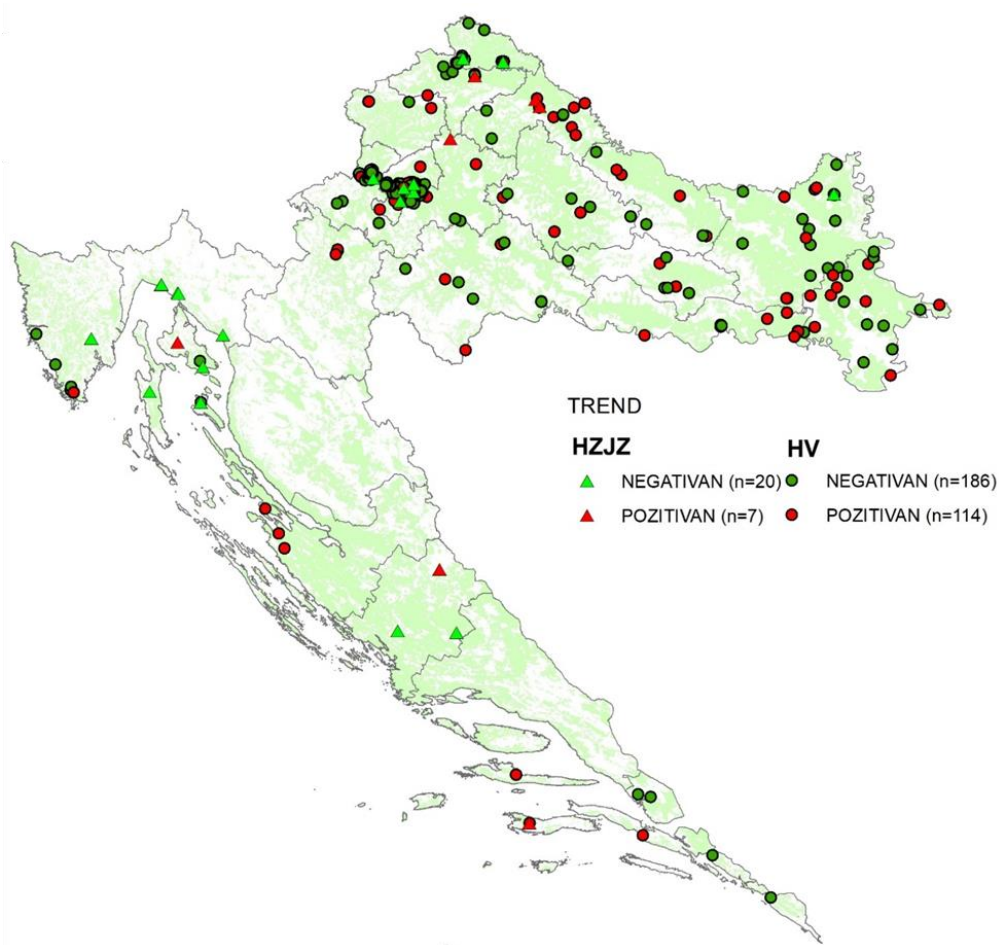
Tablica 5.5. Broj postaja monitoringa površinskih voda po regijama i županijama u Republici Hrvatskoj s oznakom trenda promjene koncentracije NO₃⁻ (mg/l)

Regija	Naziv županije	Trend / Broj postaja	
		poz (+)	neg (-)
Panonska regija	Bjelovarsko-bilogorska	3	19
	Brodsko-posavska	12	23
	Grad Zagreb	1	13
	Karlovačka	28	16
	Koprivničko-križevačka	22	8
	Krapinsko-zagorska	11	12
	Međimurska	18	4
	Osječko-baranjska	13	36
	Požeško-slavonska	11	9
	Sisačko-moslavačka	20	31
	Varaždinska	13	15
	Virovitičko-podravska	5	11
	Vukovarsko-srijemska	3	18
	Zagrebačka	26	34
	Ukupno	186	249
Jadranska regija	Dubrovačko-neretvanska	9	10
	Istarska	6	24
	Ličko-senjska	16	10
	Primorsko-goranska	8	18
	Splitsko-dalmatinska	10	16
	Šibensko-kninska	13	13
	Zadarska	15	12
		Ukupno	77

I u Panonskoj i u Jadranskoj regiji zapravo dominira negativan trend, odnosno na većini postaja, točnije 57% od ukupnog broja postaja, utvrđeno je smanjenje koncentracija NO₃⁻ (mg/l). Najveći broj postaja s negativnim trendom utvrđen je u Osječko-baranjskoj, Zagrebačkoj i Sisačko-moslavačkoj županiji. Najveći broj postaja s negativnim trendom u Jadranskoj regiji ima Istarska županija.

5.6. Vremenske promjene koncentracija NO₃⁻ (mg/l) u podzemnim vodama

Koncentracije NO₃⁻ (mg/l) u podzemnoj vodi iz preuzetih baza u analiziranom razdoblju većinom se smanjuju; 63% postaja ima negativan, a 37% postaja ima pozitivan trend. Zbog izrazite grupiranosti postaja na području Grada Zagreba, vizualno je teško uočiti kakvo je stanje u tom području, a dolazi i do preklapanja oznaka postaja i na nekim drugim dijelovima Republike Hrvatske. Brojčano stanje utvrđenih trendova po postajama unutar županija prikazano u tablici 5.4.



Slika 5.8. Oznake trenda odnosno povećanja ili smanjenja koncentracija nitrata u podzemnim vodama

Iz tablice 5.6 je vidljivo da u Panonskoj regiji veći broj postaja ima negativan trend koncentracije NO_3^- (mg/l), i to najviše njih na području Grada Zagreba (62 postaje) i Zagrebačke županije (50 postaja). Na području Jadranske regije najveći broj postaja s negativnim trendom nalazi se u Primorsko-goranskoj (10) županiji.

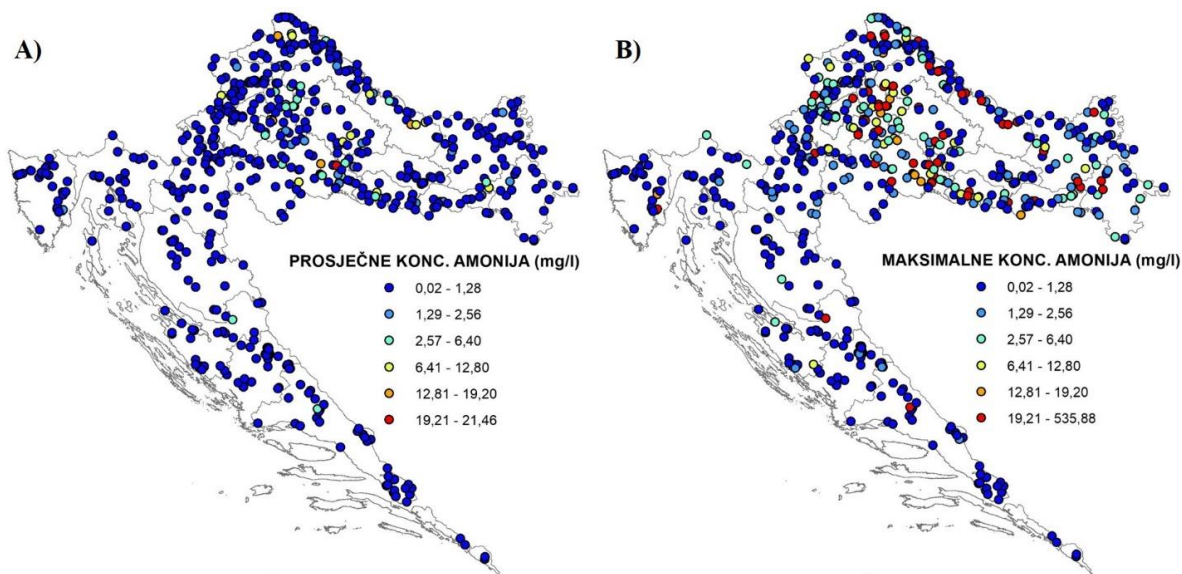
Najveći broj postaja s utvrđenim povećanjem koncentracija NO_3^- (mg/l) nalazi se u Gradu Zagrebu i Zagrebačkoj županiji. U Jadranskoj regiji je općenito mali broj postaja monitoringa podzemnih voda. Najviše postaja s pozitivnim trendom nalazi se u Zadarskoj i Dubrovačko-neretvanskoj županiji (po 3 postaje).

Tablica 5.6. Broj postaja monitoringa podzemnih voda po regijama i županijama u Republici Hrvatskoj s oznakom trenda promjene koncentracije NO₃⁻ (mg/l)

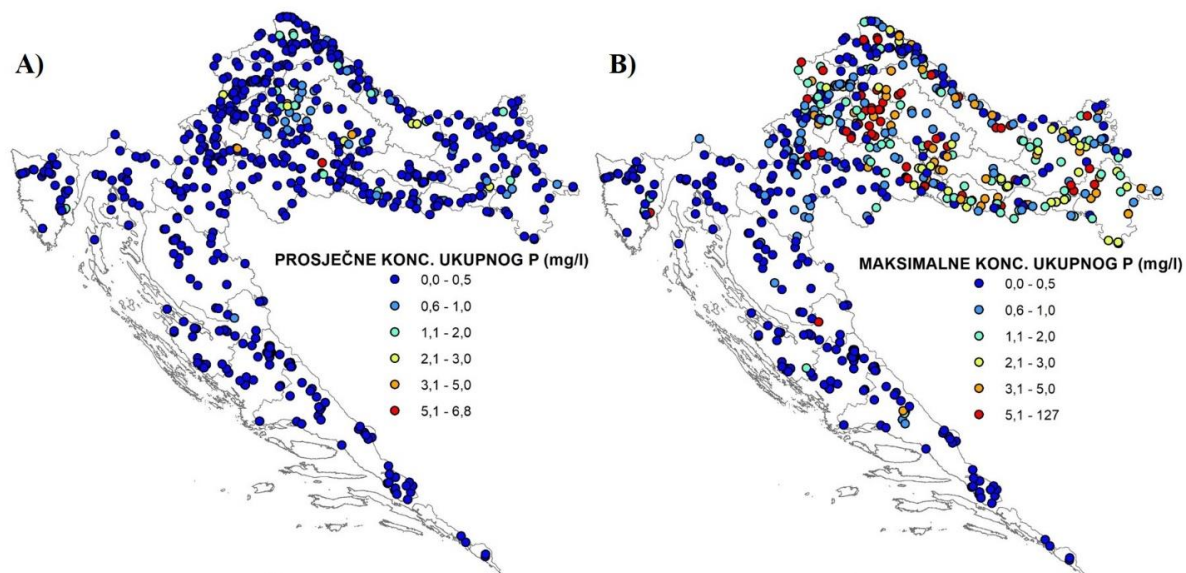
Regija	Naziv županije	Trend / Broj postaja	
		poz (+)	neg (-)
Panonska regija	Bjelovarsko-bilogorska	3	4
	Brodsko-posavska	6	3
	Grad Zagreb	30	62
	Karlovačka	3	1
	Koprivničko-križevačka	10	4
	Krapinsko-zagorska	2	2
	Međimurska	1	10
	Osječko-baranjska	6	16
	Požeško-slavonska	2	5
	Sisačko-moslavačka	3	6
	Varaždinska	3	9
	Virovitičko-podravska	4	3
	Vukovarsko-srijemska	9	10
	Zagrebačka	29	50
Ukupno	111	185	
Jadranska regija	Dubrovačko-neretvanska	3	4
	Istarska	1	5
	Ličko-senjska	0	0
	Primorsko-goranska	1	10
	Splitsko-dalmatinska	1	0
	Šibensko-kninska	1	2
	Zadarska	3	0
Ukupno	10	21	

5.7. Prikaz koncentracija kemijskih pokazatelja kakvoće vode

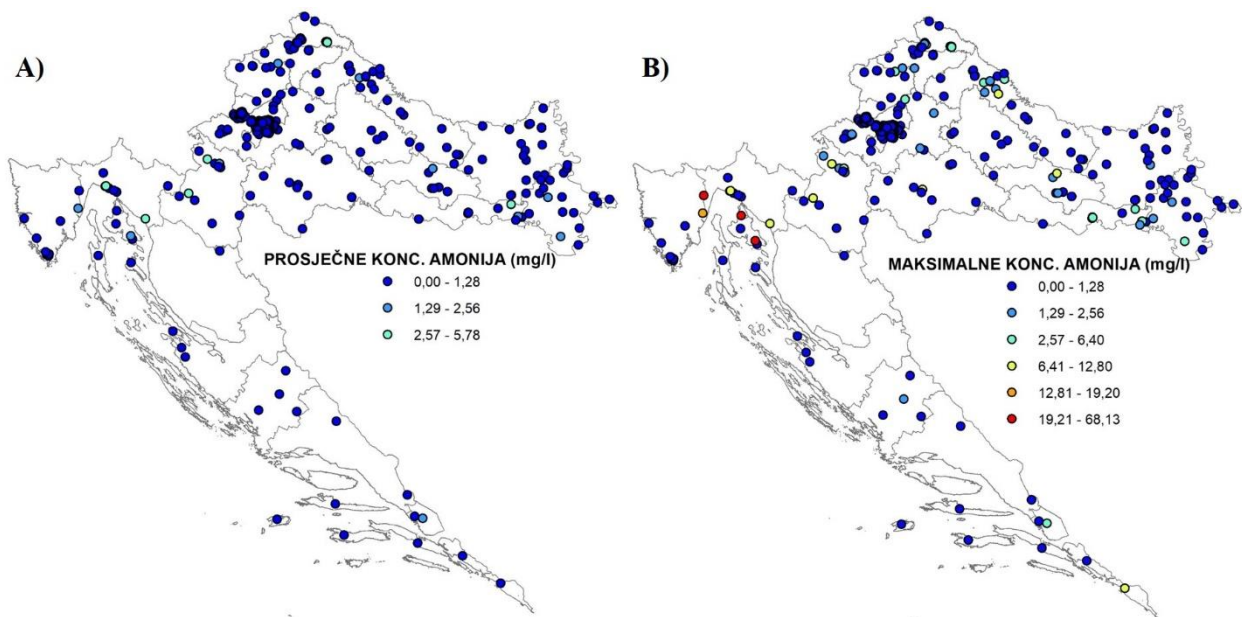
Baza podataka o kakvoći površinskih i podzemnih voda, kako je opisano u poglavlju 4 omogućava pretraživanje, statističku obradu i vizualni prikaz velikog broja pokazatelja, zajednički, po pojedinim pokazateljima, po prostornom grupiranju ili po pojedinačnim postajama. Na slici 5.9 prikazane su karte prosječnih i maksimalnih koncentracija NH₄⁺ (mg/l) u površinskim vodama, a na slici 5.10 isti statistički pokazatelji za koncentracije ukupnog P (mg/l) u površinskim vodama.



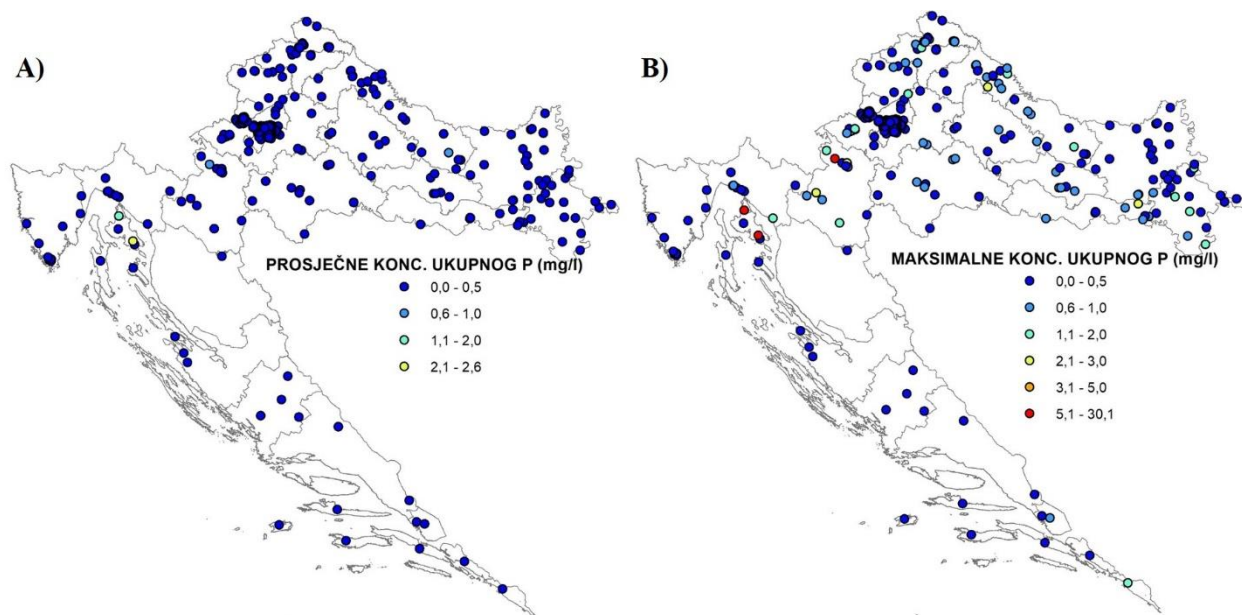
Slika 5.9. Karte A. prosječnih i B. maksimalnih koncentracija NH_4^+ (mg/l) u površinskim vodama po postajama monitoringa u Republici Hrvatskoj



Slika 5.10. Karte A. prosječnih i B. maksimalnih ukupnog P (mg/l) u površinskim vodama po postajama monitoringa u Republici Hrvatskoj



Slika 5.11. Karte A. prosječnih i B. maksimalnih koncentracija NH_4^+ (mg/l) u podzemnim vodama po postajama monitoringa u Republici Hrvatskoj



Slika 5.12. Karte A. prosječnih i B. maksimalnih koncentracija ukupnog P (mg/l) u podzemnim vodama po postajama monitoringa u Republici Hrvatskoj

Statistička obrada i prikaz podataka mogu se provesti i korištenjem baze za postaje monitoringa podzemnih voda, kao što je na slici 5.11 prikazano za prosječne i maksimalne koncentracije NH_4^+ (mg/l), a na slici 5.12 za prosječne i maksimalne koncentracije ukupnog P (mg/l) po postajama monitoringa podzemne vode u Republici Hrvatskoj.

5.8. Zaključci

Iz provedene prostorne analize kakvoće voda može se zaključiti sljedeće:

1. Teritorij Republike Hrvatske zadovoljavajuće je pokriven postajama na kojima se kontinuirano analiziraju koncentracije NO_3^- (mg/l) u površinskim vodama Ipak, gustoća postaja je veća u kontinentalnom dijelu na velikim međunarodnim rijekama.
2. Postaje monitoringa podzemnih voda koncentrirane su na području grada Zagreba i Zagrebačke županije, a neke županije, kao što je na primjer Ličko-senjska županija, nemaju ni jednu postaju s adekvatnim nizom mjerenja.
3. Na 93 % postaja monitoringa površinskih voda utvrđena je prosječna koncentracija $\text{NO}_3^- \leq 10$ mg/l.
4. Postaje monitoringa površinskih voda s najvišim prosječnim koncentracijama, višim od 40 mg NO_3^- /l, nalaze se u Međimurskoj, Varaždinskoj i Vukovarsko-srijemskoj županiji.
5. Na 72 % postaja podzemnih voda utvrđena je prosječna koncentracija $\text{NO}_3^- \leq 15$ mg/l.
6. Postaje monitoringa podzemnih voda s najvišim prosječnim koncentracijama, višim od 50 mg NO_3^- /l, nalaze se u Međimurskoj i Vukovarsko-srijemskoj županiji.

Na većem broju postaja monitoringa i površinskih i podzemnih voda utvrđeno je smanjenje koncentracija NO_3^- (mg/l).

6. PROCJENA STUPNJA TROFIČNOSTI POVRŠINSKIH VODA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Autori: doc. dr. Marina Bubalo Kovačić, prof. dr. sc. Davor Romić

6.1. Uvod

Stupanj trofičnosti vodnog tijela je jedan od osnovnih ekoloških koncepata koji omogućava usporedbu ponašanja velikog broja vrsta u različitim ekosustavima i jedan je od glavnih indikatora kakvoće vode. Uobičajeno se povezuje sa specifičnim pokazateljima kakvoće vode, prije svega dušičnim i fosfornim spojevima, mutnoćom i klorofilom. Stupanj trofičnosti je relativna mjera biološke produktivnosti vodnog tijela, a ovisi o velikom broju čimbenika: veličini vodnog tijela, hidrologiji unutar sliva, prirodnih karakteristika i načina korištenja okolnog zemljišta, brzini sedimentacije i karakteru sedimenta, unosu hranjivih tvari i drugo. Prirodni proces rasta organizama u vodenim sustavima uslijed obogaćivanja hranjivim tvarima dovodi do eutrofikacije.

Eutrofikacija podrazumijeva obogaćivanje vode hranjivim tvarima, spojevima dušika i/ili fosfora, koji uzrokuju ubrzani rast algi i viših oblika biljnih vrsta te dovodi do neželjenog poremećaja ravnoteže organizama u vodi i promjene stanja voda (Zakon o vodama, NN 66/19). Povišenje stupnja trofičnosti vodnih tijela uzrokovano je najčešće djelovanjem čovjeka (ispuštanjem hranjivih tvari otpadnim vodama, ispiranjem iz poljoprivrednog zemljišta, deforestacijom slivnih područja, i drugo). Ovisno o okolišnim uvjetima, hidrologiji područja, vegetaciji i slično povišeni stupanj trofičnosti voda može biti i prirodan.

Uzroci prirodnih stanja i povišenja trofičnosti različiti su za vode tekućice i vode stajaćice. U tekućicama je glavni uzrok povišenja trofičnosti unos hranjivih tvari ispiranjem s poljoprivrednih površina te ulijevanjem neobrađenih komunalnih voda u vodotoke. Povišeni stupanj trofičnosti biološki se očituje kroz povećanu primarnu proizvodnju i to prvenstveno bentoskih algi. Povišenju trofičnosti su podložnije tekućice slabih protoka koje, s obzirom na to da se zbog malog volumena vode, a velik slivnog područja, u koritu nakupljaju visoke količine hranjivih tvari. Iz istog razloga, prirodno povišenje trofičnosti očekivano je za stajaćice i zapravo je dio prirodnog procesa razvoja organizama. Takvi su procesi i pozitivni za ekosustav jer dovode do povećanja bioloških resursa i održavanja prirodne bioraznoslikosti.

Prema studiji „Izrada kriterija za određivanje stupnjeva trofije stajaćica i tekućica“ (Miliša i sur., 2019), na području Hrvatske izdvojene su dvije kopnene ekoregije: Panonska i Dinaridska te Mediteranska ekoregija za prijelazne i priobalne vode. U ovom projektu, kako je opisano u poglavlju 3, korištena je podjela na Panonsku i Jadransku regiju. Republika Hrvatska je revidirala i uskladila tipologiju i nacionalni klasifikacijski sustav ekološkog stanja s normativnim definicijama, što je detaljno opisano u dokumentu „Razvoj klasifikacijskih sustava za biološke elemente kakvoće i provedba post-interkalibracijskih postupaka“

https://voda.hr/sites/default/files/dokumenti/upravljanje-vodama/2022-05/razvoj_klasifikacijskih_sustava_za_bioloske_elemente_kakvoce_i_provedba_post-interkalibracijskih_postupaka.pdf).

Cilj ovog poglavlja bio je analizirati stupanj trofičnosti površinskih voda u Republici Hrvatskoj temeljem dostupnih pokazatelja iz baze podataka za razdoblje 2015. – 2021.

6.2. Metodologija rada

Iz baze podataka su za potrebe procjene stupnja trofičnosti površinskih voda korišteni su sljedeći pokazatelji: ukupni dušik (TN) (mg/l) i ukupni fosfor (TP) (mg/l) za svaku godinu u razdoblju 2015.-2021. Od 636 postaja koje su evidentirane u bazi, neke su bile aktivne cijelo analizirano razdoblje, a za neke postoje podaci za određene godine (2017. ili 2018. godinu). Ocjena trofičnosti voda provedena je zasebno za svaku godinu od 2015. do 2021. te za svaku aktivnu postaju u toj godini. Ukoliko su koncentracije hranjivih tvari bile niže od granice kvantifikacije instrumentalne metode tada je postaja monitoringa svrstana pripadajuću klasu za određenu regiju (tablica 6.1 a, b, c). Ukupno stanje trofičnosti površinskih voda je utvrđeno prema dominantnoj klasi godišnjeg stanja u analiziranom 6-godišnjem razdoblju.

Prema Miliši i sur. (2019) metodika procjene stupnja trofičnosti vodnih tijela temeljena je na pokazateljima hranjivih tvari u vodama (koncentracija ukupnog fosfora - TP, ukupnog dušika - TN, ortofosfata - OPO_4 i nitrata – $\text{NO}_3\text{-N}$). Kao usporedivi biološki pokazatelj uzet je u obzir omjer ekološke kakvoće (OEK) vezan uz biološki element kakvoće – fitobentos odnosno trofički indeks dijatomeja (TDIHR), dok je kao okolišni čimbenik u obzir uzet indeks korištenja zemljišta (LUI, eng. Land Use Index). Konačno, u navedenoj studiji su predloženi kriteriji za procjenu trofičnosti vodnih tijela, na temelju godišnjih prosječnih vrijednosti, kako je prikazano u tablici 6.1.

Tablica 6.1. Kriteriji za procjenu trofičnosti površinskih voda (Miliša i sur., 2019)

a) tekućice u Panonskoj regiji

	Ukupni fosfor (mg P/l)	Ukupni dušik (mg N/l)
O	< 0,025	< 0,8
O/M	0,025 – 0,15	0,8 – 1,6
M	> 0,15 – 0,25	> 1,6 – 2,4
M/E	> 0,25 – 0,4	> 2,4 – 3,2
E	> 0,4	> 3,2

O - oligotrofne vode; O/M – oligotrofno-mezotrofne vode; M – mezotrofne vode; M/E – mezotrofno-eutrofne vode; E – eutrofne vode

b) tekućice u Dinaridskoj ekoregiji

	Ukupni fosfor (mg P/l)	Ukupni dušik (mg N/l)
O	< 0,01	< 0,6
O/M	0,01 – 0,1	0,6 – 1,4
M	> 0,1 – 0,2	> 1,4 – 2,3
M/E	> 0,2 – 0,3	> 2,3 – 3,1
E	> 0,3	> 3,1

O - oligotrofne vode; O/M – oligotrofno-mezotrofne vode; M – mezotrofne vode; M/E – mezotrofno-eutrofne vode; E – eutrofne vode

c) prirodna jezera

Duboka i plitka krška jezera		
Stupanj trofičnosti	Ukupni fosfor (mg/l)	Ukupni dušik (mg/l)
U/O	< 0,005	< 0,2
O	0,005 – <0,02	0,2 – <1,0
M	0,02 – <0,04	1,0 – <1,5
E	0,04 – <0,1	1,5 – <2,0
H	≥ 0,1	≥ 2,0

U/O – ultra-oligotrofne vode; O - oligotrofne vode; M – mezotrofne vode; E – eutrofne vode; H – hipertrofne vode

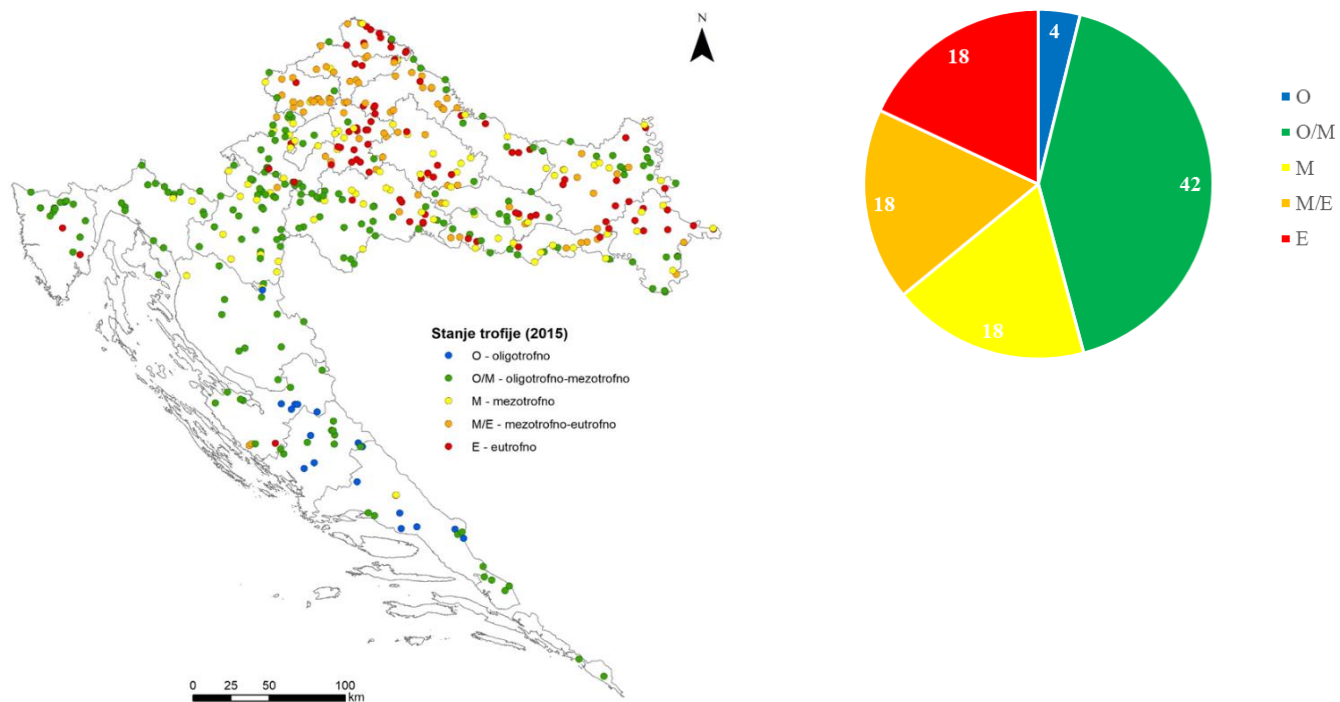
6.3. Procjena trofičnosti površinskih voda za razdoblje 2015. – 2021.

6.3.1. Trofičnost u 2015. godini

U 2015. godini je bilo aktivno 465 postaja te su s tih postaja analizirani podaci (slika 6.1). Najveći broj postaja, njih 42 %, je u toj godini klasificiran po stanju trofičnosti u klasu oligotrofno-mezotrofno. Drugi najveći udio od 18 % postaja imaju čak 3 klase: mezotrofno, mezotrofno-eutrofno i eutrofno, a najmanji udio imaju oligotrofne postaje.

Promatra li se prostorna distribucija, može se zaključiti da u Jadranskoj regiji također dominira udio oligotrofnih-mezotrofnih postaja, a i da se svih ukupnih 4 % postaja koje su klasificirane kao oligotrofne nalaze u toj regiji. Ipak, uočljiva su 2 područja u kojima se nalaze postaje lošijeg stanja trofičnosti, a to su priobalni dio Zadarske županije i istočni dio Istarske županije. Ukupno, u Jadranskoj regiji je samo 11 od ukupno 93 postaje svrstano u kategorije mezotrofno – mezotrofno-eutrofno – eutrofno stanja trofičnosti (tablica 6.2).

U Panonskoj regiji je stanje značajno drugačije gdje je 240 postaja od ukupno 363 svrstano u kategorije mezotrofno – mezotrofno-eutrofno – eutrofno stanja trofičnosti. Prostorno se eutrofne postaje u Panonskoj regiji nalaze duž velikih rijeka (Sava, Drava, Dunav), ali npr. na području Zagrebačke, Osječko-baranjske i Vukovarsko-srijemske županije pokrivaju veći dio površine županije.



Slika 6.1. Ocjena trofičnosti površinskih voda u 2015. godini

Tablica 6.2. Broj postaja po regijama i županijama prema stupnju trofičnosti u 2015. godini

Regija	Županija	Trofičnost / Broj postaja					Ukupno M, M/E i E	Ukupno postaja/ ukupno M, M/E i E
		O	O/M	M	M/E	E		
Panonska regija	Bjelovarsko-bilogorska		1	6	7	6	19	363 / 240
	Brodsko-posavska		10	10	6	4	20	
	Grad Zagreb		2	4		1	5	
	Karlovačka		27	10	1		11	
	Koprivničko-križevačka		4		14	5	19	
	Krapinsko-zagorska		4	2	15	1	18	
	Međimurska		1	1	3	10	14	
	Osječko-baranjska		13	8	7	10	25	
	Požeško-slavonska		7	5	3	5	13	
	Sisačko-moslavačka		27	12	3	7	22	
	Varaždinska			2	12	3	17	
	Virovitičko-podravska		4	3		5	8	
	Vukovarsko-srijemska		6	5	3	7	15	
	Zagrebačka		17	11	6	17	34	
Ukupno		0	123	79	80	81		
Jadranska regija	Dubrovačko-neretvanska		6				0	93 / 11
	Istarska		14			2	2	
	Ličko-senjska	1	11	2			2	
	Primorsko-goranska		14	2			2	
	Splitsko-dalmatinska	6	6	1	1		2	
	Šibensko-kninska	4	7				0	
	Zadarska	5	8		2	1	3	
Ukupno		16	66	5	3	3		

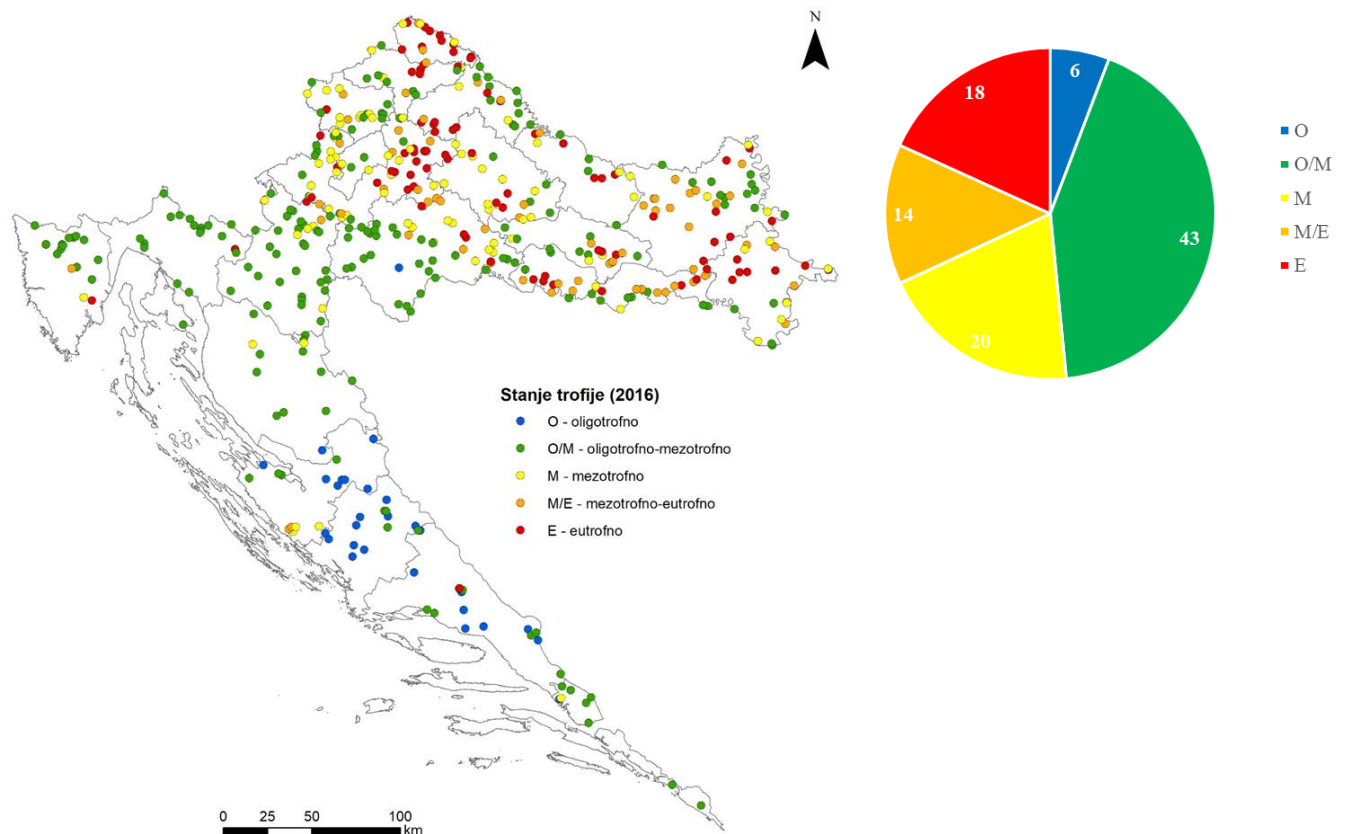
6.3.2. Trofičnost u 2016. godini

Slika 6.2 prikazuje stupanj trofičnosti površinskih voda prema definiranim kriterijima na aktivnim postajama monitoringa u 2016. godini, u kojoj su bile aktivne 483 postaje. 49 % svih postaja u toj godini klasificirano je po stupnju trofičnosti kao oligotrofno (6 %) i oligotrofno-mezotrofno (43 %). U podjednakim udjelima zastupljene su postaje koje su klasificirane kao mezotrofne (20 %) i eutrofne (18 %), dok je u odnosu na prethodnu godinu smanjen udio mezotrofno-eutrofnih postaja na 14 %, a u korist oligotrofnih-mezotrofnih i mezotrofnih postaja.

Prostorna distribucija je također slična situaciji od prethodne godine, ali su ipak uočljive neke manje promjene. I dalje u Jadranskoj regiji također dominira udio oligotrofnih i oligotrofnih-mezotrofnih postaja, ali osim prethodno navedenih područja u kojima se nalaze postaje lošijeg

stanja trofičnosti, definirano je i eutrofno stanje na po jednoj postaji u Splitsko-dalmatinskoj županiji i Primorsko-goranskoj. Ipak, u toj regiji samo 13 % postaja ima mezotrofno ili lošije stanje u 2016. godini (tablica 6.3).

U Panonskoj regiji je situacija slična onoj u prethodnoj godini, ali je uočljivo da se smanjio udio postaja u klasi mezotrofno-eutrofno, dok je udio mezotrofnih i eutrofnih neznatno porastao. Najveći broj eutrofnih postaja opet se nalazi u Zagrebačkoj županiji.



Slika 6.2. Stupanj trofičnosti površinskih voda na aktivnim postajama monitoringa u 2016. godini

Tablica 6.3. Broj postaja po regijama i županijama po stupnju trofičnosti u 2016. godini

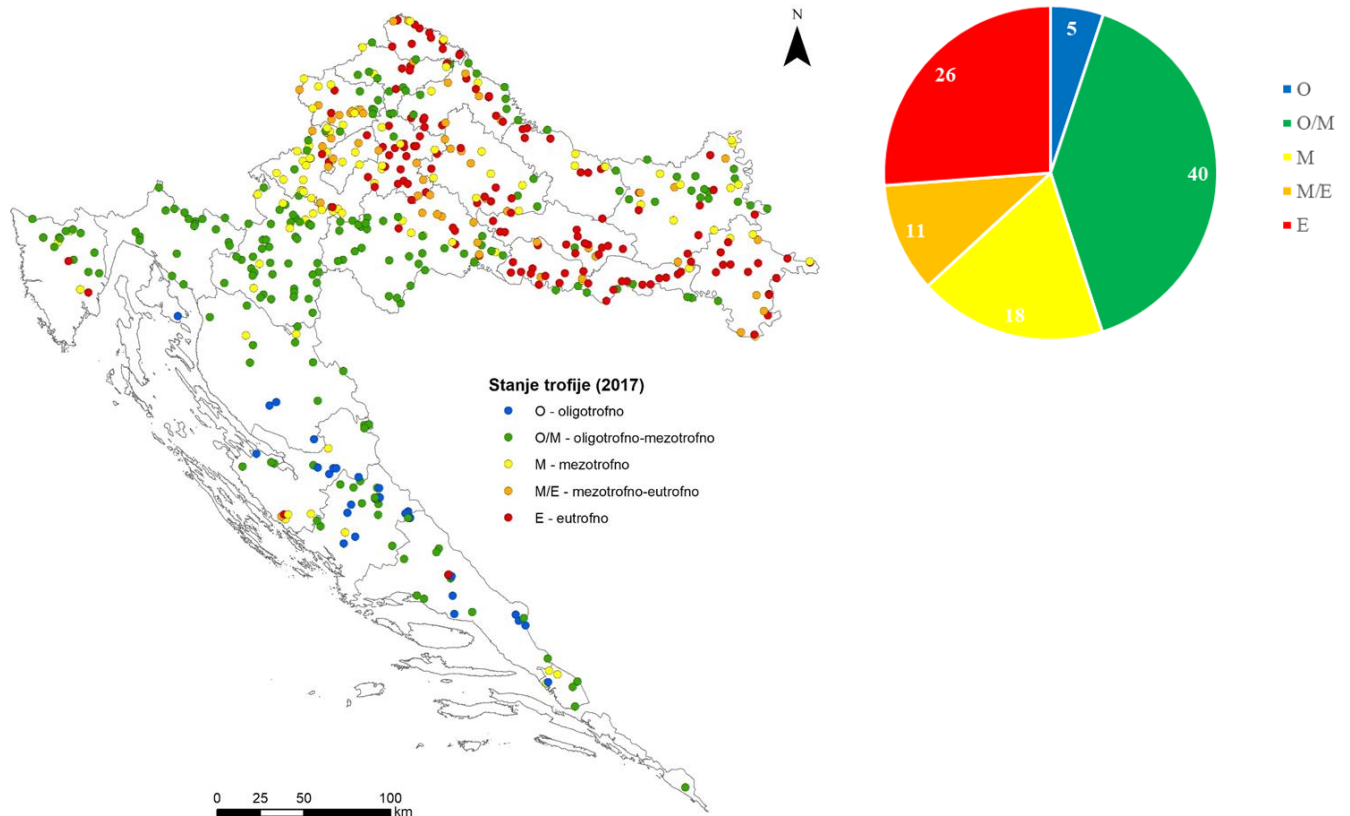
		Stanje trofičnosti / Broj postaja							
Regija	Županija	O	O/M	M	M/E	E	Ukupno M, M/E i E	Ukupno postaja/ ukupno M, M/E i E	
Panonska regija	Bjelovarsko-bilogorska		4	10	2	5	17	373 / 234	
	Brodsko-posavska		11	2	12	7	21		
	Grad Zagreb		2	4		1	5		
	Karlovačka		30	6	1	1	8		
	Koprivničko-križevačka		11	2	3	8	13		
	Krapinsko-zagorska		9	10	2	1	13		
	Međimurska			3	2	11	16		
	Osječko-baranjska		12	4	14	9	27		
	Požeško-slavonska		7	5	4	4	13		
	Sisačko-moslavačka	1	29	10	6	4	20		
	Varaždinska		7	4	2	6	12		
	Virovitičko-podravska		3	3	1	5	9		
	Vukovarsko-srijemska		4	6	5	7	18		
	Zagrebačka		9	17	9	16	42		
	Ukupno	1	138	86	63	85			
Jadranska regija	Dubrovačko-neretvanska	1	7	1			1	101/ 13	
	Istarska		14	1	1	1	3		
	Ličko-senjska	1	11	2			2		
	Primorsko-goranska		15			1	1		
	Splitsko-dalmatinska	7	8			1	1		
	Šibensko-kninska	9	3				0		
	Zadarska	8	4	3	2		5		
	Ukupno	26	62	7	3	3			

6.3.3. Trofičnost u 2017. godini

Ocjena stupnja trofičnosti površinskih voda prema definiranim kriterijima provedena na 527 aktivnih postaja u 2017. godini prikazana je na slici 6.3. Za razliku od prethodne dvije godine, odmah je uočljivo da se značajno povećao udio eutrofnih postaja, kojih je u ovoj godini 26 %, iako je 45 % postaja u toj godini klasificirano po stupnju trofičnosti kao oligotrofno i oligotrofno-mezotrofno.

Prostorna distribucija stupnja trofičnosti slična je onoj iz 2016. godine. Jadranska regija je i dalje izrazito dominantno oligotrofna i oligotrofnih-mezotrofna s udjelom od 85 % postaja, a prethodno definirane kao eutrofne postaje i dalje su istoga stupnja trofičnosti. Prema tablici 6.4 uočljivo je da su područja s najlošijim statusom Istarska i Zadarska županija.

U Panonskoj regiji su prostorne promjene u nekoliko županija: Bjelovarsko-bilogorskoj, Požeško-slavonskoj i Brodsko-posavskoj županiji, gdje je većina postaja u 2017. godini klasificirana kao eutrofna, dok je prethodnih godina dominirao udio mezotrofnih i mezotrofnih-eutrofnih postaja. Ostale županije nisu pokazale značajnije promjene u stupnju trofičnosti.



Slika 6.3. Ocjena stupnja trofičnosti površinskih voda na aktivnim postajama monitoringa u 2017. godini

Tablica 6.4. Broj postaja po regijama i županijama po stupnju trofičnosti u 2017. godini

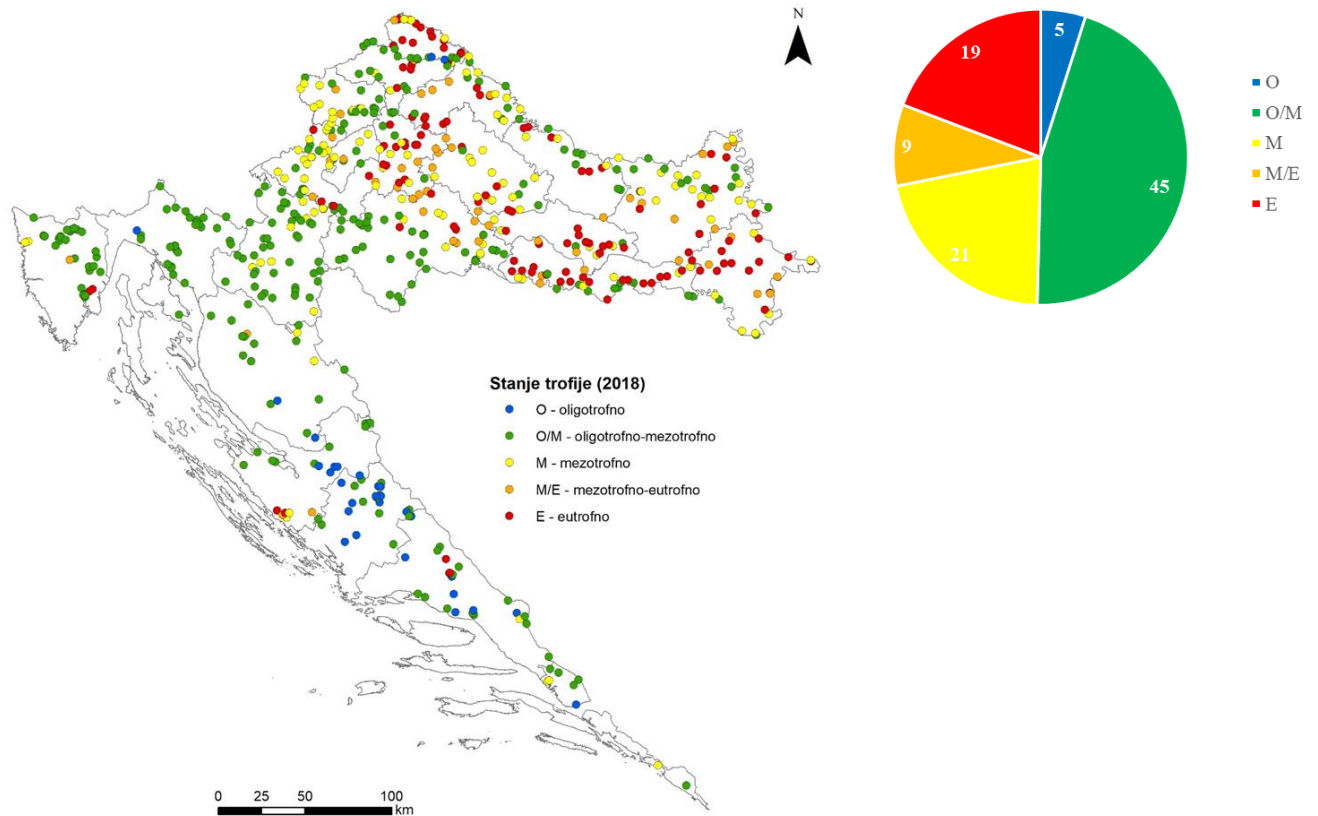
Regija	Županija	Stupanj trofičnosti / Broj postaja					Ukupno M, M/E i E	Ukupno postaja/ ukupno M, M/E i E
		O	O/M	M	M/E	E		
Panonska regija	Bjelovarsko-bilogorska	3	6	5	8	19	401 / 271	
	Brodsko-posavska	7	1	3	21	25		
	Grad Zagreb		4	3	2	9		
	Karlovačka	41	8			8		
	Koprivničko-križevačka	8	2	5	11	18		
	Krapinsko-zagorska	5	8	8	2	18		
	Međimurska		2	2	11	15		
	Osječko-baranjska	16	10	4	9	23		
	Požeško-slavonska	1	1	2	17	20		
	Sisačko-moslavačka	31	6	7	7	20		
	Varaždinska	10	3	1	6	10		
	Virovitičko-podravska	2	3		7	10		
	Vukovarsko-srijemska	1	4	4	14	22		
Zagrebačka	5	24	11	19	54			
	Ukupno	0	130	82	55	134	271	
Jadranska regija	Dubrovačko-neretvanska	1	4	3		3	118 / 18	
	Istarska		13	3	2	5		
	Ličko-senjska	3	9	2		2		
	Primorsko-goranska	1	16			0		
	Splitsko-dalmatinska	6	11		1	1		
	Šibensko-kninska	9	11	1		1		
	Zadarska	6	10	4	1	1		6
	Ukupno	26	74	13	1	4	18	

6.3.4. Trofičnost u 2018. godini

Slika 6.4 prikazuje stupanj trofičnosti voda na aktivnim postajama monitoringa u 2018. godini, kojih je bilo 629. Ukupno 50 % postaja je za tu godinu po stanju trofičnosti ocijenjeno kao oligotrofno (5 %) i oligotrofno-mezotrofno (45 %), dok su od ostale 3 kategorije najzastupljenije mezotrofne postaje sa 21 %. Jasna je promjena u odnosu na prethodnu 2017. godinu jer je došlo do smanjenja udjela eutrofnih postaja s 26 % na 19 %.

U Jadranskoj regiji dominira udio oligotrofnih i oligotrofnih-mezotrofnih postaja, a zone s postajama stupnja trofičnosti od mezotrofnog do eutrofnog nalaze se u Istarskoj i Zadarskoj županiji te mjestimice u Splitsko-dalmatinskoj županiji.

U Panonskoj regiji se općenito povećao broj aktivnih postaja u odnosu na 2017. godinu sa 401 na 454, a došlo je i do zamjetnog povećanja broja postaja oligotrofno-mezotrofnog i mezotrofnog stupnja trofičnosti (tablica 6.5). Ukupno je 62 % postaja kategorizirano u gornje 3 kategorije po stupnju trofičnosti u Panonskoj regiji.



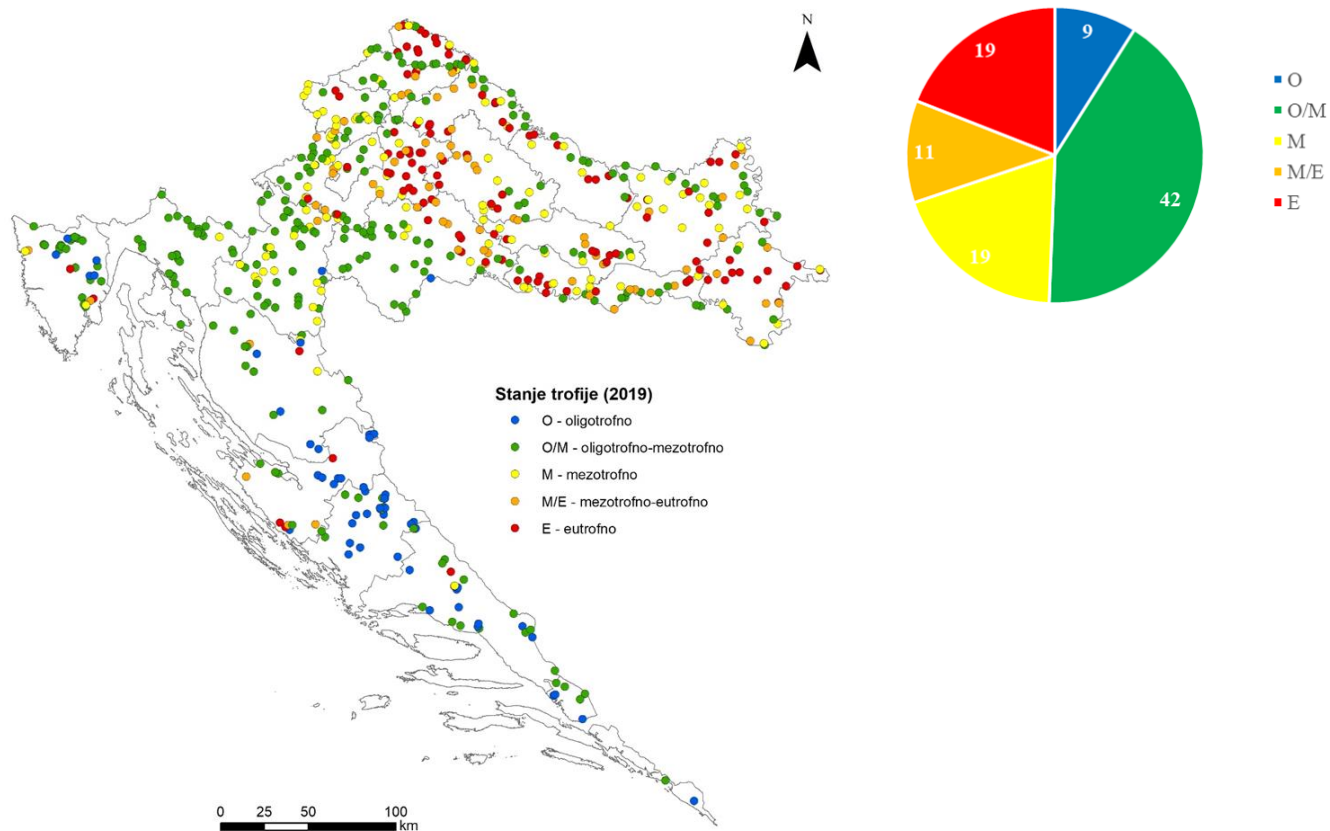
Slika 6.4. Ocjena stupnja trofičnosti površinskih voda na aktivnim postajama monitoringa u 2018. godini

Tablica 6.5. Broj postaja po regijama i županijama po stupnju trofičnosti u 2018. godini

Regija	Županija	Stupanj trofičnosti / Broj postaja					Ukupno M, M/E i E	Ukupno postaja/ ukupno M, M/E i E
		O	O/M	M	M/E	E		
Panonska regija	Bjelovarsko-bilogorska		4	13	4	5	22	454 / 283
	Brodsko-posavska		10	6	3	21	30	
	Grad Zagreb		4	4	2		6	
	Karlovačka		43	8			8	
	Koprivničko-križevačka		8	8	4	9	21	
	Krapinsko-zagorska		12	10	2		12	
	Međimurska	1	3	3	2	12	17	
	Osječko-baranjska		12	16	8	10	34	
	Požeško-slavonska		2	6	3	12	21	
	Sisačko-moslavačka		33	9	8	4	21	
	Varaždinska	1	16	3	1	6	10	
	Virovitičko-podravska		7	3		6	9	
	Vukovarsko-srijemska		2	6	5	12	23	
Zagrebačka		13	24	9	16	49		
	Ukupno	2	169	119	51	113	283	
Jadranska regija	Dubrovačko-neretvanska	1	5	3			3	156 / 20
	Istarska		28	2	1	2	5	
	Ličko-senjska	2	14	2	1		3	
	Primorsko-goranska	1	25				0	
	Splitsko-dalmatinska	7	14	1		2	3	
	Šibensko-kninska	12	10				0	
	Zadarska	5	12	2	2	2	6	
	Ukupno	28	108	10	4	6	20	

6.3.5. Trofičnost u 2019. godini

U 2019. godini je bilo najviše aktivnih postaja, njih 636 (slika 6.5). U toj je godini utvrđeno povećanje udjela oligotrofnih postaja na 9 %, što prati smanjenje udjela mezotrofnih postaja. Udio gornje 3 kategorije stupnja trofičnosti je približno konstantan i iznosi 47 %. U Jadranskoj regiji situacija je veoma slična prethodnim godinama (tablica 6.6), ali je ipak uočljiva pojava eutrofikacije na jednoj postaji u Ličko-senjskoj županiji i 1 novoj postaji u zaleđu u Zadarskoj županiji. U Panonskoj regiji situacija je i po prostornoj distribuciji i udjelima jako slična prethodnoj godini, bez uočljivijih promjena.



Slika 6.5. Ocjena stupnja trofičnosti površinskih voda na aktivnim postajama monitoringa u 2019. godini

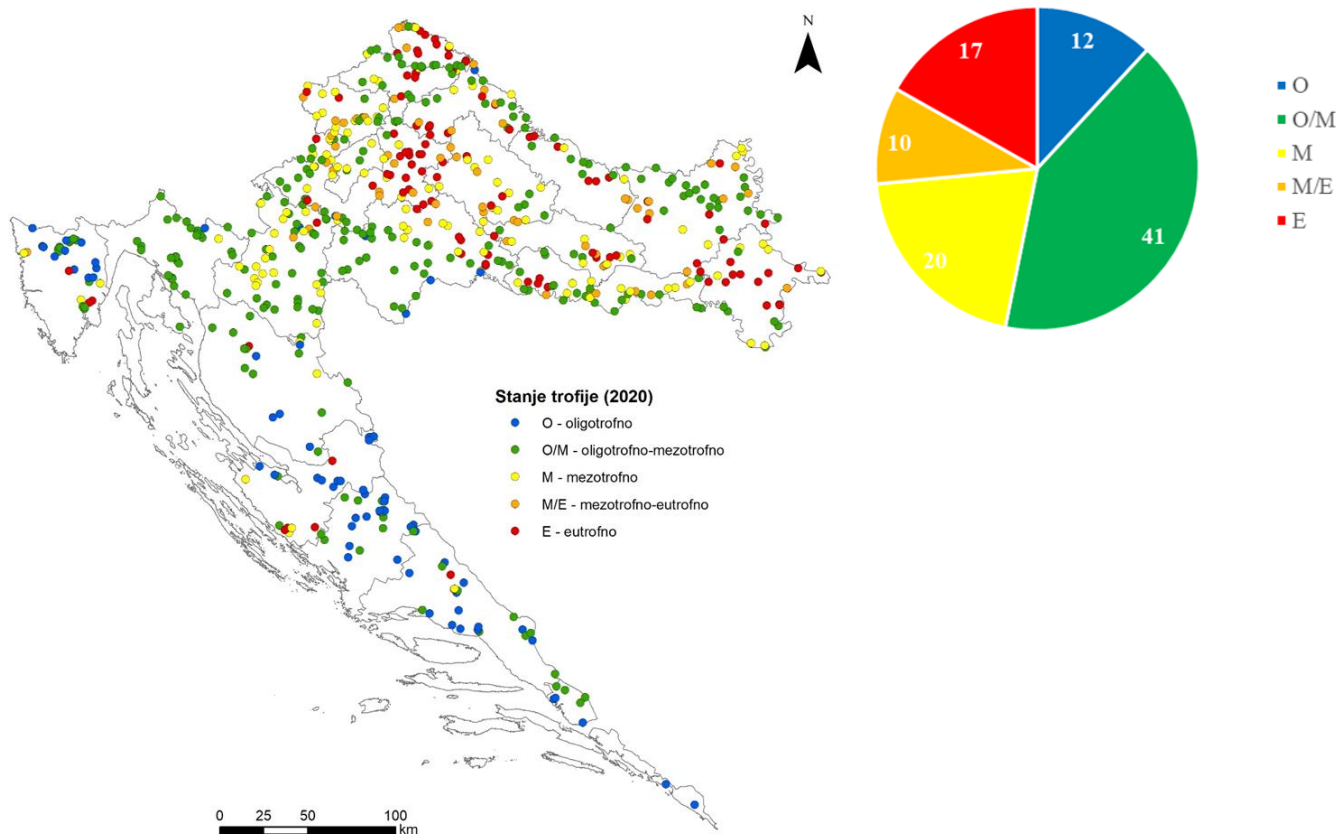
Tablica 6.6. Broj postaja po regijama i županijama po stupnju trofičnosti u 2019. godini

Regija	Županija	Stupanj trofičnosti / Broj postaja						Ukupno postaja/ ukupno M, M/E i E
		O	O/M	M	M/E	E	Ukupno M, M/E i E	
Panonska regija	Bjelovarsko-bilogorska		5	7	6	8	21	457 / 285
	Brodsko-posavska		13	9	7	11	27	
	Grad Zagreb		4	4	1	1	6	
	Karlovačka	1	35	15	1		16	
	Koprivničko-križevačka		10	5	4	10	19	
	Krapinsko-zagorska		9	11	2	2	15	
	Međimurska		5	3	1	13	17	
	Osječko-baranjska		14	15	6	11	32	
	Požeško-slavonska		4	7	5	7	19	
	Sisačko-moslavačka	1	30	8	8	8	24	
	Varaždinska		14	4	5	4	13	
	Virovitičko-podravska		6	3		7	10	
	Vukovarsko-srijemska		5	5	5	10	20	
Zagrebačka		16	15	13	18	46		
	Ukupno	2	170	111	64	110	285	
Jadranska regija	Dubrovačko-neretvanska	4	5				0	158 / 21
	Istarska	5	21	3	2	2	7	
	Ličko-senjska	5	11	2	1	1	4	
	Primorsko-goranska		25	1			1	
	Splitsko-dalmatinska	9	12	1		2	3	
	Šibensko-kninska	16	7				0	
	Zadarska	12	5		3	3	6	
	Ukupno	51	86	7	6	8	21	

6.3.6. Trofičnost u 2020. godini

Ocjena stupnja trofičnosti u 2020. godini provedena je na ukupno 630 aktivnih postaja (slika 6.6). Udio oligotrofnih postaja je i dalje u porastu u odnosu na prethodno razdoblje i iznosi 12 %. Posljedično, smanjuje se udio eutrofnih i mezotrofnih-eutrofnih postaja na 17 % i 10 %.

U Jadranskoj regiji situacija je bez značajnijih promjena u prostornoj distribuciji i udjelu pojedinih kategorija stupnja trofičnosti u odnosu na 2019. godinu (tablica 6.7), a u Panonskoj regiji dolazi do smanjenja udjela eutrofnih postaja sa 110 na 95, dok se broj mezotrofnih postaja povećao sa 111 na 116 postaja.



Slika 6.6. Ocjena stupnja trofičnosti površinskih voda na aktivnim postajama monitoringa u 2020. godini

Tablica 6.7. Broj postaja po regijama i županijama po stupnju trofičnosti u 2020. godini

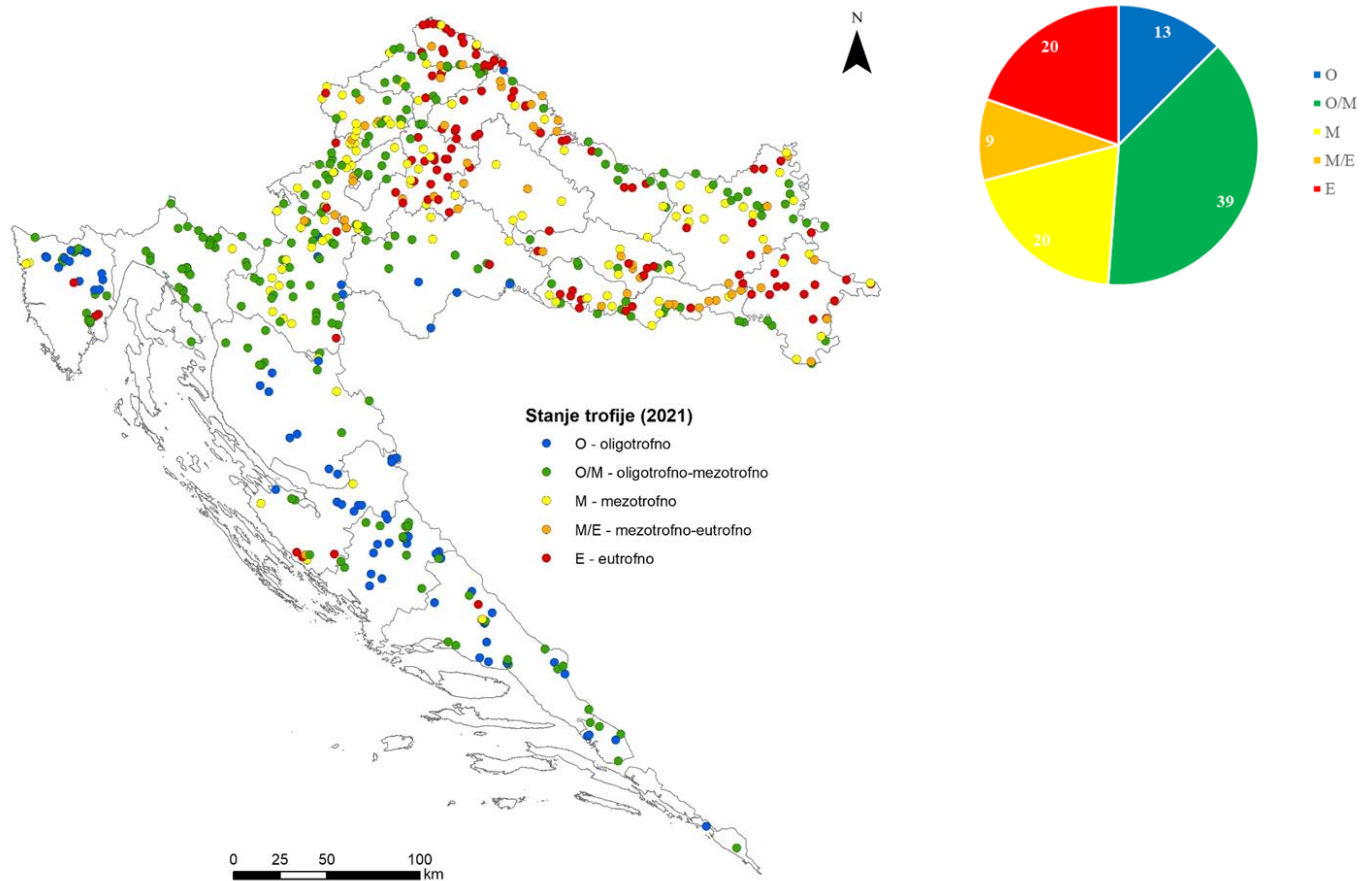
Regija	Županija	Stupanj trofičnosti / Broj postaja					Ukupno M, M/E i E	Ukupno postaja/ ukupno M, M/E i E
		O	O/M	M	M/E	E		
Panonska regija	Bjelovarsko-bilogorska		4	12	5	5	22	457 / 271
	Brodsko-posavska		19	10	6	5	21	
	Grad Zagreb		3	6	1		7	
	Karlovačka	2	28	19	2	1	22	
	Koprivničko-križevačka	1	11	3	6	8	17	
	Krapinsko-zagorska		5	13	5	1	19	
	Međimurska		5	2	4	11	17	
	Osječko-baranjska		24	6	8	8	22	
	Požeško-slavonska		5	8	5	5	18	
	Sisačko-moslavačka	4	28	12	2	9	23	
	Varaždinska		15	5	1	6	12	
	Virovitičko-podravska		7	1	2	6	9	
	Vukovarsko-srijemska		6	7	1	11	19	
Zagrebačka		19	12	12	19	43		
	Ukupno	7	179	116	60	95	271	
Jadranska regija	Dubrovačko-neretvanska	5	4				0	158 / 22
	Istarska	12	13	4	1	3	8	
	Ličko-senjska	5	12	2		1	3	
	Primorsko-goranska	1	24	1			1	
	Splitsko-dalmatinska	12	9	1		2	3	
	Šibensko-kninska	13	10				0	
	Zadarska	13	3	3		4	7	
	Ukupno	61	75	11	1	10	32	

6.3.7. Trofičnost u 2021. godina

Na slici 6.7 prikazana je ocjena stupnja trofičnosti površinskih voda prema definiranim kriterijima na 574 aktivne postaje monitoringa u 2021. godini. Uočljivo je značajno smanjenje u ukupnom broju aktivnih postaja, a osobito u Panonskoj regiji. Dominira udio oligotrofno-mezotrofni postaja s 39 %, dok se ostale kategorije kreću u rasponu od 9 % (mezotrofno-eutrofno) do 20 % (mezotrofno i eutrofno), prostorna distribucija je najsličnija situaciji iz 2017. godine.

U Jadranskoj regiji dominira udio oligotrofnih i oligotrofnih-mezotrofnih postaja, a zone sa postajama stupnja trofičnosti od mezotrofnog na više se nalaze u Istarskoj i Zadarskoj županiji.

U tablici 6.8 vidimo da je u Panonskoj regiji, zbog manjeg broja aktivnih postaja, došlo i do uočljivijeg smanjenja broja postaja oligotrofno-mezotrofnog i mezotrofnog stanja. Ukupno 65 % postaja je kategorizirano u gornje 3 kategorije po stupnju trofičnosti u Panonskoj regiji.



Slika 6.7. Ocjena stupnja trofičnosti površinskih voda na aktivnim postajama monitoringa u 2021. godini

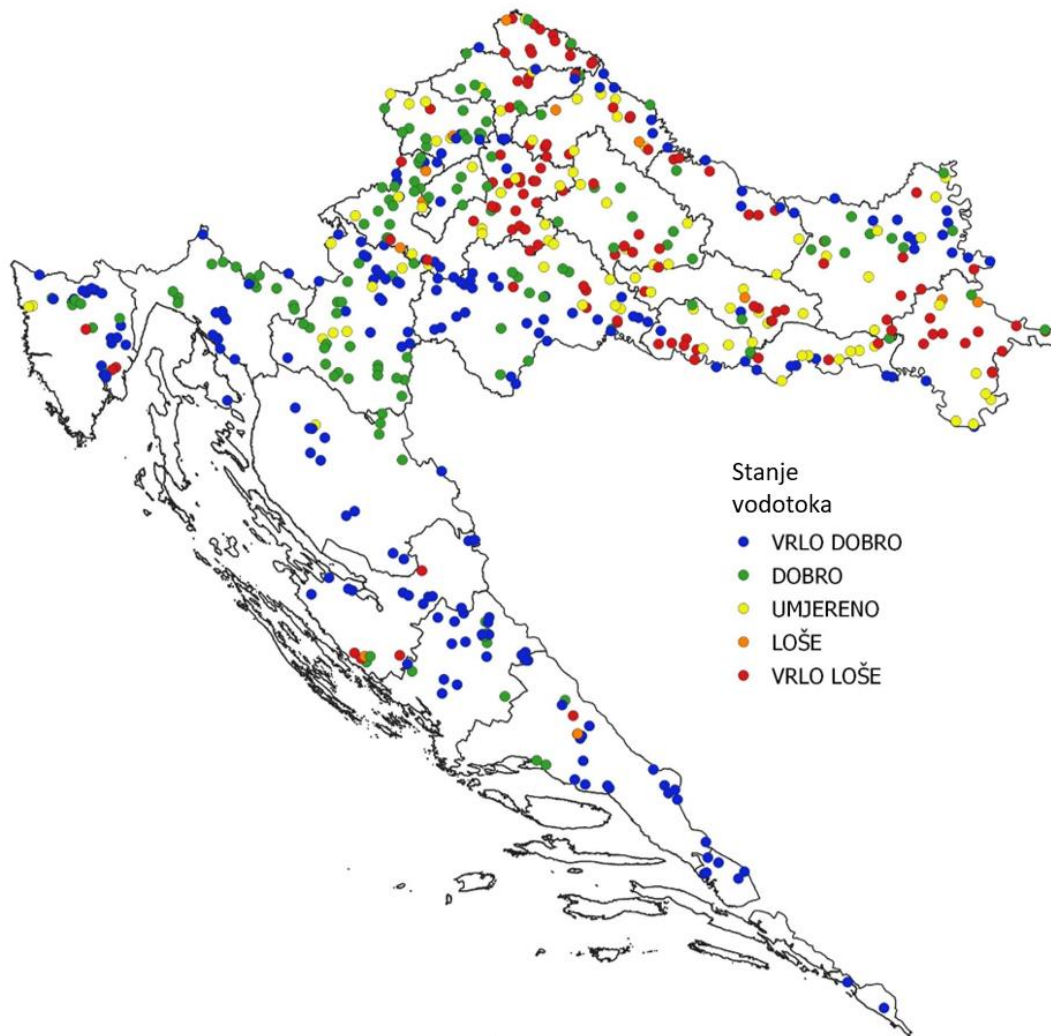
Tablica 6.8. Broj postaja po regijama i županijama po ocjeni stupnju trofičnosti u 2021. godini

Regija	Županija	Stupanj trofičnosti / Broj postaja					Ukupno M, M/E i E	Ukupno postaja/ ukupno M, M/E i E
		O	O/M	M	M/E	E		
Panonska regija	Bjelovarsko-bilogorska			4	2	1	7	400 / 258
	Brodsko-posavska		13	11	7	9	27	
	Grad Zagreb		7	2	1		3	
	Karlovačka	4	30	15	1	2	18	
	Koprivničko-križevačka	1	2	3	9	14	26	
	Krapinsko-zagorska		9	12	3		15	
	Međimurska			2	3	17	22	
	Osječko-baranjska		17	14	5	10	29	
	Požeško-slavonska		4	6	6	7	19	
	Sisačko-moslavačka	4	9	3	1	1	5	
	Varaždinska		16	5	1	5	11	
	Virovitičko-podravska		8	2		6	8	
	Vukovarsko-srijemska		4	5	4	12	21	
Zagrebačka		14	20	8	19	47		
	Ukupno	9	133	104	51	103	258	
Jadranska regija	Dubrovačko-neretvanska	4	5				0	158 / 18
	Istarska	13	15	2		3	5	
	Ličko-senjska	8	10	2			2	
	Primorsko-goranska		25	1			1	
	Splitsko-dalmatinska	10	11	1		2	3	
	Šibensko-kninska	11	12				0	
	Zadarska	12	4	3	1	3	7	
	Ukupno	58	82	9	1	8	18	

6.4. Ocjena kakvoće voda na postajama monitoringa prema stupnju trofičnosti

Ukupni stupanj trofičnosti određen je na način da je dominantno stanje trofičnosti u analiziranom razdoblju od 7 godina (2016.-2021.) dodijeljeno kao ukupan stupanj trofičnosti za svaku pojedinu postaju monitoringa. Ukoliko je stupanj trofičnosti bio izrazito varijabilan u navedenom razdoblju, da bi se donijela konačna ocjena stupnja trofičnosti u analizu je dodatno uključen fitobentos kao biološki element kakvoće vode. Sukladno metodologiji opisanoj u studiji Izrada kriterija za određivanje stupnjeva trofije stajaćica i tekućica (Miliša i sur., 2019), definirani ukupni stupanj trofičnosti pojedine monitoring postaje određuje stanje

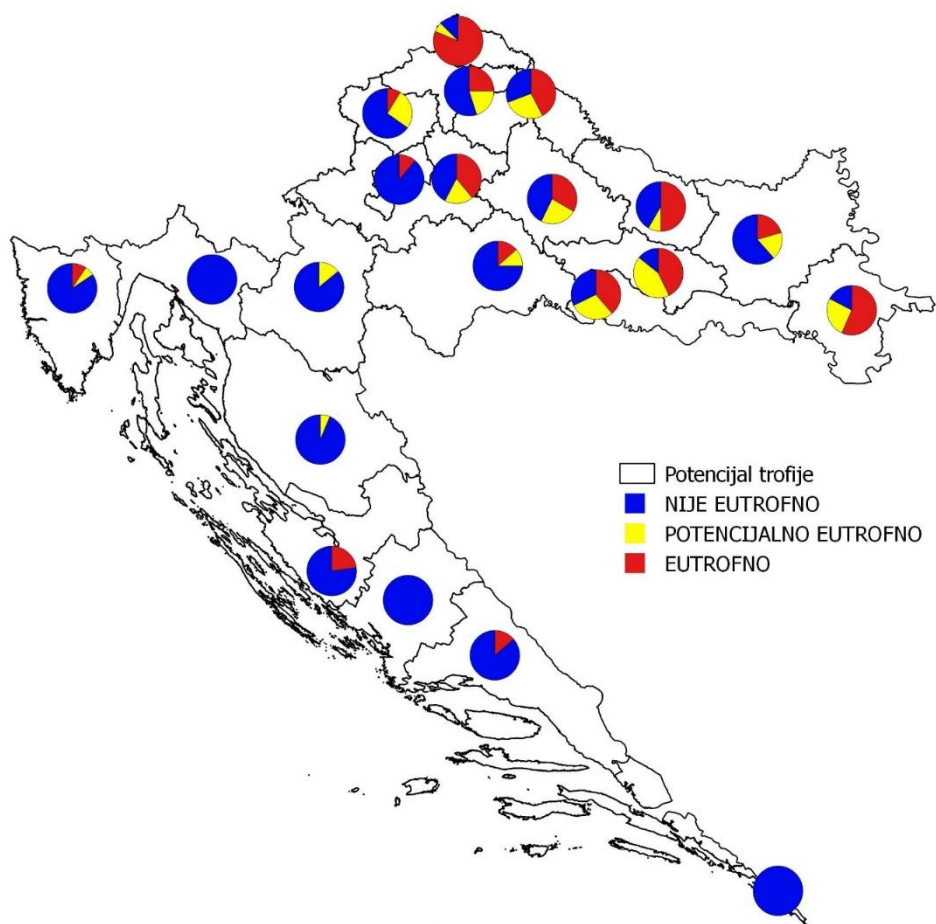
vodotoka na toj postaji koje varira od vrlo lošeg do vrlo dobrog. Navedena metodologija primijenjena je za definiranje stanja vodotoka prikazanog na slici 6.8.



Slika 6.8. Procjena ukupne trofičnosti voda na postajama monitoringa

Iz slike 6.8 je vidljivo da se vrlo loše stanje većinom nalazi u Panonskoj regiji te da je u Međimurskoj i Vukovarsko-srijemskoj županiji dominantno stanje postaja monitoringa vrlo loše, dok je u Zagrebačkoj, Koprivničko-križevačkoj, Virovitičko-podravskoj, Brodsko-posavskoj i Požeško-slavonskoj podjednako zastupljeno kao i mezotrofno i/ili oligo-mezotrofno stanje. U Jadranskoj regiji su utvrđene samo pojedinačne postaje koje imaju ukupno vrlo loše ili loše stanje, i to u Istarskoj, Zadarskoj i Splitsko-dalmatinskoj županiji.

Konačno je procijenjen potencijal trofičnosti pri čemu je vrlo dobro i dobro stanje klasificirano kao *nije eutrofno*, umjereno kao *potencijalno eutrofno* i loše i vrlo loše kao *eutrofno*. Ocjena potencijala trofičnosti voda po županijama prikazana je na slici 6.9.



Slika 6.9. Ocjena potencijala trofičnosti za postaje monitoringa

Na slici 6.9 uočljiva je nejednolika raspoređenost potencijala trofičnosti površinskih voda na području Republike Hrvatske, odnosno jasne su razlike između regija – u Jadranskoj regiji gotovo u potpunosti dominira kategorija *nije eutrofno* s prosječno 92-postotnim udjelom (tablica 6.9), dok u Panonskoj regiji u nekim županijama dominira kategorija *nije eutrofno*, a u nekima *eutrofno*.

Najveći udio postaja koje su karakterizirane kao *eutrofne* je u Međimurskoj (59 %) i Vukovarsko-srijemskoj (52 %) županiji, a slijede ih Koprivničko-križevačka (38 %), Virovitičko-podravska (38 %) i Osječko-baranjska (35 %) županija. Požeško-slavonska je jedina županija u kojoj dominira kategorija *potencijalno eutrofno* sa 43 %. U ostalim županijama u kojima je kategorija *eutrofno* dominantna, njen udjel varira od 40 % u Brodsko-posavskoj do 87 % u Karlovačkoj županiji. Ukoliko promotrimo prosječne vrijednosti na razini regije, uočljivo je, iako su neke županije dominantno *eutrofne*, da je najveći postotak postaja (52 %) kategoriziran kao *nije eutrofno*, a slijede ga *eutrofno* sa 27 % i *potencijalno eutrofno* sa 21 %.

Lako je uočljivo da je u Jadranskoj regiji situacija potpuno drugačija, jer je dominantnost kategorije *nije eutrofno* veoma izražena (92 % na razini županija) u odnosu na druge dvije kategorije. Županije s najmanjim udjelom kategorije *nije eutrofno* su redom već prethodno spomenute Zadarska, Istarska i Splitsko-dalmatinska županija.

Tablica 6.9. Postotak postaja po regijama i županijama po potencijalu trofičnosti

Regija	Naziv županije	Potencijal trofičnosti / Postotak postaja		
		Nije eutrofno	Potencijalno eutrofno	Eutrofno
Panonska regija	Bjelovarsko-bilogorska	46	27	27
	Brodsko-posavska	40	35	25
	Grad Zagreb	80	10	10
	Karlovačka	87	13	0
	Koprivničko-križevačka	38	24	38
	Krapinsko-zagorska	67	25	8
	Međimurska	32	9	59
	Osječko-baranjska	61	17	22
	Požeško-slavonska	22	43	35
	Sisačko-moslavačka	73	15	13
	Varaždinska	63	19	19
	Virovitičko-podravska	50	13	38
	Vukovarsko-srijemska	20	28	52
	Zagrebačka	47	16	37
	Prosjek	52	21	27
Jadranska regija	Dubrovačko-neretvanska	100	0	0
	Istarska	85	6	9
	Ličko-senjska	90	10	0
	Primorsko-goranska	100	0	0
	Splitsko-dalmatinska	88	0	12
	Šibensko-kninska	100	0	0
	Zadarska	78	0	22
	Prosjek	92	2	6

6.5. Zaključci

U ovom poglavlju provedena je analiza i procjena stupnja trofičnosti prema prosječnim koncentracijama ukupnog fosfora i ukupnog dušika te je zaključeno sljedeće:

- Broj aktivnih postaja koje su uključene u analizu na godišnjoj razini varira u rasponu od 465 u 2015. godini do 636 u 2019. godini.
- U cijelom analiziranom razdoblju za najveći udio postaja je klasificirano oligotrofno-mezotrofno stanje, u rasponu od 39 % u 2021. godini do 45 % u 2018. godini.
- Sljedeći udio zauzele su postaje klasificirane kao ili mezotrofne ili eutrofne, ovisno o godini, u rasponu od 17 % (eutrofne postaje u 2020. godini) do 20 % (eutrofne postaje u 2021. godini, mezotrofne postaje u 2016., 2020. i 2021. godini).
- Najmanji udio postaja u cijelom analiziranom razdoblju je klasificiran kao oligotrofan, od minimalnih 4 % u 2015. godini do maksimalnih 13 % u 2021. godini.
- Prema analizi stanja voda na postajama monitoringa, najveći broj postaja ima definirano vrlo dobro i dobro stanje, što je rezultiralo i time da je 72 % postaja na razini Republike Hrvatske klasificirano kao *nije eutrofno* u pogledu potencijala trofičnosti. Ako promatramo na razini Republike Hrvatske, 17% postaja je klasificirano kao *eutrofno*, ali je značajna razlika između Panonske (27 %) i Jadranske regije (6 %).

7. KORIŠTENJE POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA I BILJNA POLJOPRIVREDNA PROIZVODNJA KAO POKAZATELJ POTENCIJALNOG PRITISKA NA VODE

Autori: prof. dr. sc. Davor Romić, doc. dr. sc. Marina Bubalo Kovačić, dr. sc. Helena Bakić
Begić, prof.dr.sc. Stjepan Husnjak

7.1. Uvod

U Hrvatskoj su podaci o poljoprivrednom zemljištu dostupni iz različitih izvora, ali su i različite metodologije njihovog prikupljanja i prikazivanja. Državni zavod za statistiku (DZS) evidentira korišteno poljoprivredno zemljište, ali ti podaci nisu prostorno određeni te su javno dostupni za razinu HR NUTS 2 (NN 125/2019) odnosno prema statističkim regijama 2. razine. Za potrebe ovog projekta regije HR NUTS 2 Panonska Hrvatska, Grad Zagreb i Sjeverna Hrvatska grupirane su u Panonsku Hrvatsku, a 7 priobalnih županija grupirano je u Jadransku Hrvatsku. ARKOD je dinamičan sustav identifikacije zemljišnih parcela u kojem se evidentiraju promjene načina korištenja poljoprivrednih površina onih poljoprivrednih proizvođača koji su uključeni u sustav potpora (www.arkod.hr). Sustavom upravlja APPRRR koja u koordinaciji s Ministarstvom poljoprivrede RH provodi mjere Zajedničke poljoprivredne politike (ZPP) i Zajedničke ribarstvene politike koje se financiraju iz državnog proračuna RH i proračuna Europske unije. Poljoprivredne površine upisane u ARKOD se vremenski mijenjaju, ali se mijenjaju i kulture u uzgoju ili skupine kultura. Podaci upisani u ARKOD su reprezentativni i omogućavaju analizu načina korištenja zemljišta u poljoprivredi. U 2020. godini u ARKOD je bilo upisano 143 501 ha.

U proteklom desetljeću izrađeno je i nekoliko projekata za potrebe usklađivanja nacionalnih standarda i mjerila u poljoprivredi sa Zajedničkom poljoprivrednom politikom i Politikama ruralnog razvoja Europske unije, a u kojima je naprednim istraživačkim tehnikama provedena inventarizacija zemljišnih resursa u Republici Hrvatskoj. U projektima „Utjecaj poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj – SAGRA 1“ (Romić i sur., 2014.) i „Određivanje prioriternih područja motrenja podzemnih voda unutar intenzivnog poljoprivrednog prostora – SAGRA 2“ (Ondrašek i sur., 2019.) provedena je detaljna inventarizacija zemljišnih resursa u Republici Hrvatskoj. U projektu „Određivanje područja sa prirodnim ograničenjima ili ostalim posebnim ograničenjima s kalkulacijama uz utvrđivanje vrijednosti kontekst indikatora broj 41 „organska tvar u tlu“ i broj 42 „erozija tla vodom“ za programsko razdoblje 2021.-2027. – LFA“ (Husnjak, Kušan i grupa autora, 2020.). Opći cilj tog projekta bio je da se, između ostaloga, na semideteljnoj razini utvrde i razgraniče gorsko planinska područja, područja s prirodnim ograničenjima te područja s posebnim (specifičnim) ograničenjima, a za izradu programa Ruralnog razvoja Republike Hrvatske za programsko razdoblje 2021. – 2027. godine.

Cilj ovog dijela projekta bio je sažeti prikaz dostupnih podataka o korištenju zemljišta u Republici Hrvatskoj s naglaskom na prostorne podatke o poljoprivrednom zemljištu i načinu njegovog korištenja.

7.2. Metodologija rada

Za potrebe ovog projekta su korišteni kartografski i numerički podaci o poljoprivrednom zemljištu u Republici Hrvatskoj iz dokumenta „Određivanje područja sa prirodnim ograničenjima ili ostalim posebnim ograničenjima s kalkulacijama uz utvrđivanje vrijednosti kontekst indikatora broj 41 „organska tvar u tlu“ i broj 42 „erozija tla vodom“ za programsko razdoblje 2021.-2027. – LFA“ (Husnjak, Kušan i grupa autora, 2020.), uz pisano dopuštenje Ministarstva poljoprivrede RH (komunikacija elektroničkom poštom, 17.12.2021.).

Primjenom službenih podloga, brojnih ulaznih podataka i kombinacijom metoda proizvedene su, između ostalih, i karte korištenog i nekorištenog poljoprivrednog zemljišta te karte kultura korištenog poljoprivrednog zemljišta. Karte mjerila 1:5000 preuzete su za potrebe ovog projekta. Generalizirana karta korištenog i nekorištenog poljoprivrednog zemljišta prikazana je na slici 7.1, a korištenog poljoprivrednog zemljišta po kulturama na slici 7.2. U nekorišteno zemljište uključene su i površine poljoprivrednog zemljišta koje se evidentira unutar šumsko gospodarske osnove - ŠGO (u legendi karte označeno sa *).

7.3. Korištenje poljoprivrednog zemljišta u Republici Hrvatskoj

Evidencija načina korištenja zemljišta je izuzetno zahtjevna s obzirom na to je napredne tehnike kartiranja, koristeći daljinske snimke i slične tehnologije, potrebno uspoređivati i kombinirati s podacima koji se administrativno prikupljaju, kao npr. katastar, DZS, ARKOD i slično. Podaci o poljoprivrednom zemljištu (za referentnu godinu 2012.) dobiveni u projektu SAGRA-1 obnovljeni su za 2017. godinu u projektu SAGRA-2. Takva detaljna inventarizacija ne može se u potpunosti usporediti s podacima DZS i ARKOD-a, niti s LFA iz 2018. godine. U svakom slučaju, ukupno poljoprivredno zemljište u Republici Hrvatskoj procjenjuje se na nešto više od 2,5 milijuna hektara (tablica 7.1).

Tablica 7.1. Podaci o ukupnom, korištenom i nekorištenom poljoprivrednom zemljištu (ha) iz dostupnih baza podataka i projekata u Republici Hrvatskoj (Romić i sur., 2021.)

Izvori podataka							
	DZS ¹			ARKOD ²	SAGRA 1 ³	SAGRA 2 ⁴	LFA ⁵
	2012.	2017.	2018.	2017.	2012.	2017.	2018.
Ukupno poljoprivredno zemljište (ha)					2 638 040	2 503 169	2 582 823
Korišteno poljoprivredno zemljište (ha)	1 333 973	1 546 019	1 496 663	1 167 130	1 891 309	1 908 405	1 712 197
Nekorišteno poljoprivredno zemljište (ha)					746 735	542 760	870 626

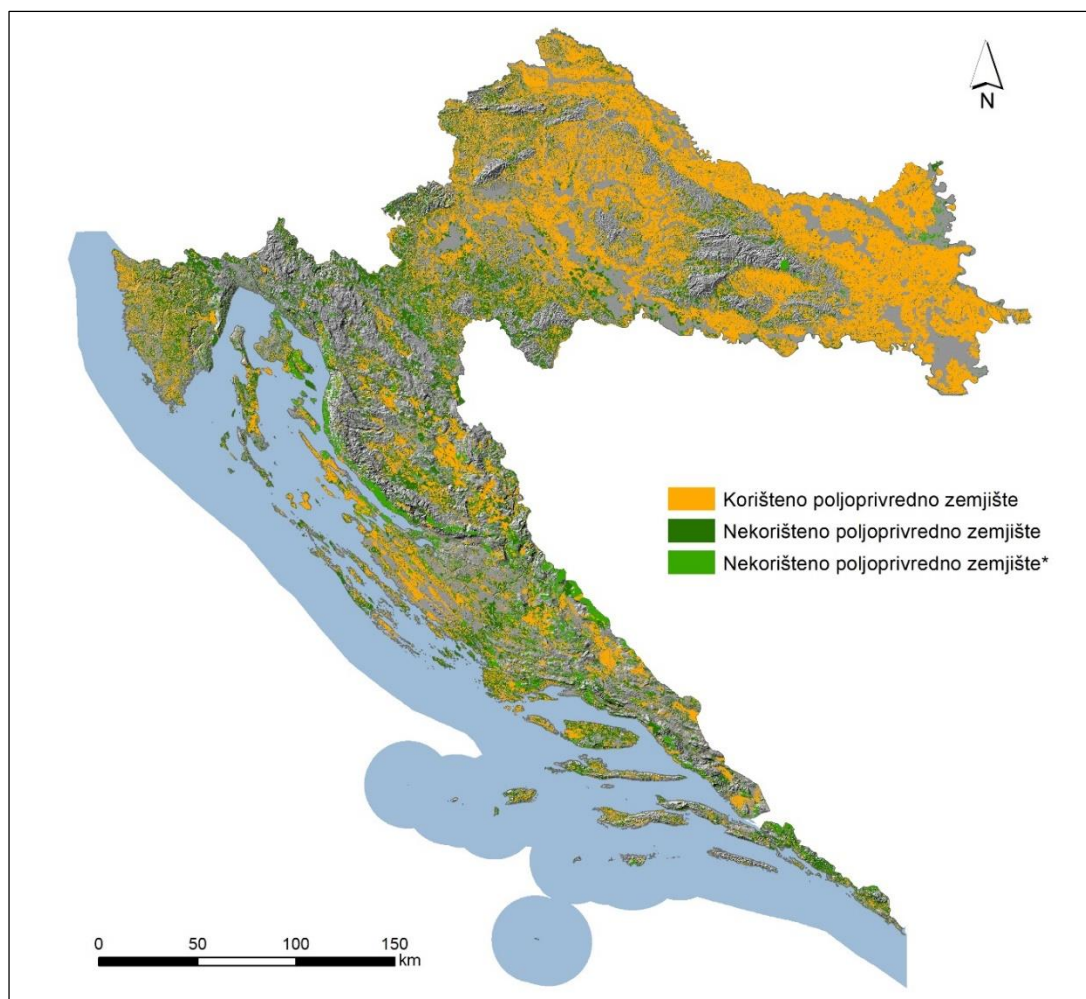
¹ Državni zavod za statistiku, www.dzs.hr

² ARKOD, www.arkod.hr

³ Romić, D.; Husnjak, S.; Mesić, M.; Salajpal, K.; Barić, K.; Poljak, M.; Romić, M.; Konjačić, M.; Vnućec, I.; Bakić, H. et al. (2014.). Utjecaj poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj (SAGRA 1). Elaborat. Hrvatske vode

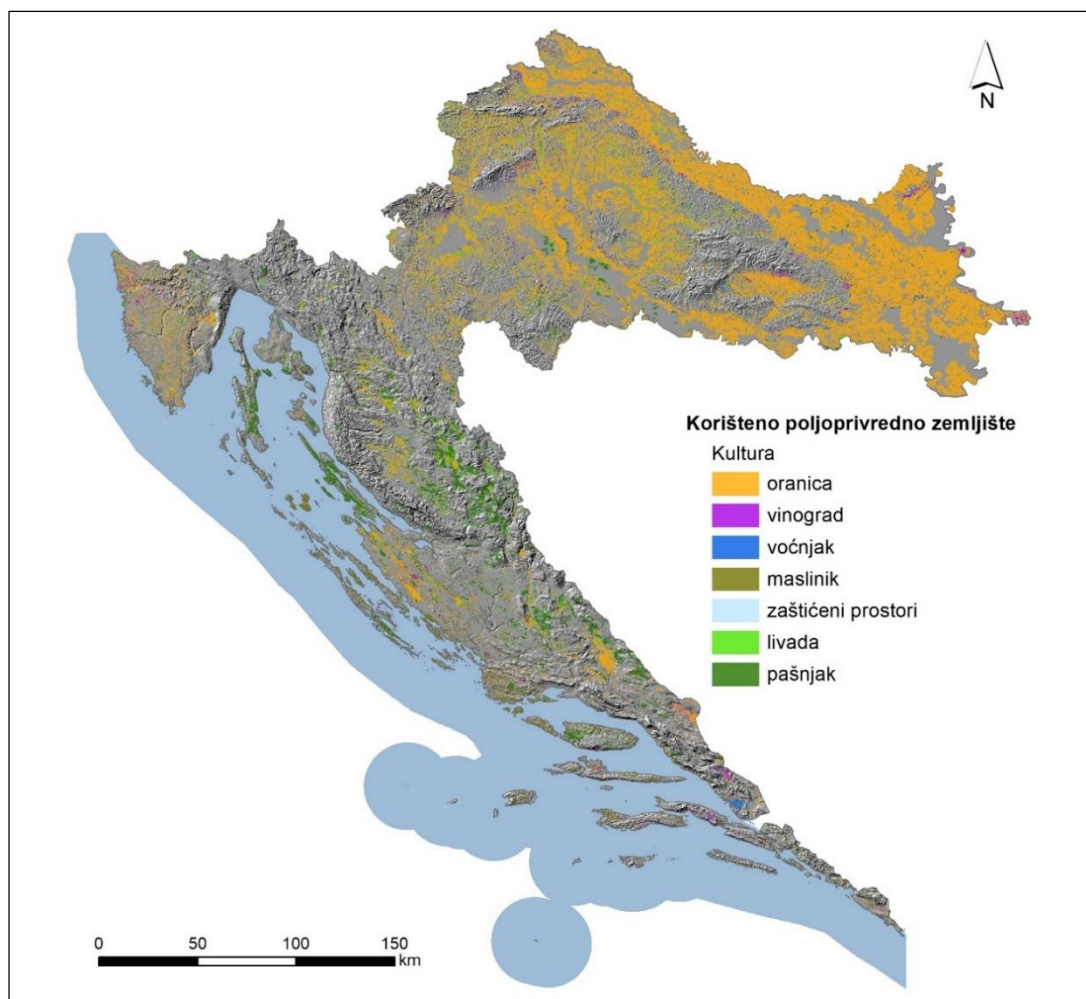
⁴ Ondrašek G., Romić D., Bakić Begić H., Bubalo Kovačić M., Husnjak S., Mesić M., Šestak I., Salajpal K., Barić K., Bažok R., Pintar A., Romić M., Krevh V., Konjačić M., Vnućec I., Zovko M., Brkić Ž., Žiža I., Kušan V. (2019.). Određivanje prioriternih područja motrenja podzemnih voda unutar intenzivnog poljoprivrednog prostora (SAGRA 2). Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb, 335 str.

⁵ Husnjak, S., Kušan, V. i grupa autora (2020): Projekt: Određivanje područja sa prirodnim ograničenjima ili ostalim posebnim ograničenjima s kalkulacijama uz utvrđivanje vrijednosti kontekst indikatora broj 41 „organska tvar u tlu“ i broj 42 „erozija tla vodom“ za programsko razdoblje 2021.-2027. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Oikon d.o.o. – Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb i DHMZ, Zagreb.



Slika 7.1. Korišteno i nekorišteno poljoprivredno zemljište u Republici Hrvatskoj (Husnjak i Kušan, grupa autora, 2020.)

Od ukupno korištenog poljoprivrednog zemljišta 1 238 622 ha, odnosno 72,3 % zauzimaju oranice, a pašnjaci 10,3 % (176 872 ha) te 6,8% (116 163 ha) zauzimaju livade. Struktura zastupljenosti poljoprivrednih kultura razvrstanih u 7 kategorija (livada, maslinik, oranica, pašnjak, vinograd, voćnjak i zaštićeni prostori) na području Republike Hrvatske prikazana je na slici 7.2.



Slika 7.2. Kulture korištenog poljoprivrednog zemljišta (Husnjak i Kušan, grupa autora, 2020.)

U Panonskoj regiji dominantne su oranične kulture (85 % parcela), a u manjoj mjeri su zastupljene livade (6 %), voćnjaci (4 %) i pašnjaci (2 %). U Jadranskoj regiji dominantni su pašnjaci (35 %), a slijede oranice (33 %), maslinici (15 %), livade (8 %), vinogradi (5 %) i voćnjaci (4 %). Za detalje pogledajte izvorni dokument (Husnjak, Kušan i grupa autora, 2020).

U tablici 7.2 prikazana je struktura korištenja poljoprivrednog zemljišta po regijama i županijama u Republici Hrvatskoj.

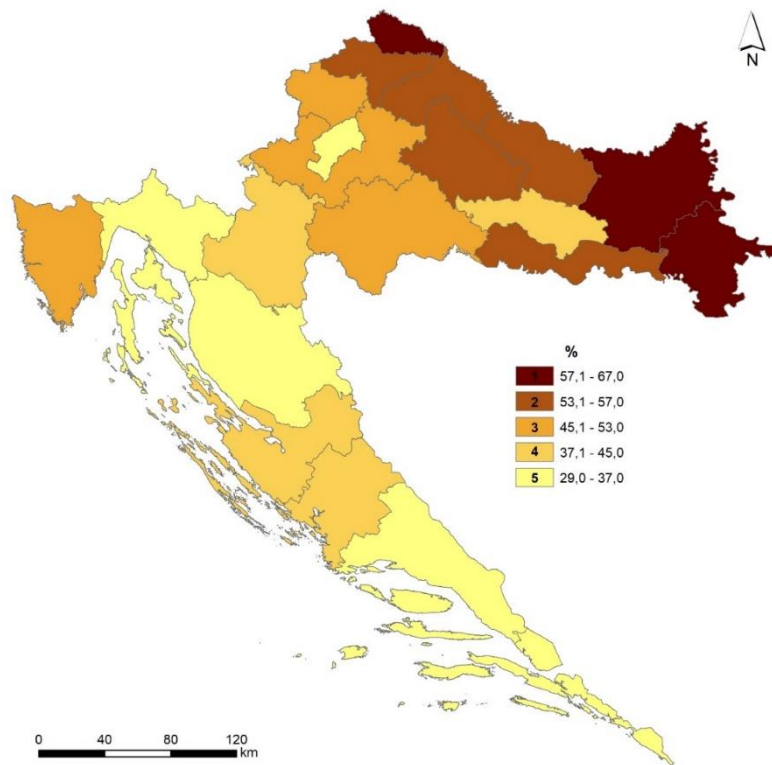
Tablica 7.2. Struktura korištenog poljoprivrednog zemljišta (u ha) po regijama i županijama u Republici Hrvatskoj (Husnjak i Kušan, grupa autora, 2020.)

Regije	Županija	Livada	Maslinik	Oranica	Pašnjak	Vinograd	Voćnjak	Zaštićeni prostori	Ukupno
Panonska regija	Bjelovarsko-bilogorska	15 198	0	89 756	3 063	963	3 951	20	112 950
	Brodsko-posavska	2 446	0	77 174	1 623	489	5 707	17	87 456
	Grad Zagreb	1 767	0	13 121	57	926	1 434	58	17 364
	Karlovačka	8 334	0	45 141	3 970	507	4 428	8	62 388
	Koprivničko-križevačka	7 950	0	74 413	327	2 062	1 459	36	86 245
	Krapinsko-zagorska	7 681	0	30 540	488	890	1 225	12	40 836
	Međimurska	2 403	0	35 249	104	1 019	1 246	11	40 031
	Osječko-baranjska	1 691	0	228 062	2 898	3 084	7 942	81	243 759
	Požeško-slavonska	3 018	0	49 929	1 266	1 816	5 554	12	61 594
	Sisačko-moslavačka	10 328	0	87 152	11 969	955	8 125	16	118 545
	Varaždinska	5 252	0	41 590	260	3 000	1 664	37	51 803
	Virovitičko-podravska	2 277	0	89 533	1 783	1 027	2 852	138	97 610
	Vukovarsko-srijemska	348	0	137 716	773	1 742	3 461	24	144 064
	Zagrebačka	12 506	0	101 572	1 317	3 557	6 074	82	125 108
	Ukupno	81 200	0	1 100 947	29 894	22 037	55 123	551	1 289 751
Jadranska regija	Dubrovačko-neretvanska	236	7 116	4 773	1 355	3 436	3 330	63	20 308
	Istarska	5 598	7 216	39 976	3 636	5 879	1 202	37	63 545
	Ličko-senjska	15 014	393	25 667	41 981	90	4 560	1	87 705
	Primorsko-goranska	2 613	2 899	4 209	17 669	294	663	3	28 350
	Splitsko-dalmatinska	2 525	18 540	26 462	24 877	3 727	2 135	103	78 367
	Šibensko-kninska	3 186	15 014	12 188	20 346	2 626	2 320	2	55 683
	Zadarska	5 791	13 466	24 401	37 115	3 432	4 247	38	88 488
		Ukupno	34 964	64 644	137 675	146 978	19 483	18 457	246

7.4. Definiranje kategorija opterećenja iz biljne poljoprivredne proizvodnje

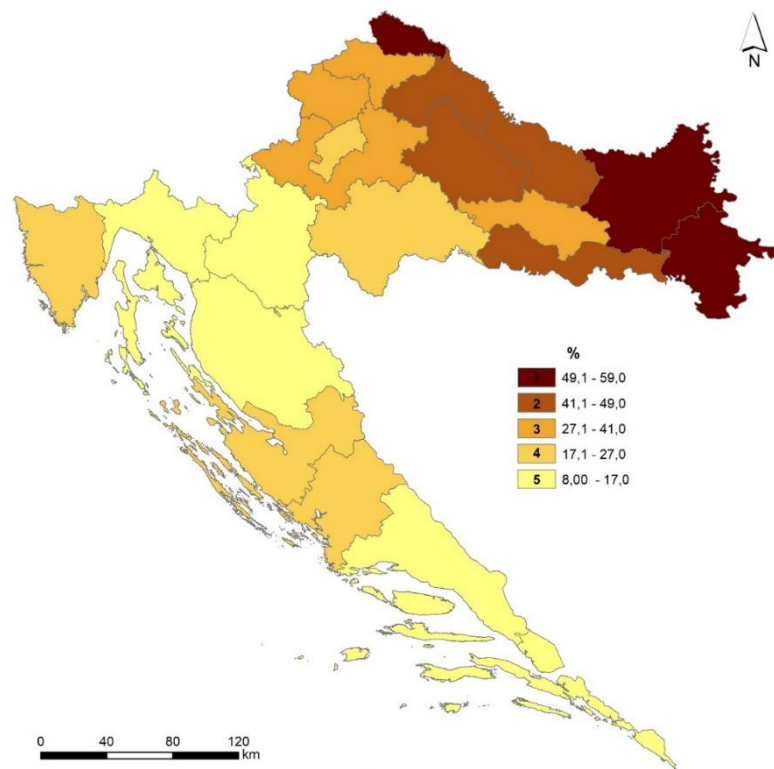
Podjela u razrede prema udjelu korištenog poljoprivrednog zemljišta unutar administrativne jedinice, županije ili općine, provedena je primjenom metode kvantila. Dobivene kategorije korištene su za definiranje ocjene postojećeg pritiska iz biljne poljoprivredne proizvodnje na način da se kategoriji s najmanjim udjelom poljoprivredne površine u županiji/općini dodijelila vrijednost 1, a zatim se svakoj sljedećoj kategoriji dodjeljuje viša vrijednost do maksimalno 5.

Na slici 7.3 prikazana je kategorizacija županija u Republici Hrvatskoj prema udjelu ukupnog poljoprivrednog zemljišta (%) u njihovoj površini. Najveći udio od 57-67 % poljoprivrednog zemljišta u ukupnoj površini imaju 3 županije u Panonskoj regiji: Međimurska, Osječko-baranjska i Vukovarsko-srijemska. U kategoriji s 53 – 57 % nalaze se također županije iz Panonske regije: Varaždinska, Koprivničko-križevačka, Bjelovarsko-bilogorska, Virovitičko-podravski i Brodsko-posavska županija. U trećoj kategoriji s 45-53 % poljoprivrednog zemljišta u ukupnoj površini imaju 3 županije u Panonskoj regiji: Sisačko-moslavačka, Zagrebačka i Varaždinska županije te Istarska iz Jadranske regije. U četvrtoj kategoriji s 37-45 % ukupnog poljoprivrednog zemljišta u ukupnoj površini županije nalaze se Požeško-slavonska iz Panonske regije te Karlovačka, Šibensko-kninska i Zadarska županija iz Jadranske regije. Najmanje poljoprivrednog zemljišta u ukupnoj površini županije ima Grad Zagreb u Panonskoj regiji te Ličko-senjska, Splitsko-dalmatinska i Dubrovačko-neretvanska županija u Jadranskoj regiji.



Slika 7.3. Udio ukupnog poljoprivrednog zemljišta (%) u površini županija u Republici Hrvatskoj

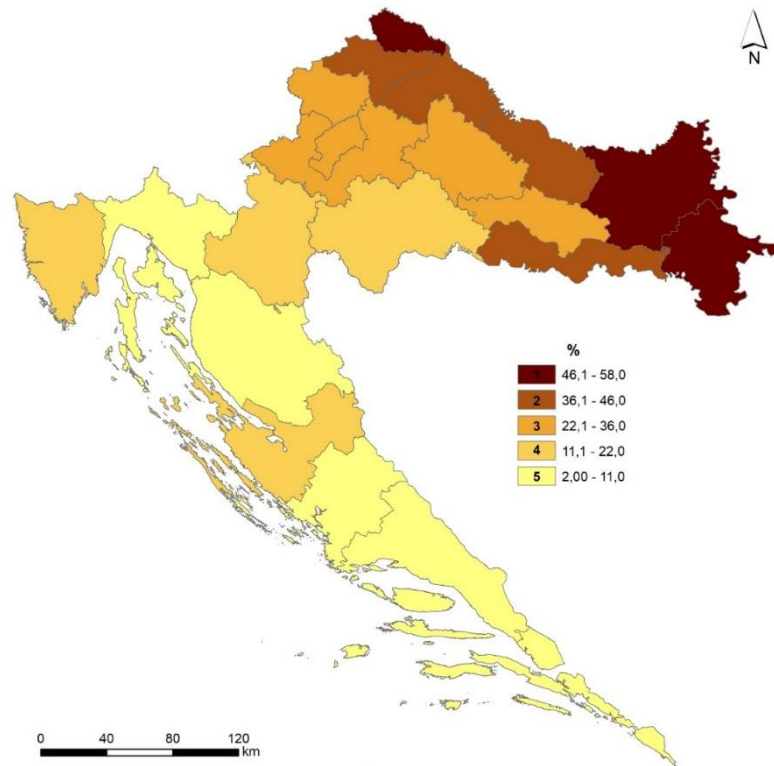
Slična je distribucija i za korišteno poljoprivredno zemljište u županijama (slika 7.4), ali s manjim udjelima. Tako najveći udio od 49-59 % korištenog poljoprivrednog zemljišta u ukupnoj površini imaju 3 županije u Panonskoj regiji: Međimurska, Osječko-baranjska i Vukovarsko-srijemska. U drugoj kategoriji s 41-49 % korištenog poljoprivrednog zemljišta nalaze se samo županije iz Panonske regije: Koprivničko-križevačka, Bjelovarsko-bilogorska, Virovitičko-podravska i Brodsko-posavska županija. Tri županije iz Panonske regije koriste od 27-41 % poljoprivrednog zemljišta. U četvrtoj kategoriji sa 17-27 % korištenog poljoprivrednog zemljišta su Sisačko-moslavačka i Grad Zagreb iz Panonske regije te Istarska, Zadarska i Šibensko-kninska županija iz Jadranske regije. Najmanje poljoprivrednog zemljišta se koristi u Karlovačkoj, Primorsko-goranskoj, Splitsko-dalmatinskoj i Dubrovačko-neretvanskoj županiji, samo 8-17 % od ukupnog zemljišta.



Slika 7.4. Udio korištenog poljoprivrednog zemljišta (%) u površini županija u Republici Hrvatskoj

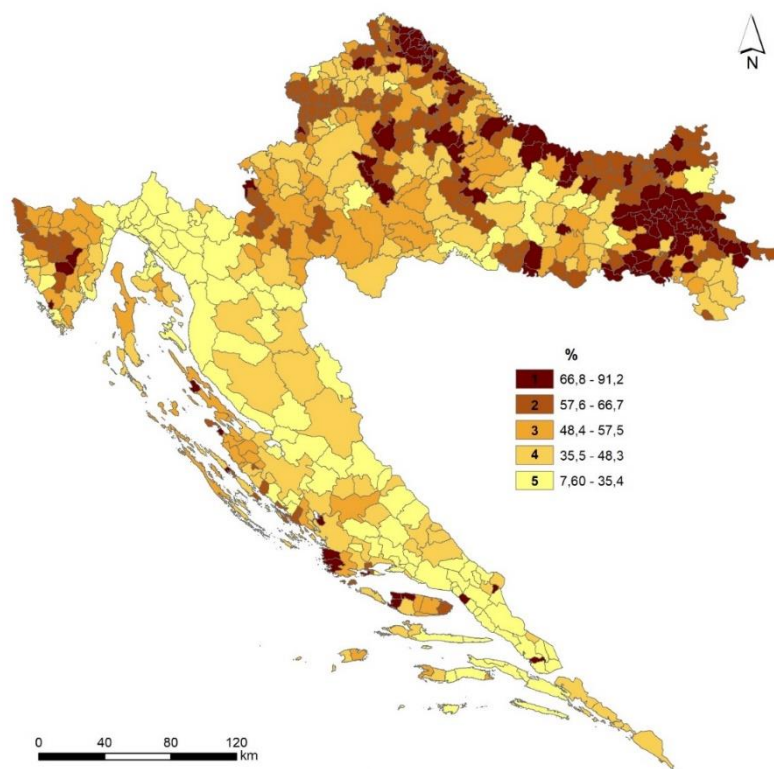
Na slici 7.5 prikazana je raspodjela po udjelima obradivog zemljišta u površini županije. Tri županije u Panonskoj regiji, Međimurska, Osječko-baranjska i Vukovarsko-srijemska, imaju najveći udjel obradivog zemljišta (od 46 do 58 %). U županijama iz Panonske regije: Varaždinskoj, Koprivničko-križevačkoj, Virovitičko-podravskoj i Brodsko-posavskoj županiji udio obradivog zemljišta u ukupnoj površini županije iznosi od 36 – 46 %. I županije s udjelom obradivog zemljišta od 22 – 36 % se nalaze u Panonskoj regiji: Grad Zagreb, Zagrebačka, Krapinsko-zagorska, Bjelovarsko-bilogorska i Požeško-slavonska županija. U kategoriji udjela

obrađivog zemljišta u ukupnoj površini županije od 11 – 22 % nalaze se Karlovačka i Sisačko-moslavačka iz panonske regije te Istarska i Zadarska županija iz Jadranske regije. Primorsko-goranska, Ličko-senjska, Šibensko-kninska, Splitsko-dalmatinska i Dubrovačko-neretvanska županija imaju samo od 2-11 % obrađivog zemljišta.



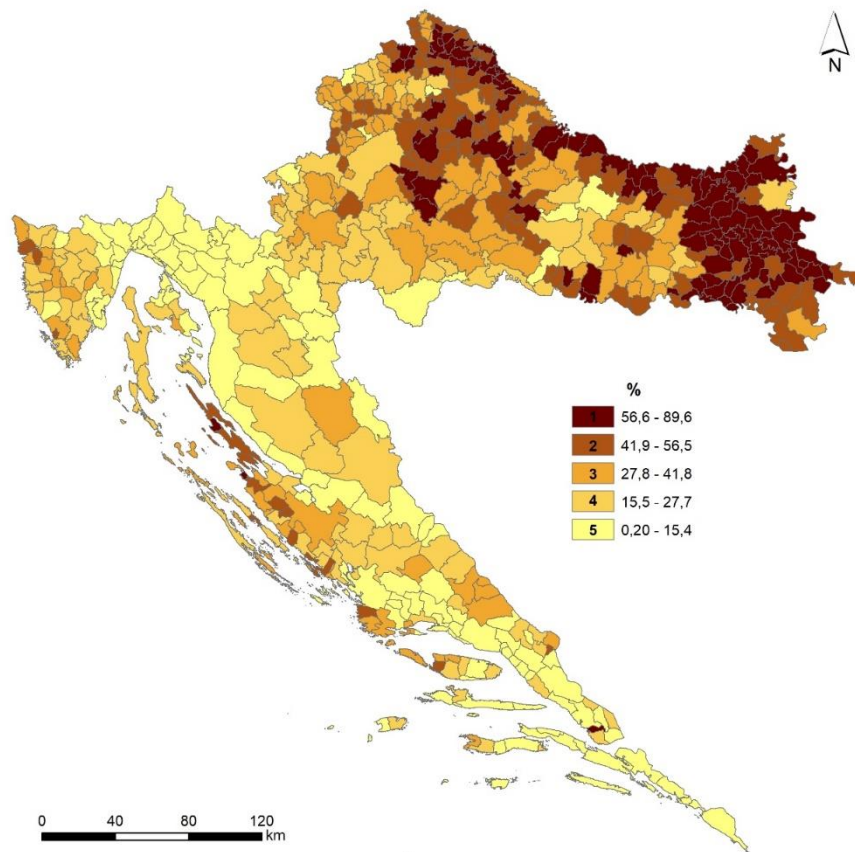
Slika 7.5. Udio obrađivog poljoprivrednog zemljišta (%) u županijama u Republici Hrvatskoj

Istom metodologijom utvrđeni su i udjeli pojedinih kategorija poljoprivrednog zemljišta u ukupnoj površini općina u Republici Hrvatskoj (slika 7.6). Općine s najvećim udjelom ukupnog poljoprivrednog zemljišta nalaze se pretežno u Panonskoj regiji, odnosno Slavoniji te sjevernoj i središnjoj Hrvatskoj. U Jadranskoj regiji manji broj općina s većim udjelom ukupnog poljoprivrednog nalazi se u središnjoj Istri, zadarskom i šibenskom priobalju i na otoku Braču. Najveći udio ukupnog poljoprivrednog zemljišta određen je za općinu Kolan (91,2 %) u Zadarskoj županiji, što je rezultat velikog udjela pašnjaka u relativno maloj površini općine. Slijedi općina Negoslavci (91,2 %) s područja Vukovarsko-srijemske županije te općine Punitovci (90,8 %) i Antunovac (90,6 %) s područja Osječko-baranjske županije. Najmanji udio ukupnog poljoprivrednog zemljišta određen je za općinu Karlobag (7,6 %) s područja Ličko-senjske županije, a slijede ju općina Mljet (8,2 %) iz Dubrovačko-neretvanske županije te općine Opatija (9,3 %) i Lopar (9,5 %) iz Primorsko-goranske županije.

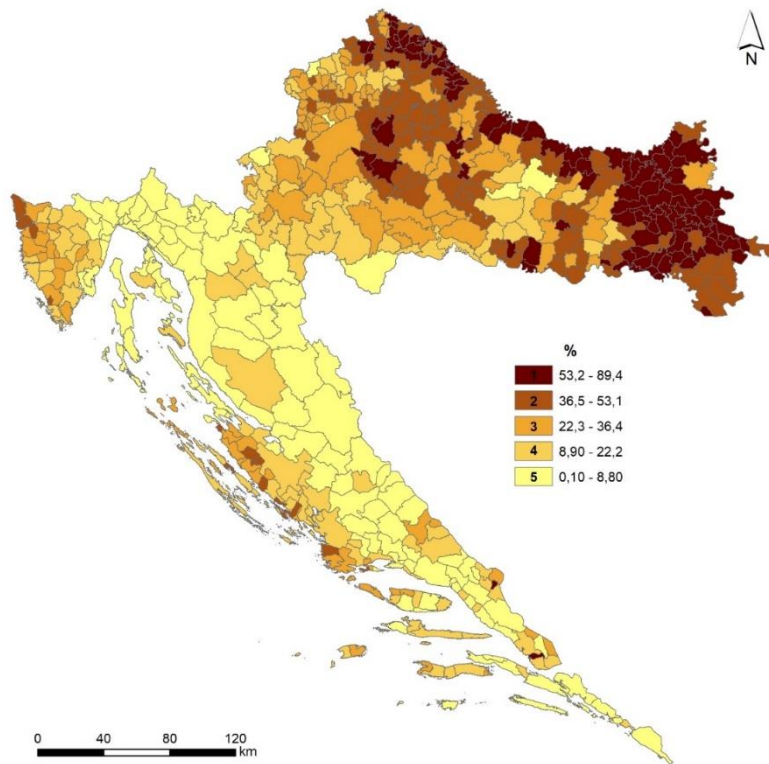


Slika 7.6. Udio ukupnog poljoprivrednog zemljišta (%) u površini općina u Republici Hrvatskoj

Najveći udio korištenog poljoprivrednog zemljišta imaju općine Antunovac (89,6 %) i Punitovci (87,8 %) s područja Osječko-baranjske županije te općine Negoslavci (89,4 %), Trpinja (87,8 %) i Tovarnik (87,1 %) s područja Vukovarsko-srijemske županije (slika 7.7). Isti je slučaj i za obradivo poljoprivredno zemljište (slika 7.8). Najmanji udio korištenog poljoprivrednog zemljišta imaju općine Primorsko-goranske županije (Kostrena, Kraljevica, Bakar). I kod obradivog poljoprivrednog zemljišta najmanje ga imamo u općinama Primorsko-goranske županije.



Slika 7.7. Udio korištenog poljoprivrednog zemljišta u površini općina u Republici Hrvatskoj



Slika 7.8. Udio obradivog poljoprivrednog zemljišta u površini općina u Republici Hrvatskoj

7.5. Zaključci

Iz analize raspoloživog poljoprivrednog zemljišta u Republici Hrvatskoj može se zaključiti sljedeće:

- Udjeli poljoprivrednog zemljišta u površini županije i općine grupirani su statističkom podjelom na kvantile u 5 kategorija i grafički prikazani.
- Najveći udio ukupnog i korištenog poljoprivrednog zemljišta (1. kategorija udjela) imaju županije koje se nalaze u Panonskoj regiji – Međimurska, Osječko-baranjska i Vukovarsko-srijemska županija.
- Ostale županije iz Panonske regije pripadaju 2. i 3. kategoriji po udjelu poljoprivredne proizvodnje, što znači da je na području cjelokupne regije raspoloživo poljoprivredno zemljište veće, a time i intenzitet poljoprivredne proizvodnje u odnosu na Jadransku regiju.
- Najmanji udio korištenog i ukupnog poljoprivrednog zemljišta imaju županije koje se nalaze u Jadranskoj regiji – Primorsko-goranska, Ličko-senjska, Splitsko-dalmatinska i Dubrovačko-neretvanska županija te grad Zagreb u Panonskoj regiji.
- Najveći udjeli ukupnog poljoprivrednog zemljišta na razini općine utvrđeni su u području Panonske regije, s izuzetkom općina u brdskim područjima. Značajan udjel ukupnog poljoprivrednog zemljišta u površini općine imaju i neke općine u Jadranskoj regiji.
- Podaci o korištenju poljoprivrednog zemljišta i strukturi poljoprivredne biljne proizvodnje korišteni su za izradu modela potencijalnog pritiska iz poljoprivrede na onečišćenje voda u Republici Hrvatskoj.

8. ANALIZA POTENCIJALNOG OPTEREĆENJA POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA IZ STOČARSKE PROIZVODNJE

Autor: prof. dr. sc. Krešimir Salajpal

8.1. Uvod

Značajan dio onečišćujućih tvari iz poljoprivrede koje doprinose eutrofikaciji površinskih voda (nitrati i fosfati) i nakupljanju nitrata u podzemnim vodama može biti povezan sa stočarskom aktivnosti. Procjenjuje se da je čak 81 % od ukupnog unosa dušika iz poljoprivrede u vodene ekosustave porijeklom iz stočarske proizvodnje.

Glavnina onečišćujućih tvari s farmi u okoliš dopijeva putem ekskremenata životinja (feces i urin, stajski gnoj), a u manjoj mjeri vodom iz tehnološkog procesa. Ovisno o vrsti životinje od koje potječu, ekskrementi (stajski gnoj) sadrže različite količine spojeva dušika (N) te fosfora (P) i kalija (K). Osim o vrsti, njihov sadržaj u ekskrementima i posljedično stajskom gnoju ovisi i o kategoriji stoke, vrsti i tipu (obliku) krmiva (njihovoj probavljivosti) te intenzitetu proizvodnje.

Nadalje, udio izlučenih dušikovih spojeva koji dopijevaju u tlo i potencijalno predstavljaju opasnost za podzemne vode ovisi o količini primijenjenog stajskog gnoja odnosno intenzitetu napasivanja koji pak ovise o sustavu držanja, načinu manipulacije stajskim gnojem, vremenom njegove primjene i raspoloživim poljoprivrednim površinama za njegov prihvata.

Do onečišćenja dolazi najčešće zbog neprimjerenog čuvanja i manipulacije stajskim gnojem uslijed čega dolazi do otjecanja tekućeg dijela gnoja, a s njime i dijela N i P u površinske vode. Nadalje, učestala primjena stajskog gnoja na istoj poljoprivrednoj površini, u količinama iznad dozvoljenih (NN 73/2021) ili u razdoblju mirovanja vegetacije može rezultirati ispiranjem značajnih količina N u podzemne vode.

Stoga, potencijalni utjecaj stočarske proizvodnje na onečišćenje površinskih i podzemnih voda treba promatrati u kontekstu intenziteta stočarske proizvodnje (broja životinja i veličine farmi) na nekom području tj. odnosom broja stoke prema raspoloživom poljoprivrednom zemljištu. Za Republiku Hrvatsku je karakteristično da se još uvijek stočarska proizvodnja odvija na relativno velikom broju farmi s prosječno malim brojem životinja koje su smještene pretežno u gusto naseljenim dijelovima zemlje. Većina tih farmi drži manji broj životinja uglavnom za vlastite potrebe i kao takove ne predstavlja potencijalnu opasnost za okoliš. S druge pak strane, u novije vrijeme raste broj velikih farmi čime zbog velikog broja životinja na ograničenom prostoru potencijalno štetni utjecaj na okoliš u njihovoj neposrednoj okolini postaje sve izraženiji.

Trend pada broja stoke u posljednjih 30 godina u Republici Hrvatskoj doprinosi kontinuiranom smanjenju količina N iz stočarske proizvodnje koji dopijeva na poljoprivredne površine. Procjenjuje se da je u 2000. godini (Mesić, 2002) proizvodnja N iz organskih gnojiva iznosila oko 60 064 tona što je činilo 35 % od ukupno upotrijebljenog dušika u gnojidbi poljoprivrednih kultura. Za razdoblje 2000.-2008. godine procijenjeno je da se prosječno godišnje na poljoprivredne površine iznosi 52 022 tona N iz stajskog gnoja što čini oko 31 % ukupno upotrijebljenog N na poljoprivrednim površinama (Znaor, 2011). Prema procjenama autora (Romić i sur., 2014; Ondrašek i sur., 2019) na farmama u RH je proizvedeno oko 48 815 tona N u 2012. godini odnosno oko 46 075 tona u 2017. godini što čini oko 35 % ukupno upotrijebljenog N u gnojidbi poljoprivrednih kultura.

S ciljem zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla u RH je na snazi *III. Akcijski program zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla* (u daljnjem tekstu „*III. Akcijski program*“; NN 73/2021) kojim je propisana najveća dozvoljena količina N koja se smije stajskim gnojem iznijeti na poljoprivredne površine (170 kg N/ha), ograničenja s obzirom na vrijeme primjene s ciljem smanjenja gubitaka ispiranjem ili isparavanjem, način čuvanja i primjene stajskog gnoja te najveća dozvoljena količina primjene stajskog gnoja na poljoprivrednoj površini koja ovisi o vrsti od koje gnoj potječe odnosno sadržaju N i drugih hranjiva (P_2O_5 i K_2O) u gnoju. Nadalje, *III. Akcijskim programom* je propisana količina N u stajskom gnoju dobivena godišnjim uzgojem domaćih životinja, preračunata na uvjetno grlo (UG; usporediva vrijednost različitih vrsta i kategorija životinja) kao i pripadajući iznos UG po pojedinoj vrsti.

S obzirom na stalno prisutan trend smanjenja broja stoke kao i prisutnu promjenu u strukturi farmi (povećanja broja velikih farmi) nameće se potreba preispitivanja doprinosa stočarske proizvodnje ukupnim pritiscima na vode nekog područja.

Cilj ove analize je procijeniti količinu N (P_2O_5 i K_2O) iz stočarske proizvodnje koja potencijalno dopijeva na poljoprivredne površine nekog područja kao važnog čimbenika za definiranje područja podložnih eutrofikaciji i područja ranjivih na nitrate.

Metodološki i sadržajem navedena analiza predstavlja nastavak analiza provedenih u sklopu studije „*Utjecaj poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj*“ (Romić i sur., 2014) i „*Određivanje prioriteta područja motrenja podzemnih voda unutar intenzivnog poljoprivrednog prostora*“ (Ondrašek i sur., 2019) čime nam daje usporedive rezultate i podlogu za redefiniranje područja ranjivih na nitrate.

8.2. Metodologija rada

8.2.1. Brojno stanje stoke

Za svaku pojedinu farmu 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 (MP). Broj pojedinih kategorija svinja i peradi za svaku pojedinu farmu dobiven je temeljem Godišnje dojava brojnog stanja svinja i peradi na gospodarstvu odnosno na osnovi podataka iz posljednjeg dostupnog Veterinarskog pregleda gospodarstva za one farme za koje ne postoje podaci iz Godišnje dojava.

Za usporedbu kao i prikaz ukupnog brojnog stanja stoke u razdoblju 2000.-2021. godine korišteni su podaci objavljeni u godišnjem izvješću DZS-a za predmetnu godinu. Nadalje, radi lakše usporedbe različitih vrsta i kategorija, broj stoke izražen je u standardiziranoj mjernoj jedinici - uvjetnom grlu (UG). S obzirom da postoje različite metode izračune UG temeljene na različitim kriterijima usporedbe, radi lakše usporedbe s rezultatima istraživanja drugih autora, broj UG prikazan je na tri načina i to kao:

UG₅₀₀ - predstavlja usporedivu vrijednost različitih vrsta i kategorija stoke svedenu na masu od 500 kg, često korišten način prikazivanja UG u znanstvenoj i stručnoj literaturi U RH i okolnim zemljama.

UG_{EC} – predstavlja usporedivu vrijednost različitih vrsta i kategorija stoke temeljem na nutritivnim potrebama životinja u skladu s Uredbom komisije (Europska komisija, 1200/2009) o provedbi Uredbe europskog parlamenta i vijeća (Europska komisija, 1166/2008).

UG_{NN} – predstavlja umnožak broja stoke i pripadajućih koeficijenata propisanih III. Akcijskim programom zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla. Izrađen na temelju UG₅₀₀ sustava uz određene modifikacije.

Tablica 8.1. Vrijednost UG i pripadajući koeficijenti temeljeni na različitim sustavima izračuna

Vrsta	Kategorija	UG _{NN}	UG _{EC}	UG ₅₀₀	(Napomena)
GOVEDA	Mliječne krave		1		
	Ostale krave, starosti 2 godine i više	1	0,8	1,2	(550-650 kg)
	Junice, 2 godine i više		0,8	-	-
	Bikovi, 2 godine i više		1	1,4	(700 kg)
	Rasplodni bikovi	1,4			
	Goveda starosti 1 – 2 godine	0,6	0,7	1,0	(junica: od 6 mj. do teljenja)
	Goveda mlađa od 1 godine			-	-
	Goveda starosti 6 – 12 mjeseci	0,3	0,4	0,7	(junad: M+Ž, od 6 mj. do klanja)
	Telad (<6 mjeseci)	0,15		0,3	(<6 mj. i težine do 220 kg)
OVCE I KOZE	Odrasle ovce i koze	0,1	0,1	0,1	
	Janjad i jarad	0,05		0,05	
KOPITARI	Konji		0,8	1,2	(Kobila i pastuh)
	Ome (2 god.)			0,9	
	Ome (1 god.)	1,2		0,7	
	Ždrebad	0,5		0,5	
	Magarci	0,6		0,4	
	Pule (2 god.)			0,3	
	Pule (1 god.)	0,3		0,2	
	Pule			0,1	
SVINJE	Rasplodne krmače (50kg i više)	0,3	0,5	0,35	
	Odojci (< 20 kg*)	0,02	0,027*	0,032	(do 25 kg)
	Ostale svinje	-		-	-
	Nerasti	0,4	0,3	0,4	
	Svinje u tovu 25-110 kg	0,15		0,13	
PERAD	Kokoši nesilice	0,004	0,014	0,004	
	Tovni pilići	0,0025	0,007	0,002	
	Nojevi	-	0,35	-	
	Ostala perad		0,02		
	Purani	0,02	0,03	0,016	
	Pernata divljač	0,002		-	
	Patke	-	0,01	0,0025	
	Guske	-	0,02	0,008	
Kunići (rasplodne jedinke*)		0,002	0,02*	0,005	

UG₅₀₀ – usporediva vrijednost svedena na masu od 500 kg

UG_{NN} – prema „III. Akcijskom programu zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla“ (NN 73/2021);

UG_{EC} - prema EC 1200/2009

8.2.2. Broj farmi i njihov prostorni smještaj

Broj farmi i njihov prostorni smještaj određen je temeljem podataka iz Registra farmi (MP). On uključuje podatke o vlasniku (posjedniku stoke), adresi (Županija, općina, naselje) i točnoj

lokaciji farme definirane GPS koordinatama (lat, lon). Za farme kod kojih u registru farmi nedostaju podaci o GPS koordinatama, iste su im dodijeljene temeljem njihove adrese (općina, naselje, ulica i kućni broj).

8.2.3. Procjena proizvedene količine stajskog gnoja

Za svaku pojedinu vrstu i kategoriju životinja na farmi procijenjena je količina stajskog gnoja proizvedena u jednoj godini. U slučaju da se na pojedinoj farmi proizvodi gnoj od više vrsta životinja ukupna proizvodnja stajskog gnoja predstavlja sumu doprinosa svake pojedine vrste. Količina proizvedenog stajskog gnoja izračunata je temeljem podataka o vrsti, broju i kategoriji životinja na farmi te pripadajuće količine ekskremenata (urina i fecesa) koja se izlučuje u okoliš, sustava držanja (pašni, stajski) i procijenjene količine upotrijebljene stelje (sustav izgnojavanja; tekući ili kruti gnoj).

Za procjenu sustava držanja, načina izgnojavanja, vrste i količine upotrijebljene stelje te manipulacije stajskim gnojem koja neizravno određuje količinu dušika koja se gubi emisijom dobiveni su od samih proizvođača temeljem ankete, djelatnika HAPIH i MP u područnim službama, prethodnih istraživanja kao i ekspertnom procjenom na osnovi podataka iz literature.

U procjeni godišnje količine izlučenih ekskremenata (fecesa i urina) i proizvodnje stajskog gnoja za svaku pojedinu vrstu i kategoriju životinja korištene su vrijednosti iz tablice 8.2. Navedene vrijednosti temelje se na dostupnim podacima iz literature uvažavajući specifičnosti u pogledu pasminske strukture, razine proizvodnje, načina držanja i hranidbe za pojedine vrste i kategorije životinja u RH odnosno nekih njenih dijelova. Pored količine izlučenih ekskremenata, u procjenu količine stajskog gnoja uključena je i količina upotrijebljene stelje, tehnološke vode (za pranje i sl.) kao i količina hrane koja se prosipa na farmi i kao takva završi u stajskom gnoju.

Tablica 8.2. Prosječna proizvodnja ekskremenata (fecesa i urina; kg/dan) i gnoja (tona/godišnje) koja se dobije uzgojem pojedinih vrsta i kategorija životinja

	Kategorija	Tjelesna masa kg	Ekskrementi kg/dan	Gnoj (t/god)	
Goveda	Mliječna krava 6.000-7.500 kg mlijeka	640	48,0-55,0	22,6-23,4*	
	„Mesna“ krava	-	-	15,0 **	
	June - tekući - kruti	360	20,9	8,0* 8,5-9,0	
	Junica	450	26,1	13,0	
	Tele	91	5,64	3,4	
	Kopitari	Kobila/pastuh	500	25,5	10,9
Ome		400	20,4	8,72	
Ždrijebe		250	12,75	5,03	
Magarac/magarica		200	10,2	4,0	
Pule, <1 god		67,5	3,44	2,0	
Ovce i Koze		Ovca - kontinentalna	55	2,2	0,875
	- primorska	35	1,4	0,75	
	Koza	50	2,02	1,2	
	- SZ Hrvatska - ostalo	35	1,41	0,75	
	Janjad i jarad	25	1,0	0,5	
	Svinje*	Krmača t - tekući gnoj - kruti gnoj	150	12,6	5,1 5,1 5,5
Svinje u tovu - tekući gnoj - kruti gnoj		65	4,2	1,2 1,3 1,65	
Nerast		200	-	3,2	
Perad		Kokoš nesilica	1,8	0,12	0,053
		Brojler	0,9	0,076	0,011
		Patka	1,4	0,154	0,07
	Guska	4	0,44	0,166	
	Ostala perad	1	0,085	0,045	

* - tekući stajski gnoj

** - krava u sustavu mesnog govedarstva ili niske proizvodnje mlijeka (<3.000 kg/god) i najmanje 6 mjeseci na pašnjaku

^t - krmača zajedno s prasadi

8.2.4. Procjena količine hranjivih tvari iznesenih stajskim gnojem na poljoprivredne površine

8.2.4.1. Procjena godišnje količine N iz stajskog gnoja

Na osnovi broja pojedinih vrsta i kategorija stoke izračunata je količina N iz stajskog gnoja za svaku pojedinu farmu koristeći koeficijente za izračun uvjetnih grla (UG) i količine N koji se dobije godišnjim uzgojem životinja kako je propisano *III. Akcijskim programom zaštite voda od onečišćenja uzrokovano nitratima poljoprivrednog podrijetla* (NN, 73/2021).

8.2.4.2. Procjena godišnje količine P₂O₅ i K₂O iz stajskog gnoja temeljem njihova sadržaja u ekskrementima

Za svaku pojedinu farmu izračunata je količina fosfora izraženog kao P₂O₅ i kalija izraženog kao K₂O koji se dobije godišnjim uzgojem pojedinih vrsta životinja uvažavajući podatke o njihovom izlučivanju ekskrementima i/ili stajskim gnojem na godišnjoj razini. Dobivena ukupna vrijednost P₂O₅ i K₂O za pojedinu farmu predstavlja zbir vrijednosti za svaku pojedinu vrstu i kategoriju životinja na farmi. Korištene vrijednosti P₂O₅ i K₂O sadržanog u stajskom gnoju koji se dobije godišnjim uzgojem pojedinih vrsta i kategorija životinja prikazane su u tablici 8.3.

Tablica 8.3. Prosječna količina P₂O₅ i K₂O u stajskom gnoju koja se dobije godišnjim uzgojem pojedinih vrsta i kategorija životinja

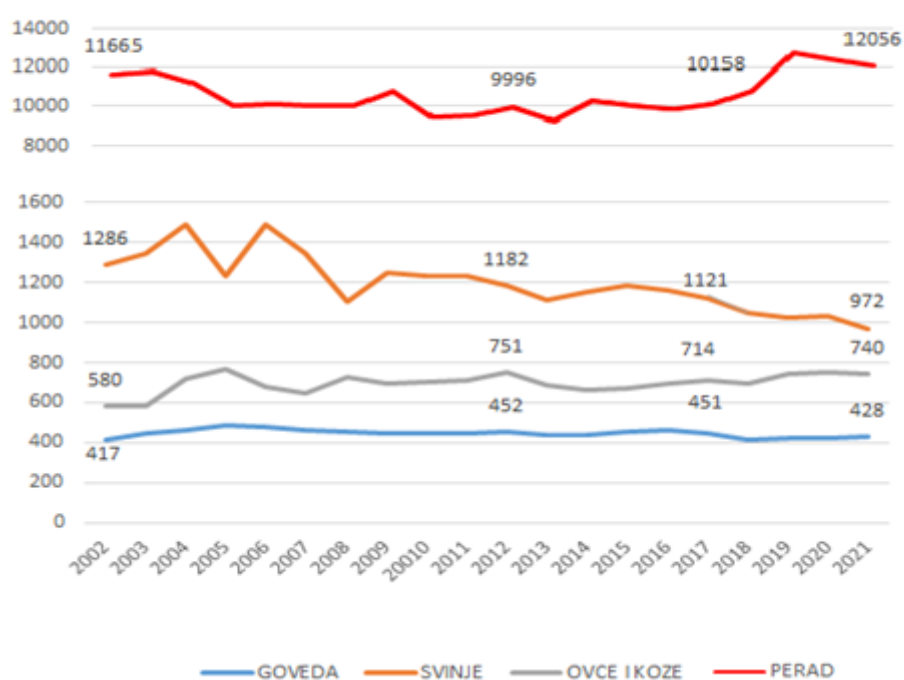
	Kategorija	P ₂ O ₅	K ₂ O
		kg/god	
Goveda	Krava	37,9	76,54
	Junica	23,4	46,18
	June	9,4	32,32
	Tele	4,3	12,46
Konji	Kobila/pastuh	22,6	54,98
	Ždrijebe	11,8	27,49
Ovce i Koze	Ovca	4,6	7,04
	Koza	6,4	
Svinje	Krmača ^t	14,7	25,51
	Svinja u tovu	5,0	8,29
	Nerast	11,7	25,51
Perad	Kokoš nesilica	0,39	0,26
	Brojler	0,19	0,18
	Patka	0,36	0,39
	Ostala perad	0,87	0,61

^t - krmača zajedno s prasadi

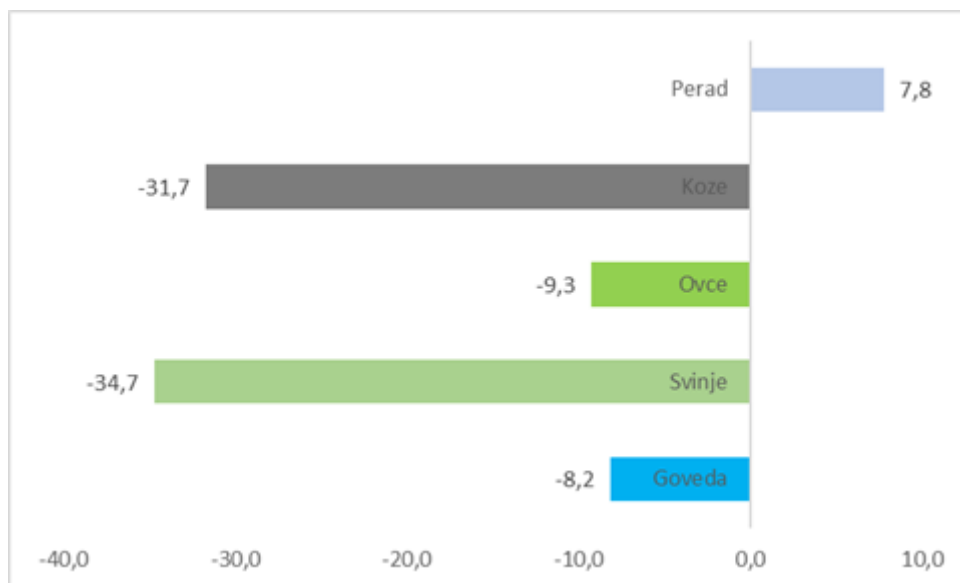
8.3. Rezultati

8.3.1. Broj stoke u Republici Hrvatskoj

Prema podacima Državnog zavoda za statistiku (DZS) u 2021. godini u RH je bilo ukupno 428 000 goveda, 972 000 svinja, 654 000 ovaca, 86 000 koza i 12 056 000 peradi. Promatrajući 20 godišnji niz (grafikon 8.1) vidljivo je da nakon 2004. godine se smanjuje broja svih stočarskih vrsta pri čemu se najveći pad bilježi kod svinja (34,7 %) i koza (31,7 %) zatim slijede ovce (9,3 %) i goveda (8,2 %). U istom promatranom razdoblju broj peradi uz određene oscilacije blago je povećan (7,8 %; grafikon 8.2).

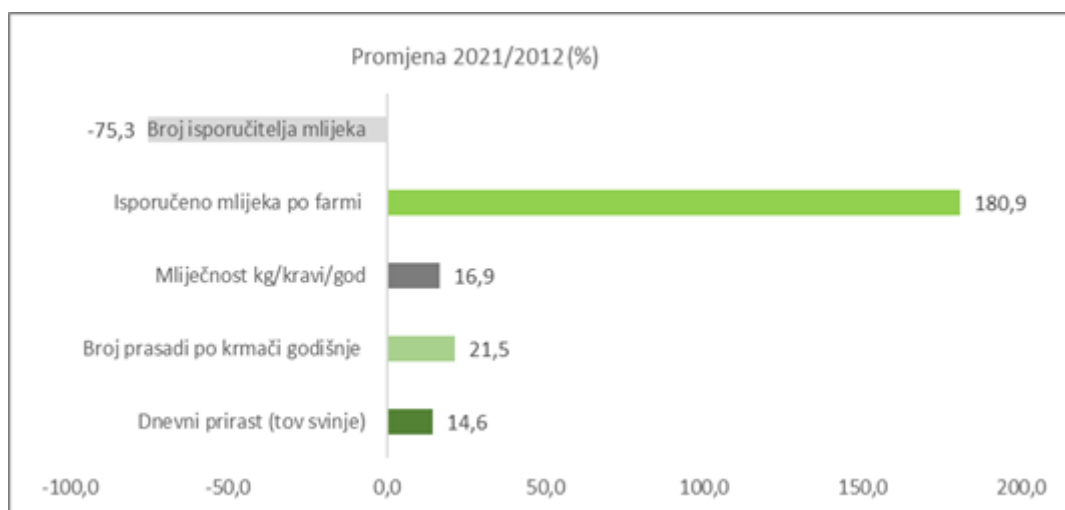


Grafikon 8.1. Trend kretanja broja stoke u RH (u 1 000) za razdoblje 2002.-2021. (Izvor: DZS, 2002. – 2021.)



Grafikon 8.2. Promjena brojnog stanja stoke i peradi (%) u RH: 2021/2004 (Izvor: DZS 2004. - 2021.)

Osim smanjenja ukupnog broja pojedinih vrsta stoke u promatranom razdoblju dolazi i do značajne promijene strukture populacije s obzirom na udio pojedinih kategorija. Smanjuje se udio krava, prvenstveno mliječnih, a raste udio ostalih kategorija goveda (junad, krave u proizvodnji mesa). Slično se događa i u sektoru svinjogojstva gdje se smanjuje broj rasplodnih krmača, a udio prasadi za tov i tovljenika raste. U isto vrijeme rastu proizvodni pokazatelji (proizvodnja mlijeka po kravi, broj proizvedene prasadi po krmači godišnje, dnevni prirasti u tovnih kategorija stoke) što je jasan pokazatelj intenzifikacije proizvodnje (grafikon 8.3). Navedeno znači i veće hranidbene potrebe takovih životinja ali i veće izlučivanje N i ostalih hranjiva ekskrementima.



Grafikon 8.3. Indeks nekih proizvodnih pokazatelja u stočarstvu (2021/2012).

Ukupno smanjenje broja stoke, a posebice broja rasplodnih životinja (mliječne krave, rasplodne krmače) koje izlučuju najveće količine N i ostalih hranjiva ekskrementima rezultira

potencijalno manjim pritiskom na vode iz stočarstva. S druge pak strane držanje životinja veće razine proizvodnje na malom broju velikih farmi rezultira lokalno izlučivanjem većih količina N u stajskom gnoju i potencijalno većim pritiskom na vode okolnog područja.

S obzirom da podaci DZS prikazuju stanje o broju stoke i peradi na području čitave RH i/ili većih ustrojbenih jedinica (županije) ne daju nam dovoljno precizan uvid u prostorni raspored broja pojedinih vrsta stoke i peradi na nekom području kao preduvjeta za procjenu pritisaka na vode tog područja.

Za potrebe ove studije, podaci o broju pojedinih vrsta i kategorija stoke prikupljeni su na razini farme što nam omogućuje uvid u prostorni raspored stoke i na razini općine odnosno pojedinih naselja. U tu svrhu broj stoke preuzet je iz jedinstvenog registra domaćih životinja (JRDŽ). Brojno stanje izraženo je kao ukupan broj životinja svih kategorija po vrstama. Podaci za goveda, kopitare, ovce i koze ažuriraju se na dnevnoj bazi temeljem podataka o označavanju životinja i prijavljenih prometa što nam omogućuje točno praćenje brojnog stanja kroz godinu. Brojno stanje svinja i peradi temeljeno je na podacima iz *Godišnje dojave* brojnog stanja svinja odnosno peradi koju posjednici dostavljaju u JRDŽ. Za farme za koje ne postoje podaci iz *Godišnje dojave* brojnog stanja svinja odnosno peradi, korišteni su podaci iz zadnjeg dostupnog *Veterinarskog pregleda* gospodarstva (VPG). Tu uglavnom ulaze manje farme peradi i svinja koje drže životinje za vlastite potrebe ili samo određeni dio godine. Zbog njihove brojnosti one u određenoj mjeri doprinose ukupnom broju svinja odnosno peradi. Navedeno, kao i vjerojatnost da je određenom broju farmi koje su u periodu od zadnjeg VPG prestale s držanjem stoke dodijeljen određeni broj stoke, objašnjava odstupanja u brojnom stanju svinja i peradi u ovoj studiji u odnosu na podatke DZS-a.

Nadalje, metodologija prikupljanja podataka DZS o broju te vrsti i kategorijama stoke se temelji se na podacima iz izvještaja o broju stoke koje daju poslovni subjekti ili njihovi dijelovi koji prema nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti iz 2007. spadaju u područje A: Poljoprivreda, šumarstvo i ribarstvo te na podacima prikupljenim anketom na uzorku od 7 000 obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava. Budući da je u RH više od 120 000 gospodarstava na kojima se drži stoka (Romić i sur., 2014; Ondrašek i sur., 2019) od čega je 4/5 malih s manje od 5 UG, za točnost procjene važan je odabir gospodarstava koja će biti obuhvaćena anketom (reprezentativnost uzorka) kao i njihov broj. Iako mala gospodarstva u prosjeku drže mali broj životinja, svojom velikom brojnošću mogu u značajnoj mjeri doprinijeti ukupnom broju pojedinih vrsta životinja na nekom području.

Da bi se dobio bolji uvid u doprinos pojedine vrste i kategorije stoke ukupnoj stočarskoj aktivnosti, njihov broj se može izraziti kao „*uvjetno grlo*“ (UG) što predstavlja usporediva vrijednost različitih vrsta i kategorija životinja temeljena na nekom od kriterija kao što su masa (500 kg) ili nutritivne potrebe životinja.

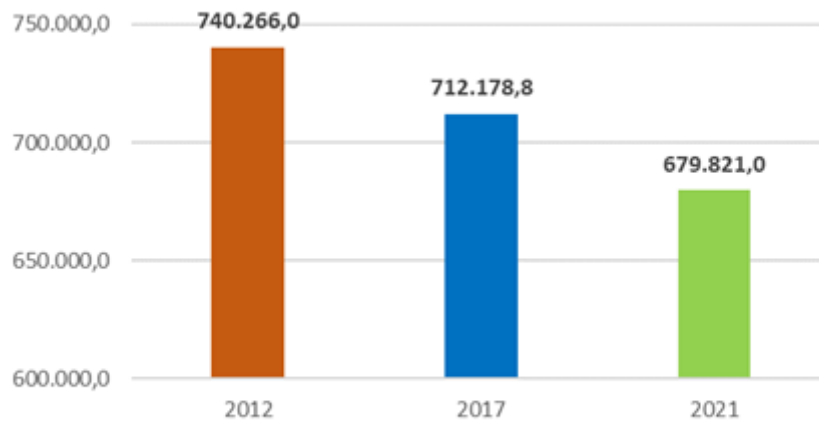
Podaci o brojnom stanju stoke i peradi prikupljeni u ovoj studiji prikazani su u tablici 8.4. Vrijednosti su izražene kao broj uvjetnih grla (UG₅₀₀) po vrstama životinja za svaku pojedinu županiju te ukupno za RH.

Tablica 8.4. Brojnost pojedinih vrsta stoke i peradi u RH u 2021. godini izraženo kao uvjetno grlo (UG₅₀₀)

Županija	Goveda	Kopitari	Ovce i koze	Svinje*	Perad*	Ukupno
BJELOVARSKO-BILOGORSKA	45 297	1 859	6 412	11 569	2 529	67 666
BRODSKO-POSAVSKA	13 496	2 108	1 865	17 008	4 313	38 790
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	1 894	270	887	23	39	3 113
GRAD ZAGREB	1 852	811	237	1 149	235	4 284
ISTARSKA	6 918	1 706	1 999	1 025	3 746	15 393
KARLOVAČKA	12 058	1 354	3 321	3 337	399	20 469
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	41 547	926	1 429	14 239	1 640	59 781
KRAPINSKO-ZAGORSKA	6 663	812	735	5 327	3 134	16 670
LIČKO-SENJSKA	18 760	2 575	7 991	477	93	29 895
MEĐIMURSKA	6 332	400	411	6 347	5 730	19 220
OSJEČKO-BARANJSKA	63 471	2 106	4 196	48 092	2 277	120 142
POŽEŠKO-SLAVONSKA	7 651	698	2 272	5 265	400	16 285
PRIMORSKO-GORANSKA	1 705	2 293	3 779	95	162	8 035
SISAČKO-MOSLAVAČKA	25 765	7 370	4 694	8 360	694	46 882
SPLITSKO-DALMATINSKA	8 709	1 043	5 270	1 171	2 401	18 593
ŠIBENSKO-KNINSKA	8 086	541	6 305	419	77	15 427
VARAŽDINSKA	5 268	685	894	7 956	9 610	24 412
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	15 530	660	2 518	5 814	920	25 442
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	19 829	1 181	2 166	29 216	860	53 251
ZADARSKA	8 620	784	11 640	580	404	22 027
ZAGREBAČKA	28 658	3 125	3 233	15 094	3 933	54 042
R. HRVATSKA	348 109	33 306	72 250	182 559	43 597	679 821

* - Temeljem podataka iz Godišnje dojave, a za gospodarstva koja nisu izvršila godišnju dojavu temeljem podataka iz posljednjeg dostupnog Veterinarskog pregleda gospodarstva (VPG) UG₅₀₀ – uvjetno grlo, usporediva vrijednost životinja svedena na masu od 500 kg.

Prema prikupljenim podacima u 2021. godini u RH je bilo ukupno 679 821 UG različitih vrsta domaćih životinja što je oko 32 358 UG manje u odnosu na 2017. godinu odnosno čak 60 445 UG manje u odnosu na 2012. (grafikon 8.4.). Pri tome najveći doprinos smanjenju ukupnog broja UG ima smanjenje broja goveda kojih je u 2021. godini bilo čak 110 116,2 UG manje u odnosu na 2012. godinu dok se broj UG ostalih vrsta nije značajno promijenjen ili je nešto veći (grafikon 8.5).

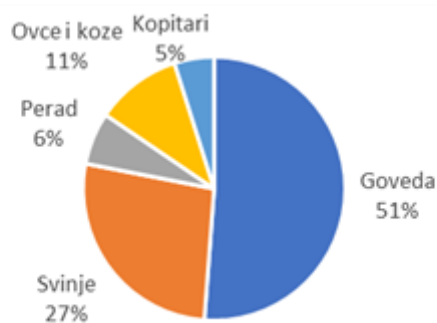


Grafikon 8.4. Broj UG₅₀₀ stoke i peradi u RH u 2012., 2017. i 2021. godini



Grafikon 8.5. Broj UG₅₀₀ stoke i peradi u RH po vrstama u 2012., 2017. i 2021. godini

Nadalje, analiza zastupljenosti pojedinih vrsta u ukupnom broju UG (grafikon 8.6) pokazuje da goveda zauzimaju najveći udio (51 %), zatim slijede svinje (27 %), ovce i koze (11 %) te perad (6 %) dok je udio kopitara najmanji (5 %). U usporedbi s podacima za 2012. prisutno je značajno smanjenje udjela goveda (10,7 %) dok se povećao udio svinja (4,9 %), peradi (2,7 %), kopitara (2 %) te ovaca i koza (1,1 %).



Grafikon 8.6. Udio pojedinih vrsta u ukupnom broju domaćih životinja (UG500) u 2021. godini u Republici Hrvatskoj

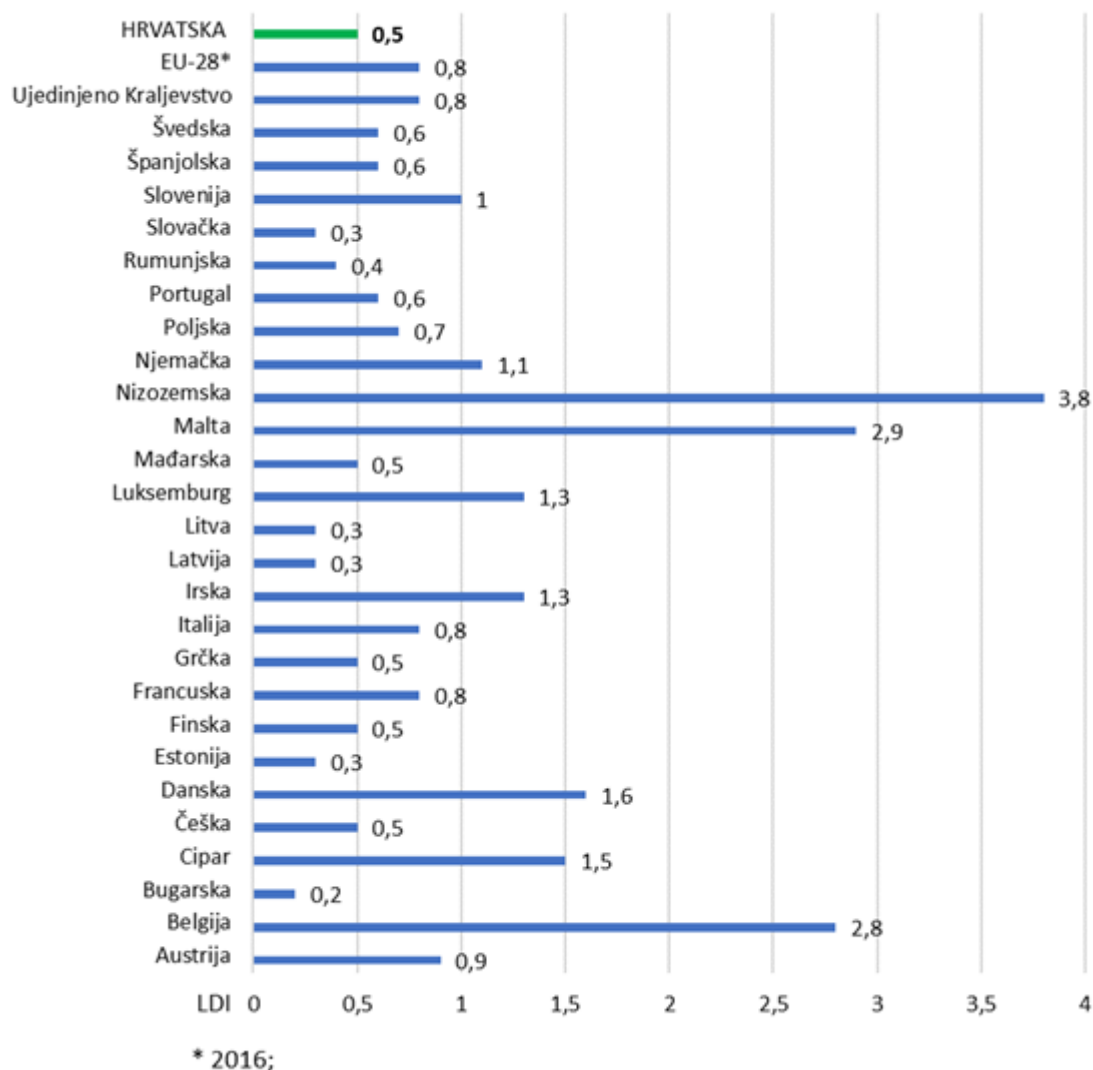
Analizirajući podatke o broju pojedinih vrsta domaćih životinja po županijama možemo uočiti da se glavnina stočarske proizvodnje odvija u kontinentalnom dijelu RH. Županija s daleko najvećim brojem stoke je Osječko-baranjska (120 142 UG) te je ujedno i županija u kojoj je značajno povećan broj životinja u zadnjih 10-ak godina. Županije koje slijede po broju UG su Bjelovarsko-bilogorska (67 666), Koprivničko-križevačka (59 781), Zagrebačka (54 042), Vukovarsko-srijemska (53 251) te Sisačko-moslavačka (46 882) što su ujedno i županije u kojima je došlo do smanjenja broja UG u odnosu na 2017. U navedenim županijama nalazi se 59 % ukupnog broja UG u RH, a s obzirom na vrstu stoke u njima se nalazi 65 % ukupnog broja UG goveda i 35 % ukupnog broja svinja u RH. Do najvećeg smanjenja broja stoke došlo je u Koprivničko-križevačkoj županiji (18 %) i Bjelovarsko-bilogorskoj županiji (15 %) i to kao posljedica značajnog smanjenja broja goveda.

Perad koja čini oko 6% od ukupnog broja životinja izraženo u UG, najvećim dijelom se uzgaja u sjeverozapadnom dijelu RH. U Varaždinskoj i Međimurskoj županiji uzgaja se oko 35 % ukupnog broja peradi. Ovce i koze se tradicionalno uzgajaju u priobalnom i brdsko planinskom području RH (više od 60 % ukupnog broja u RH). Budući da se njihov broj tek neznatno mijenjao u zadnjem petogodišnjem razdoblju (blagi rast), dominantno područje njihova uzgoja ostaju priobalne županije.

Kopitari kao skupina s najmanjim udjelom u ukupnom broju domaćih životinja uzgajaju se na području cijele Hrvatske. Najviše kopitara se uzgaja u Sisačko-moslavačkoj i Zagrebačkoj županiji (32 %) gdje prevladava tradicionalan način držanja na pašnjacima te uzgoj konja za sport i rekreaciju.

Kao pokazatelj razvijenosti stočarske proizvodnje na nekom području, a posebice u kontekstu njezina potencijalnog utjecaja na prekomjerno iznošenje N na poljoprivredne površine koristi se odnos broja uvjetnih grla i korištenog poljoprivrednog zemljišta. Prema podacima Eurostata prosječno na razini EU28 nalazi se 0,8 UG/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta. Pri čemu stočarski razvijene zemlje Europske unije imaju više od 1 UG/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta (Nizozemska 3,8; Belgija 2,8; Danska 1,6; Irska i Luksemburg 1,3; Njemačka 1,1). Pri tome treba navesti da se ovdje korištena metodologija za izračun broja UG temeljeni na nutritivnim potrebama pojedinih kategorija životinja za što su donijeti koeficijenti (EC

1200/2009) u skladu s uredbom europskog parlamenta EC 1166/2008. Navedeni sustav izračuna UG (u daljnjem tekstu UG_{EC}) nešto veću vrijednost pridaje svinjama i peradi što objašnjava njihov veći doprinos u ukupnom broju UG u odnosu na sustav temeljen na masi od 500 kg kao usporedivom kriteriju. Primjenjujući navedene koeficijente za izračun UG u RH je u 2021. godini bilo 835 343 UG_{EC} stoke i peradi ili svega 0,5 UG_{EC}/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta. Navedeno Hrvatsku svrstava među stočarski slabo razvijene zemlje EU (Mađarska, Češka, Grčka, Finska, Estonije, Litve, Latvije, Rumunjske, Bugarske i Slovačke; grafikon 8.7).



Grafikon 8.7. Broj domaćih životinja u odnosu na korišteno poljoprivredno zemljište u RH (2021.) i zemljama EU (2016) izraženo kao UG_{EC}/ha (Izvor: Eurostat, 2016)

Županije s najvećim brojem UG_{EC}/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta u RH su Koprivničko-križevačka (0,8), Bjelovarsko-bilogorska (0,7), Osječko-baranjska (0,7), Brodsko-posavska (0,7), i Varaždinska (0,7) što je na razini prosjeka zemalja EU28 i nešto manje (tablica 8.5). Osječko-baranjska županija kao županija s pojedinačno najvećim brojem stoke ima i značajne poljoprivredne površine pa prosječan broj UG/ha korištenog zemljišta iznosi 0,7 što iznad

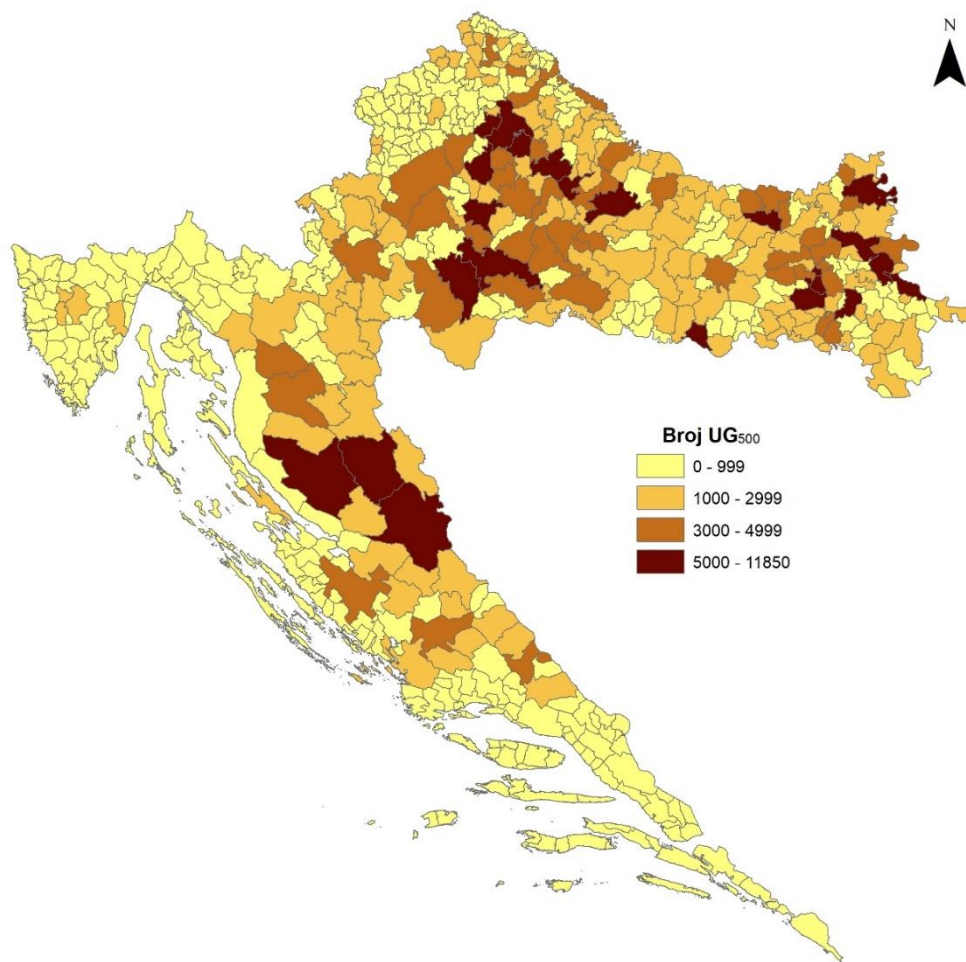
prosjeaka za RH ali ispod prosjeaka zemalja EU. U ovoj županiji se nalaze pojedinačno najveće farme te ujedno najviše velikih farmi na razini države čime prosječnom veličinom farmi (12,5 UG/farmi) značajno odstupa od hrvatskog prosjeaka (6,4 UG/farmi).

Nasuprot tome, sve priobalne županije te neke kontinentalne (Virovitičko-podravska, Grad Zagreb, Požeško-slavonska) imaju 0,3 ili manje UG_{EC}/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta i spadaju u županije s slabijim intenzitetom stočarske proizvodnje. Dok u kontinentalnom dijelu dominiraju goveda, svinje i perad, u priobalnom dominiraju ovce i koze, a rjeđe goveda što potvrđuje da su to područja orijentirana prema ekstenzivnoj proizvodnji pretežno na pašnjacima s niskom razinom proizvodnosti.

Tablica 8.5. Broj UG_{EC} u odnosu na raspoloživo poljoprivredno zemljište

Županija	Prosječna veličina farme (UG)	Broj UG/ha korištenog zemljišta	Broj UG/ha obradivog zemljišta
BJELOVARSKO-BILOGORSKA	8,5	0,7	0,8
BRODSKO-POSAVSKA	6,7	0,7	0,7
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	7,1	0,2	0,7
GRAD ZAGREB	3,1	0,3	0,4
ISTARSKA	5,5	0,3	0,4
KARLOVAČKA	3,9	0,4	0,5
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	8,7	0,8	0,9
KRAPINSKO-ZAGORSKA	1,7	0,6	0,8
LIČKO-SENJSKA	9,2	0,3	1,1
MEĐIMURSKA	6,0	0,5	0,6
OSJEČKO-BARANJSKA	12,5	0,7	0,7
POŽEŠKO-SLAVONSKA	4,7	0,3	0,4
PRIMORSKO-GORANSKA	5,9	0,3	1,9
SISAČKO-MOSLAVAČKA	6,0	0,4	0,6
SPLITSKO-DALMATINSKA	5,9	0,3	0,8
ŠIBENSKO-KNINSKA	8,1	0,3	1,3
VARAŽDINSKA	3,5	0,7	0,8
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	5,0	0,3	0,3
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	6,6	0,5	0,6
ZADARSKA	8,6	0,3	0,9
ZAGREBAČKA	5,5	0,6	0,7
HRVATSKA	6,4	0,5	0,7

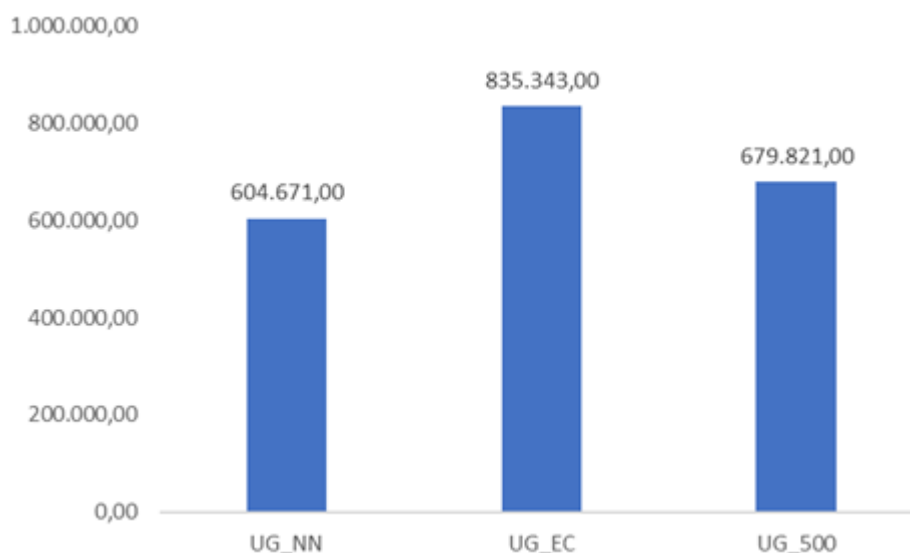
Općine s najvećim brojem UG su općine u kojima su smještene velike farme ili kompleks farmi u sklopu velikih proizvodnih sustava ili teritorijalno pokrivaju veliko područje koje je u velikoj mjeri prekriveno ekstenzivnim poljoprivrednim površinama (livade i pašnjaci).



Slika 8.1. Broj UG₅₀₀ po općinama u Republici Hrvatskoj (2021.)

Usporedni prikaz broja stoke izražen brojem UG prema različitim metodama izračuna

Akcijskim programom propisani koeficijenti za izračun UG (u daljnjem tekstu UG_{NN}), a koji se koriste za procjenu godišnje proizvodnje N koja se dobije godišnjim uzgojem pojedinih vrsta životinja. Navedeni koeficijenti se razlikuju od koeficijenata danih u EC 1200/2009 kao i onih koji se temelje na masi od 500 kg kao usporedivoj jedinici kao što je prikazano u tablici 8.1. Primjenjujući navedene koeficijente u 2021. godini u RH je bilo ukupno 604 671 UG (grafikon 8.8).

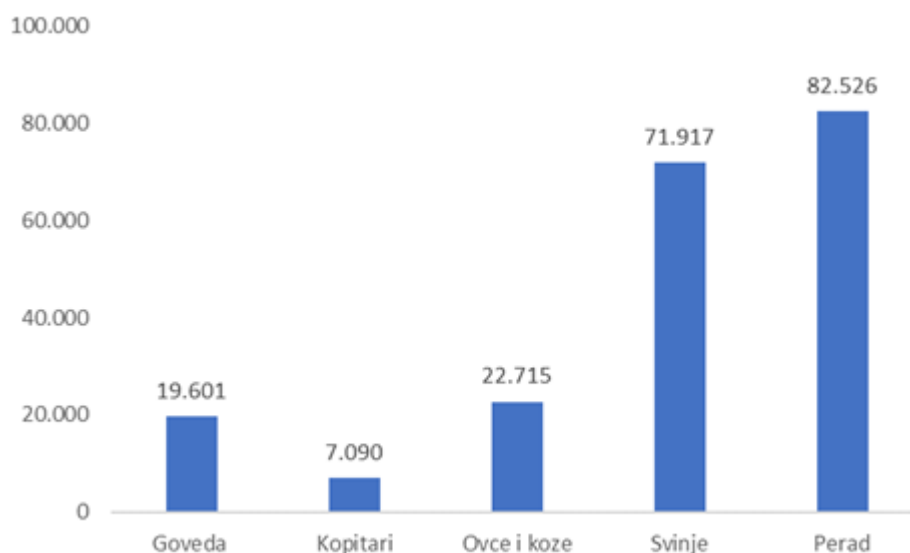


UG_{NN} – prema „Pravilniku o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva“ (NN 73/2021);
 UG_{EC} - prema EC 1200/2009;
 UG₅₀₀ – usporediva vrijednost svedena na masu od 500 kg

Grafikon 8.8. Broj UG u 2021. godini u Republici Hrvatskoj prema različitim metodama izračuna

8.3.2. Broj i prostorni raspored farmi

Sukladno metodologiji prikupljanja podataka, ovom studijom je obuhvaćeno 106 564 farmi na kojima je u 2021. godini utvrđeno $\geq 0,01$ UG životinja (grafikon 8.8). Njih čak 31 412 na kojima je evidentirano manje 0,1 UG što je ekvivalent 25 kokoši nesilica ili 40 tovni pilića odnosno manje od jedne svinje u tovu je isključeno iz daljnje analize. Uglavnom se radi ovdje o nekomercijalnim gospodarstvima koja drže svega nekoliko životinja uglavnom za vlastite potrebe, najčešće nekoliko peradi ili svinja i čije držanje je uglavnom vezano uz okućnicu (najčešće dvorište). S obzirom na navedeno one nemaju praktičnu važnost kao potencijalni izvor onečišćenja voda na nekom području.

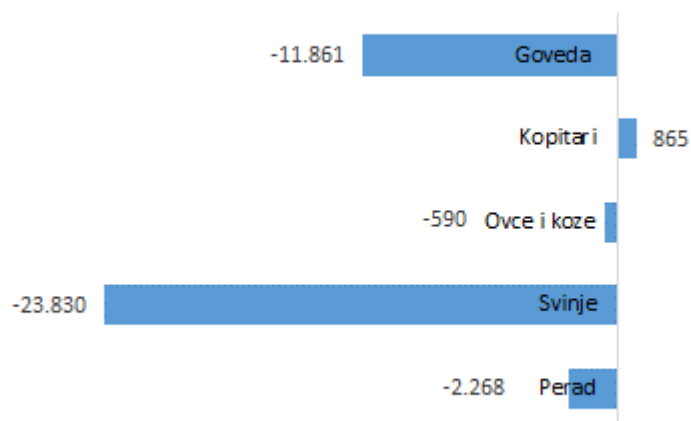


Grafikon 8.9. Broj farmi po vrstama domaćih životinja obuhvaćenih analizom u RH (2021.)

Za farme s više $\geq 0,1$ UG ili izlučivanjem N većim od 10 kg godišnje pretpostavka je da se dio ekskremenata skuplja i kao stajski gnoj iznosi na poljoprivredne površine, najčešće vrtove. Zbog njihove brojnosti i gustoće na nekim područjima one mogu u određenoj mjeri doprinijeti ukupnom iznošenju N na poljoprivredne površine tog područja.

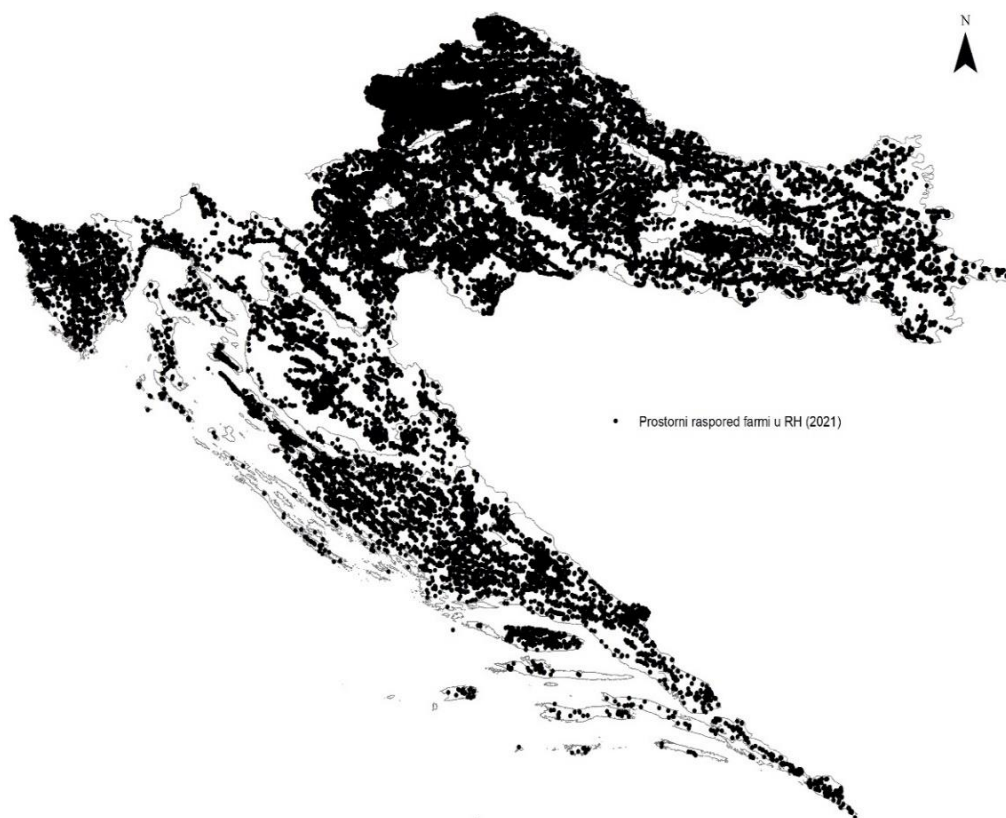
S obzirom na vrstu životinja koje se uzgajaju na farmama, prevladavaju mješovite farme odnosno farme na kojima se uzgaja više od jedne vrste životinja. Perad je prisutna na najvećem broju farmi (77 %), zatim po učestalosti na farmi slijede svinje (67 %) te ovce i koze (21 %) dok su na najmanjem broju farmi prisutni goveda (18 %) i kopitari (7 %).

Promatrajući period 2017.-2021. evidentirano je 11.861 farmi goveda manje što je smanjenje za čak 37,7 %. U istom razdoblju i broj farmi svinja je smanjen za gotovo 24 % ili za njih 23 830 dok je broj farmi na kojima se drži perad te ovce i koze tek neznatno promijenjen (smanjenje za < 3 %). Jedino je broj farmi na kojima se drže kopitari bio povećan za njih 865 ili 13,9 % (grafikon 8.10).



Grafikon 8.10. Promjena broja farmi pojedinih vrsta stoke 2021/2017.

S obzirom na prostorni raspored, najveći broj farmi se nalazi u sjeverozapadnom i središnjem dijelu Republike Hrvatske (slika 8.2).



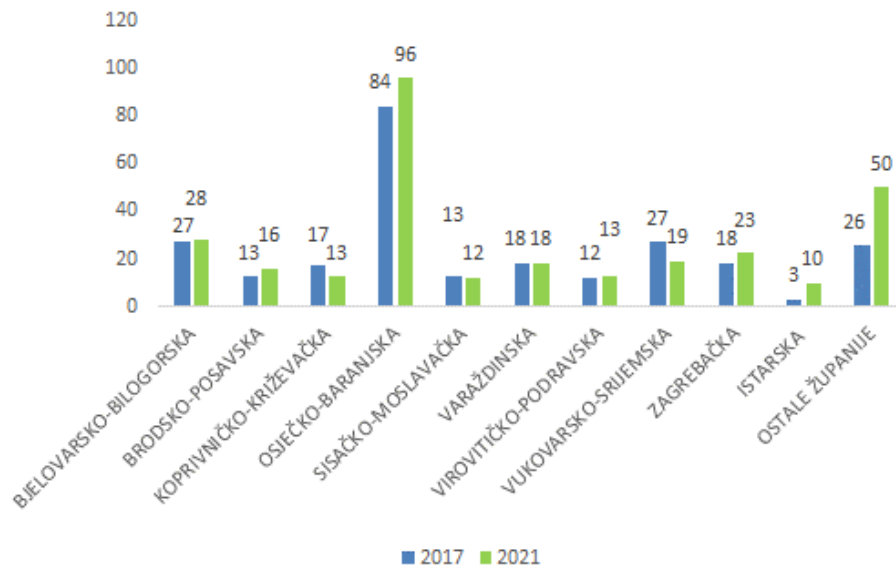
Slika 8.2. Prostorni raspored farmi u Republici Hrvatskoj (podaci za 2021.godinu)

Budući da se najveći broj farmi odnosi na farme peradi i svinja, ovakav raspored se poklapa s gustoćom naseljenosti i tradicijom držanja stoke u tom području kako za vlastite potrebe (držanje na domaćinstvu) tako i za tržište (komercijalne farme).

S obzirom na veličinu (UG/farmi) najveći broj farmi spada u kategoriju vrlo malih farmi s manje od 5 UG ili njih 86 %. Na navedenim farmama se životinje drže uglavnom kako bi se zadovoljile potrebe za animalnim proizvodima u domaćinstvu (mlijeko, meso, jaja) ili za rekreaciju (konji). U pravilu su na tim farmama manje produktivne životinje koje se drže na ekstenzivan način i kao takve izlučuju manje količine N. Nasuprot tome, 298 farmi (0,2 %) je u 2021. godini imalo više od 200 UG. To su uglavnom vezane uz velike proizvodne sustave koje karakterizira industrijski način proizvodnje i uzgoj životinja visokog proizvodnog potencijala na relativno malom prostoru. Navedene životinje izlučuju velike količine N stajskim gnojem koji se privremeno zbrinjava u krugu farme te potom iznosi na poljoprivredne površine. Takve farme trebaju imati osiguran deponij za stajski gnoj građen na način da osigurava prihvata i čuvanje gnoja tijekom najmanje 6 mjeseci bez mogućnosti otjecanja tekućeg dijela u otvorene vode te prekomjerna emisija NH₃.

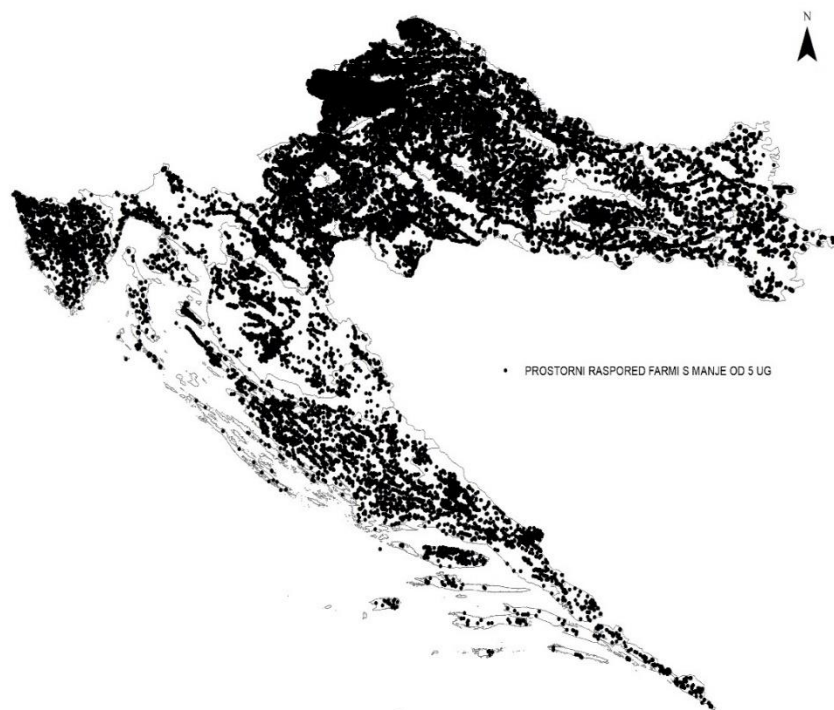
Nadalje, navedene farme kao i one s 50-200 UG se nalazi izvan područja naselja ili na njegovim rubnim dijelovima i najčešće se naslanjaju na okolne obradive poljoprivredne površine. Zbog velikog volumena i visokih troškova prijevoza, stajski gnoj sa takovih farmi najčešće završava na tim poljoprivrednim površinama. Stoga, nerijetko količine stajskog gnoja koje se primjenjuju na tim površinama znatno prelaze one propisane *III Akcijskim programom*. Ako se pri tome još i primjenjuju u razdoblju mirovanja vegetacije ili na način koji ne osigurava njihovu brzu inkorporaciju u tlo i korištenje od strane biljaka, potencijalna opasnost za onečišćenje površinskih i podzemnih voda se znatno povećava.

Glavnina vrlo velikih farmi (>200 UG) se nalazi u istočnom dijelu RH odnosno pojedinačno najviše u Osječko-baranjskoj županiji (njih 96 ili 32 %). To je ujedno i županija u kojoj se najviše povećao broj takovih farmi u odnosu na 2017. godinu. S druge pak strane broj vrlo velikih farmi (>200 UG) na području SZ Hrvatske tek je neznatno povećan (Bjelovarsko-bilogorska, Zagrebačka) ili je ostao nepromijenjen (Varaždinska), a samo na području Koprivničko-križevačke županije zabilježen je njihov manji broj (grafikon 8.11).

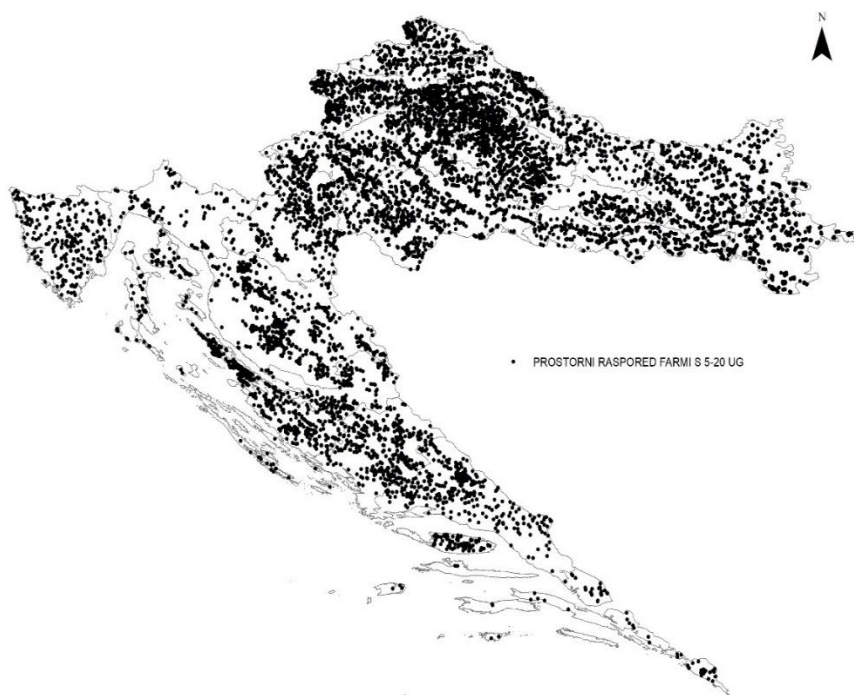


Grafikon 8.11. Broj velikih farmi (>200 UG) po županijama u RH (2021)

Vrlo male (< 5 UG) i male farme (5-20 UG) ravnomjernije su raspoređene na cijelom području RH s nešto većom učestalošću u središnjoj i sjeverozapadnoj Hrvatskoj odnosno područjima s gušćom naseljenosti stanovništva. Sličan trend uočljiv je i za srednje velike farme (20-50 UG).



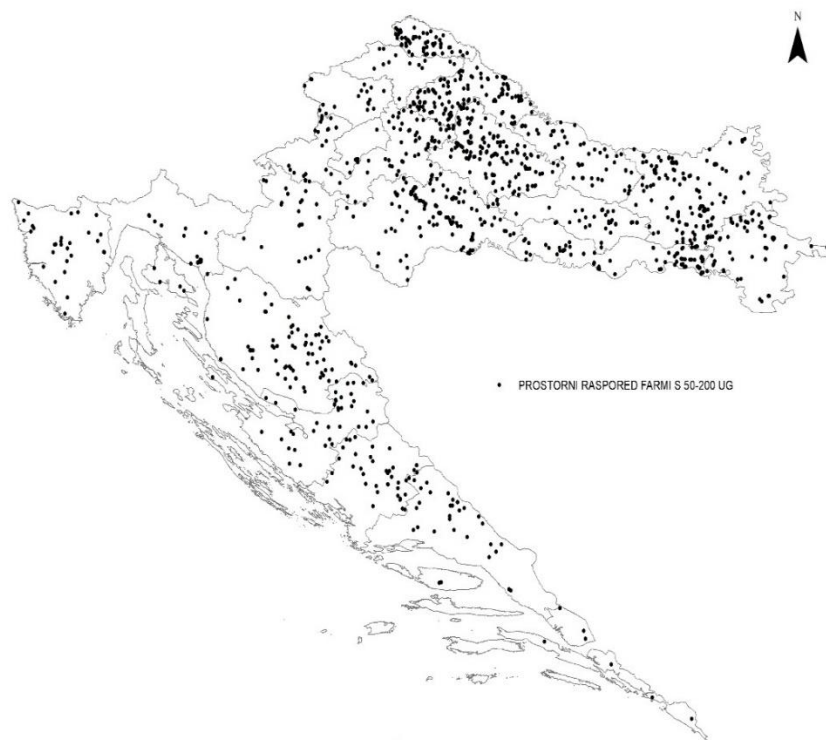
Slika 8.3. Prostorni raspored farmi s manje od 5 UG u Republici Hrvatskoj (podaci za 2021. godinu)



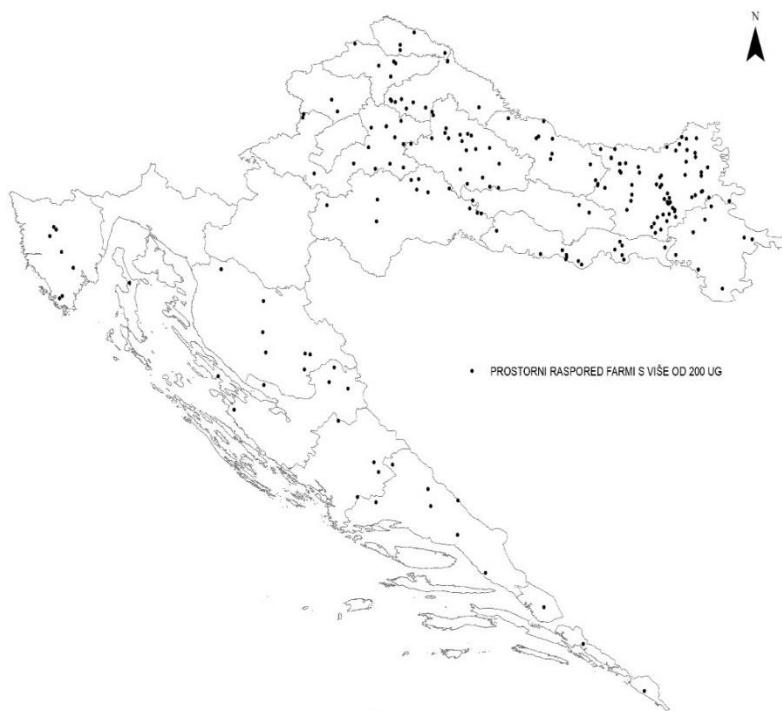
Slika 8.4. Prostorni raspored farmi s 5-20 UG u Republici Hrvatskoj (podaci za 2021. godinu)



Slika 8.5. Prostorni raspored farmi s 20-50 UG u Republici Hrvatskoj (podaci za 2021. godinu)

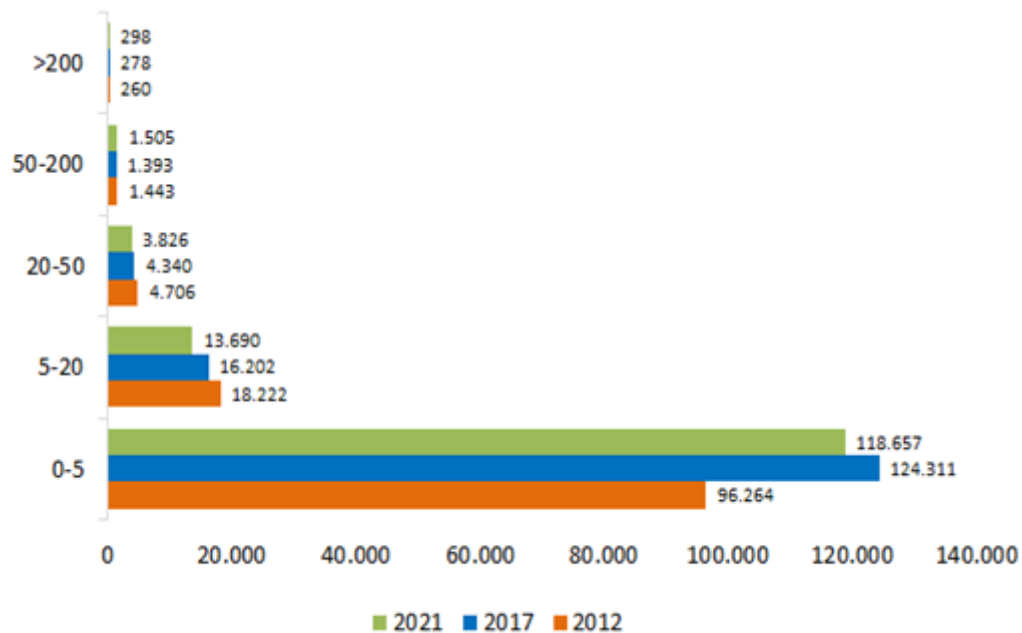


Slika 8.6. Prostorni raspored farmi s 50-200 UG u Republici Hrvatskoj (podaci za 2021. godinu)



Slika 8.7. Prostorni raspored farmi s više od >200 UG u Republici Hrvatskoj (podaci za 2021. godinu)

Analizirajući promjene u strukturi farmi u odnosu na 2017. i napose 2012. godinu, vidljivo je smanjenje broja malih i srednje velikih farmi odnosno farmi manjih od 50 UG, dok broj velikih (50-200) i vrlo velikih (>200 UG) farmi je povećan (grafikon 8.12).



Grafikon 8.12. Struktura farmi u RH s obzirom na broj UG (2012., 2017., 2021.)

S obzirom na vrstu životinja, na vrlo malim farmama (<5 UG) dominiraju perad i svinje, na malim (5-20 UG) i srednje velikim (20-50 UG) farmama svinje i goveda u kontinentalnom dijelu te ovce i koze u priobalnom području RH. Zbog svojeg karaktera male farme vezane su uglavnom uz okućnice odnosno naseljena mjesta u ruralnom području. U kontinentalnom dijelu RH na takovim farmama dominira stajski način držanja životinja pri čemu se stajski gnoj odlaže na gnojišta u neposrednoj blizini farmi pri čemu tekući dio nesmetano odlazi u okoliš.

Nasuprot tome, u priobalnim županijama (Dubrovačko-neretvanska, Splitsko-dalmatinska, Šibensko-kninska, Ličko-senjska i Primorsko-goranska) gdje je većina poljoprivrednog zemljišta niskog intenziteta korištenja te značajan dio zauzimaju krški pašnjaci i livade dominiraju male do srednje velike farme ovaca i koza te manjim dijelom goveda. Općenito je to područje ekstenzivnog stočarstva pri čemu se životinje u većem dijelu godine drže na pašnjacima. Prosječna veličina farmi i u tim županijama ne prelazi 6 UG po farmi što je na razini prosjeka cijele RH (grafikon 8.11).

Velike (50-200 UG) i vrlo velike (>200 UG) farme su uglavnom specijalizirane farme na kojima se drži samo jedna vrsta ili čak samo jedna kategorija životinja, u istočnim dijelovima RH dominiraju svinje i goveda dok u SZ dijelovima RH goveda i perad.

8.3.3. Proizvodnja stajskog gnoja u RH

Količina stajskog gnoja koju proizvodi pojedina vrsta stoke ovisi o količini izlučenih ekskremenata te korištenoj stelji. Pojedinačno najveću količinu ekskremenata izlučuju goveda

(mliječne krave 38-45 kg/UG) i svinje (krmače 42 kg/UG i svinje u tovu 32 kg/UG) te perad (>30 kg UG). Nadalje, životinje s većom proizvodnjom mlijeka odnosno veće dnevne konzumacije hrane (prirasta) izlučuju više ekskremenata. Stelja predstavlja drugi najznačajniji sastojak gnoja napose u sustavima držanja koji se temelje na upotrebi velikih količina stelje. Visoke cijene materijala za steljenje te troškovi manipulacije istom kao i posljedično velikim volumenom krutog stajskog gnoja razlogom su da najveći dio velikih govedarskih farmi te gotovo sve svinjogojske farme prakticiraju sustave držanje s tekućim izgnojavanjem. Nasuprot tome, manje farme s nekoliko goveda ili svinja prakticiraju sustave držanja s upotrebom značajnih količina stelje i kao takve predstavljaju velike proizvođače krutog stajskog gnoja. Vrste stoke koje se drže gotovo isključivo na stelji su kopitari, ovce i koze te perad osim kokoši nesilica u kaveznom sustavu držanja. Sa stajališta potencijalnog pritiska na vode kod farmi s krutim stajskim gnojem najveću opasnost predstavljaju neuređena gnojišta i otjecanje tekućeg dijela gnoja u površinske vode. Navedeno je posebno izraženo kod neuređenih gnojišta često prisutnih na manjim farmama kada za vrijeme obilnih kiša dolazi do ispiranja i otjecanja tekućeg dijela u okolinu.

Tekući gnoj svojstven za velike proizvodne sustave potencijalno je opasniji za podzemne vode zbog rizika od učestale primjene velikih količina na poljoprivrednim površinama u neposrednoj okolini farme ili izravnog ispuštanja u otvorene kanale. Na volumen tekućeg gnoja pored količine izlučenih ekskremenata utječe i količina vode iz tehnološkog procesa na farmi (pranje, hlađenje) kao i ona koju proliju životinje (pojilice). Navedeno može biti napose izraženo u ljetnim mjesecima, posebice na farmama svinja. Nerijetko, zbog velikog volumena i visokih troškova transporta tekućeg stajskog gnoja, poljoprivredne površine u neposrednoj blizini farme se gnoje češće i većim količinama od dozvoljenih. Stoga u okolini velikih farmi može se očekivati veći pritisak na podzemne vode u odnosu na područja gdje je veći broj manjih farmi raspršen na većem prostoru.

Temeljem podataka o broju pojedinih vrsta i kategorija stoke na farmama procjenjuje se da je u 2021. godini bilo proizvedeno 9 019 299 tona stajskog gnoja (tablica 8.6) što je za 201 571 tona manje u odnosu na 2017. godinu. Navedeno smanjenje je prvenstveno posljedica smanjenja ukupne stočarske aktivnosti odnosno smanjenja broja goveda kao vrste koja najviše doprinosi ukupnoj proizvodnji stajskog gnoja.

Tablica 8.6. Procijenjena proizvodnja stajskog gnoja u Republici Hrvatskoj u 2021. (t/god)

Županija	Stajski gnoj *		Ukupno	Tona (god/farmi)
	kruti	tekući		
BJELOVARSKO-BILOGORSKA	515134	457 139	972 273	94,3
BRODSKO-POSAVSKA	195 517	261 384	456 901	58,2
DUBROVAČKO- NERETVANSKA	29 592	16 069	45 661	96,7
GRAD ZAGREB	31 258	21 810	53 068	28,7
ISTARSKA	124 515	58 344	182 859	56,2
KARLOVAČKA	183 851	111 306	295 157	44,0
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	449 819	414 893	864 712	99,6
KRAPINSKO-ZAGORSKA	120 023	85 721	205 745	14,9
LIČKO-SENJSKA	307 787	134 199	441 986	110,5
MEĐIMURSKA	107 231	103 806	211 037	50,0
OSJEČKO-BARANJSKA	681 747	920 225	1 601 971	143,6
POŽEŠKO-SLAVONSKA	106.118	111 399	217 516	44,4
PRIMORSKO-GORANSKA	79 071	11 924	90 995	56,8
SISAČKO-MOSLAVAČKA	389 273	278 924	668 197	64,0
SPLITSKO-DALMATINSKA	165 384	75 563	240 948	68,7
ŠIBENSKO-KNINSKA	152 571	67 234	219 805	110,5
VARAŽDINSKA	120 191	111 052	231 243	24,8
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	195 640	153 827	349 467	49,1
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	231 770	445 215	676 984	63,9
ZADARSKA	213 694	76 170	289 865	90,8
ZAGREBAČKA	401 685	301 223	702 908	54,3
HRVATSKA	4 801 872	4 217 427	9 019 299	65,4
UKUPNO				

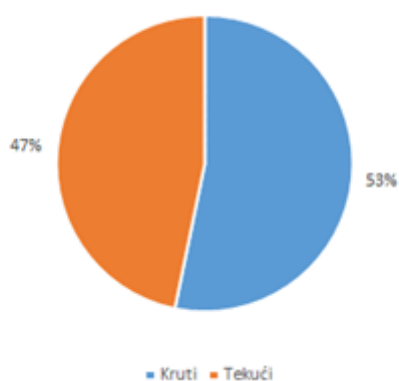
* - procijenjeno s obzirom na broj, vrstu i kategoriju životinja te način izgnojavanja

Budući da goveda i svinje čine gotovo 80 % svih životinja u RH, najveća količina proizvedenog stajskog gnoja potječe od ove dvije vrste. Tako goveđi gnoj čini oko 65 % ukupno proizvedenog gnoja u RH, slijedi svinjski gnoj (22 %), ovčji i kozji (8 %) te gnoj kopitara (3 %) i peradi (2 %).



Grafikon 8.13. Udio pojedinih vrsta stajskog gnoja u Republici Hrvatskoj u 2021.

S obzirom na način iznojavavanja, procjena je da se proizvede neznatno više krutog u odnosu na tekući stajski gnoj (grafikon 8.14). U područjima gdje dominiraju velike i vrlo velike farme odnosno velike farme svinja značajno se proizvodi više tekućeg u odnosu na krutim stajski gnoj. Proizvodnja krutog gnoja vezana je uz manje farme (goveda) te vrste životinja koje se tradicionalno drže na stelji (kopitari, ovce i koze, perad). Gnoj kokoši nesilica iz kaveznog načina držanja tretiran je kao kruti gnoj budući da se u najvećoj mjeri prije odlaganja i iznošenja na poljoprivredne površine prosušuje.



Grafikon 8.14. Omjer proizvedenog tekućeg i krutog stajskog gnoja u Republici Hrvatskoj u 2021.

Procjena je da se godišnje na poljoprivredne površine iznosi oko 5,3 t/ha stajskog gnoja na razini RH (tablica 8.7). Značajno više od prosjeka se iznosi na poljoprivredne površine u županijama s velikim brojem stoke (Koprivničko-križevačka, Bjelovarsko-bilogorska i Osječko-baranjska). Istovremeno, najmanje gnoja (<5 t/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta) iznosi se na poljoprivredne površine u priobalnim županijama. To su ujedno i županije koje imaju manji broj stoke i čije se površine uglavnom koriste napasivanjem. U takovim sustavima držanja stoke gdje stoka boravi na pašnjacima veći dio godine (ovce i koze, goveda) veliki dio

ekskremenata se odlaže izravno na njima. Stajski gnoj koji se proizvede za vrijeme boravka životinja u staji tijekom zimskih mjeseci najčešće se primjenjuje na oraničnim površinama uz okućnice (povrće) ili voćnjacima i vinogradima, a rjeđe na livadama ili pašnjacima. U kontinentalnom dijelu RH kruti stajski gnoj se iznosi na obradive površine koje su u funkciji proizvodnje hrane za životinje (oranice na kojima se proizvodi krmno bilje kao hrana za stoku). S druge pak strane, tekući gnoj sa govedarskih farmi se jednim manjim dijelom primjenjuje u gnojdbi livada i rjeđe pašnjaka.

Tablica 8.7. Proizvedena količina stajskog gnoja u odnosu na poljoprivredno zemljište (2021.)

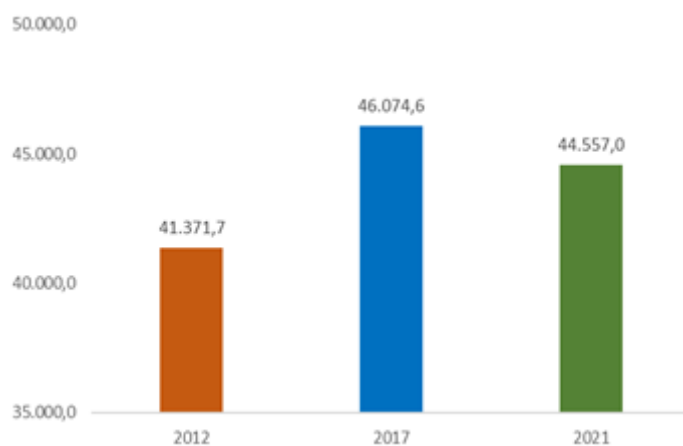
Županija	Stajski gnoj t/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta	Stajski gnoj t/ha obradivog poljoprivrednog zemljišta	Stajski gnoj t/UG
BJELOVARSKO- BILOGORSKA	8,6	10,8	14,4
BRODSKO-POSAVSKA	5,2	5,9	11,8
DUBROVAČKO- NERETVANSKA	2,2	9,4	14,7
GRAD ZAGREB	3,1	4,0	12,4
ISTARSKA	2,9	4,6	11,9
KARLOVAČKA	4,7	6,5	14,4
KOPRIVNIČKO- KRIŽEVAČKA	10,0	11,6	14,5
KRAPINSKO-ZAGORSKA	5,0	6,7	12,3
LIČKO-SENJSKA	5,0	17,2	14,8
MEĐIMURSKA	5,3	6,0	11,0
OSJEČKO-BARANJSKA	6,6	7,0	13,3
POŽEŠKO-SLAVONSKA	3,5	4,4	13,4
PRIMORSKO-GORANSKA	3,2	21,6	11,3
SISAČKO-MOSLAVAČKA	5,6	7,7	14,3
SPLITSKO-DALMATINSKA	3,1	9,1	13,0
ŠIBENSKO-KNINSKA	3,9	18,0	14,2
VARAŽDINSKA	4,5	5,6	9,5
VIROVITIČKO- PODRAVSKA	3,6	3,9	13,7
VUKOVARSKO- SRIJEMSKA	4,7	4,9	12,7
ZADARSKA	3,3	11,9	13,2
ZAGREBAČKA	5,6	6,9	13,0
HRVATSKA	5,3	7,3	13,3

8.3.4. Procjena količine dušika, fosfora i kalija iznesenih stajskim gnojem na poljoprivredne površine

Ovisno o vrsti životinje od koje potječe, količini i vrsti upotrijebljene stelje te obliku u kojem se iznosi na poljoprivredne površine (kruti ili tekući), stajski gnoj sadrži različite količine N, P kao P_2O_5 i K kao K_2O . Ekskrementi životinja predstavljaju najvažniji izvor navedenih tvari u stajskom gnoju dok je u manjem dijelu to stelja. Sadržaj pak N, P_2O_5 i K_2O u ekskrementima ovisi o vrsti i kategoriji životinja, načinu ishrane (vrsta, kvaliteta-probavljivost hrane) te i intenzitetu proizvodnje. Sustav izgnojavanja odnosno sadržaj vode određuje relativni udio navedenih tvari u stajskom gnoju ali i utječe na gubitke N, P_2O_5 i K_2O uslijed ispiranja i otjecanja u površinske vode ili emisijom amonijaka u atmosferu, a time neizravno i na količine istih koje dospjevaju u tlo.

8.3.4.1. Procjena količine dušika koji se stajskim gnojem iznosi na poljoprivredne površine

Primjenjujući metodologiju propisanu „III. Akcijskim programom zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla“ (NN 73/2021), a koja se odnosi na primjenu odgovarajućih koeficijenata za izračun UG i vrijednosti količine dušika koja se dobije godišnjim uzgojem pojedinih vrsta životinja, procjenjuje se da u je u 2021. godini u RH bilo ukupno 604 671 UG različitih vrsta stoke te da je proizvedeno ukupno 44 557 tona N ili prosječno 73,7 kg N/UG (grafikon 8.14). Sukladno smanjenju broja stoke u odnosu na prethodno četverogodišnje razdoblje (2017.) proizvedena količina N u 2021. godini je manja za 1 517,6 tona ili 3,3 %.



Grafikon 8.15. Procjena godišnje količine N (tona) koja se dobije uzgojem domaćih životinja u RH (2012., 2017. i 2021.)

S obzirom na vrstu i kategoriju stoke pojedinačno najveću količinu N izlučuju svinje (krmača s prasadi 100 kg N/UG godišnje) i goveda (mliječne krave >80 kg N/UG godišnje, ovisno o mliječnosti) kako je prikazano u tablici 8.3. U skladu s time, područja na kojima se odvija intenzivna svinjogojska i govedarska proizvodnja (oko velikih farmi) su najviše izložena unosu prekomjerne količine N u tlo putem stajskog gnoja. JLS s najvećim brojem velikih (50 - 200 UG) i vrlo velikih farmi (>200 UG) goveda i svinja te ujedno najvećim količinom proizvedenog N iz

stočarske proizvodnje (>500 t/godišnje) su Sveti Petar Orehovec i grad Križevci u Koprivničko-križevačkoj županiji, općina Trpinja i grad Đakovo u Osječko-baranjskoj županiji te grad Bjelovar u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji.

U priobalnom i brdsko planinskom području gdje dominira ekstenzivno stočarstvo pašnog tipa, najmanja je izloženost tla i voda od iznošenja prekomjernih količina N putem stajskog gnoja. Za navedeni sustav držanja stoke je karakteristično ekstenzivno korištenje pašnjaka (niski intenzitet napasivanja) životinjama manjeg proizvodnog potencijala te iskorištavanje vrsta stoke koje i inače izlučuju ekskrementima manju količinu N (kopitari, ovce i koze). Veći dio godine životinje se drže na pašnjacima pri čemu se i najveći dio gnoja (ekskremenata) odlaže izravno na tlo. Zbog brze apsorpcije urina i tekućih dijelova fecesa nakon defekacije, smanjuje se mogućnost površinskog ispiranja N, a najveći dio N se vrlo brzo iskoristi od strane vegetacije pašnjaka i ne dopire u dublje slojeve tla.

Analizirajući odnos količine N iz gnoja prema korištenom poljoprivrednom zemljištu, RH s 26 kg N/ha korištenog zemljišta spada u skupinu zemalja s malim opterećenjem po jedinici površine. Navedene vrijednosti su nekoliko puta manje od količine N koja se iznosi na poljoprivredne površine u stočarski visokorazvijenim zemljama zapadne Europe (>100 kg N/ha).

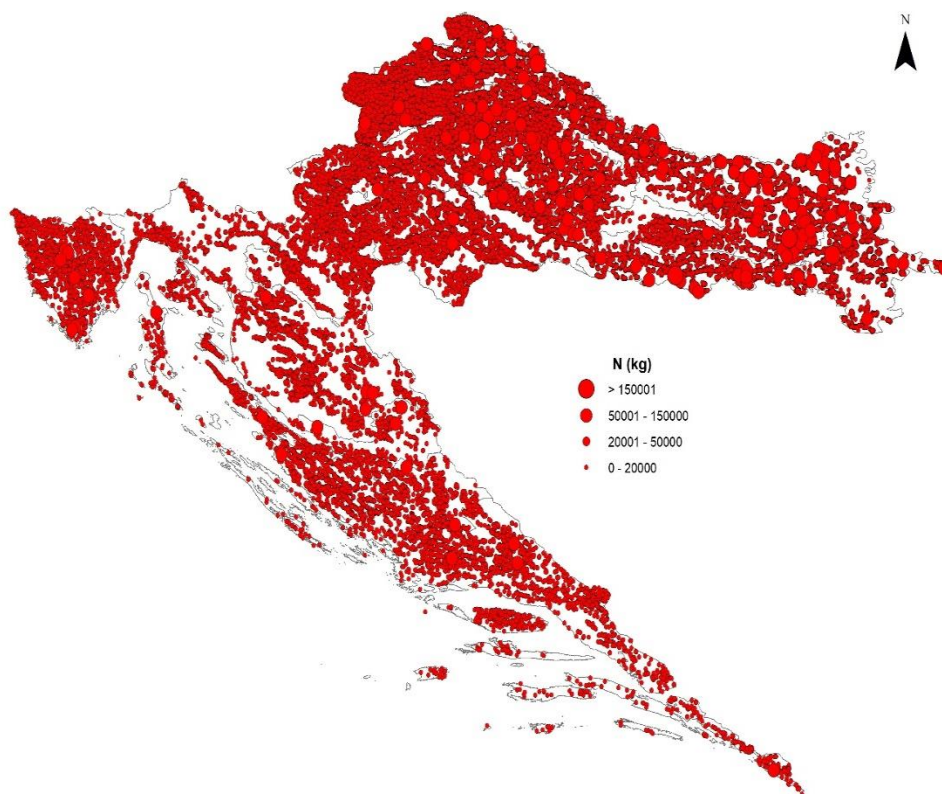
Vodeće županije po proizvodnji N iz stočarske proizvodnje u odnosu na korišteno poljoprivredno zemljište (kg N/ha) u RH su Koprivničko-križevačka županija (41,9), zatim slijede Varaždinska (38,1) i Međimurska (37,8) županija pri čemu su procijenjene vrijednosti niže od maksimalno dozvoljenih koje propisuje *III. Akcijski program* (170 kg N/ha). U sve tri navedene županije prisutan je trend smanjenja količine proizvedenog N/ha korištenog poljoprivrednog u prethodnom četverogodišnjem razdoblju. Pri tome je najveće smanjenje zabilježeno u Koprivničko-križevačkoj županiji (6,5 kg N/ha). Iako se daleko najveća količina N iz stajskog gnoja proizvodi u Osječko-baranjskoj županiji (7 818 t), zbog svoje veličine (vodeća po površini korištenog poljoprivrednog zemljišta) njeno opterećenje N/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta je nešto iznad prosjeka RH (32,1).

Za priobalne županije karakteristično je malo opterećenje N (<15,0 kg N/ha). Pri tome glavina N dolazi iz ovčarske i kozarske proizvodnje te značajan dio istog završava na pašnjačkim površinama i dijelom na nekorištenom zemljištu (krški tereni).

Tablica 8.8. Ukupno proizvedena količina dušika (t/god) u odnosu na način korištenja poljoprivrednog zemljišta

Županija	N (t)	kg N/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta	kg N/ha obradivog poljoprivrednog zemljišta
BJELOVARSKO-BILOGORSKA	4 090	36,2	45,6
BRODSKO-POSAVSKA	2 851	32,6	36,9
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	191	9,4	39,6
GRAD ZAGREB	278	16,0	21,1
ISTARSKA	1 105	17,4	27,6
KARLOVAČKA	1 275	20,4	28,2
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	3 610	41,9	48,5
KRAPINSKO-ZAGORSKA	1 196	29,3	39,1
LIČKO-SENJSKA	1 792	20,4	69,8
MEĐIMURSKA	1 512	37,8	42,9
OSJEČKO-BARANJSKA	7 818	32,1	34,3
POŽEŠKO-SLAVONSKA	1 065	17,3	21,3
PRIMORSKO-GORANSKA	520	18,3	123,3
SISAČKO-MOSLAVAČKA	2 891	24,4	33,2
SPLITSKO-DALMATINSKA	1 250	16,0	47,1
ŠIBENSKO-KNINSKA	967	17,4	79,3
VARAŽDINSKA	1 973	38,1	47,4
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	1 569	16,1	17,5
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	3 718	25,8	27,0
ZADARSKA	1 420	16,0	58,1
ZAGREBAČKA	3 467	27,7	34,1
HRVATSKA	44 557	26,0	35,9

N – procijenjeno temeljem koeficijenta za izračun UG i godišnje količine N propisane III. Akcijskim programom zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla (NN 73/2021)



Slika 8.8. Raspodjela dušika (N kg) iz stajskog gnoja u Republici Hrvatskoj (2021)

Rezultate proizvodnje N iz stajskog gnoja na razini JLS (slika 8.9) u odnosu na korišteno poljoprivredno zemljište treba promatrati zasebno za područje kontinentalne Hrvatske u odnosu na priobalno područje.

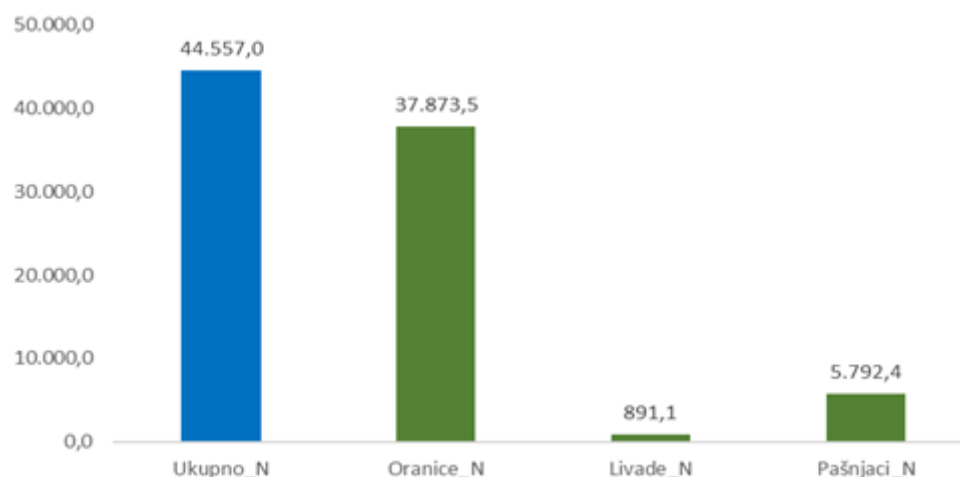
Naime, neke od JLS u priobalnom području unatoč malom broju UG (skromna stočarska aktivnost) i bez značajnije proizvodnje N, zbog male evidentirane površine korištenog poljoprivrednog zemljišta imaju visoke prosječne vrijednosti proizvedenog N/ha (Kostrena). Nadalje, općine u kojima su locirane velike farme, a posjeduju malo poljoprivrednog zemljišta (teritorijalno male općine) treba promatrati u kontekstu šireg poljoprivrednog prostora s obzirom da se veliki dio N iz stajskog gnoja iznosi i na poljoprivredne površine okolnih općina. Ovo je posebno izraženo ukoliko su farme smještene na rubnim dijelovima općina. Kao primjer se može navesti općina Jalžabet u kojoj s obzirom na prisutnost svinjogojskih farmi u sklopu jednog velikog proizvodnog sustava procijenjena proizvodnja N iz stajskog gnoja iznosi 180 kgN/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta, što je iznad vrijednosti propisanih *III Akcijskim programom*.

Stvarne vrijednosti N koje dopijevaju na poljoprivredne površine unutar ove općine mogu biti znatno niže budući da dio N s predmetnih farmi završava i na poljoprivrednom zemljištu u susjednim općinama (Donji Martijanec; Gornji Kneginec i Varaždinske toplice) koje su u pravilu opterećene s <80 kg N/ha (slika 8.9) se čime potencijalni utjecaj navedenog proizvodnog subjekta na vode okolnog područja značajno smanjuje.

Pored navedenog, općine s značajnijom proizvodnjom N/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta su Viškovci (156,5), Ludbreg (139,3), Sveti Petar Orehovec (125,9) i Vinica (124) ali s vrijednostima koje ne prelaze maksimalno dozvoljene vrijednosti primjene propisane III Akcijskim programom (NN 73/2021) od 170 kg N/ha. U općini Viškovci se nalazi nekoliko veliki farmi svinja i goveda, sa po nekoliko tisuća grla različitih dobnih kategorija na svakoj, što unatoč postojanju značajnih poljoprivrednih površina doprinosi značajnoj proizvodnji N iz stajskog gnoja. Općina Sveti Petar Orehovec spada u teritorijalno veće općine, no i u jednu od najrazvijenijih stočarskih općina, u kojoj pored velikih farmi, postoji veliki broj srednje velikih i velikih farmi (20-200 UG), obiteljskog tipa. Vrsta stoke koja dominira u navedenoj općini su goveda.

Općine u kojima se proizvodi više od 100 kg N/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta su još Dubravica (117,9 kg/ha), Oriovac (111,3 kg/ha), Vuka (108 kg/ha) i Beretinec (103,2). To su također male općine koje raspolažu s manje od 2 000 ha korištenog poljoprivrednog zemljišta, a istovremeno imaju značajnu stočarsku proizvodnju, uglavnom peradi (Beretinec, Vuka, Oriovac) ili se na njihovom području nalaze velike farme svinja ili goveda (Dubravica, Vuka, Oriovac).

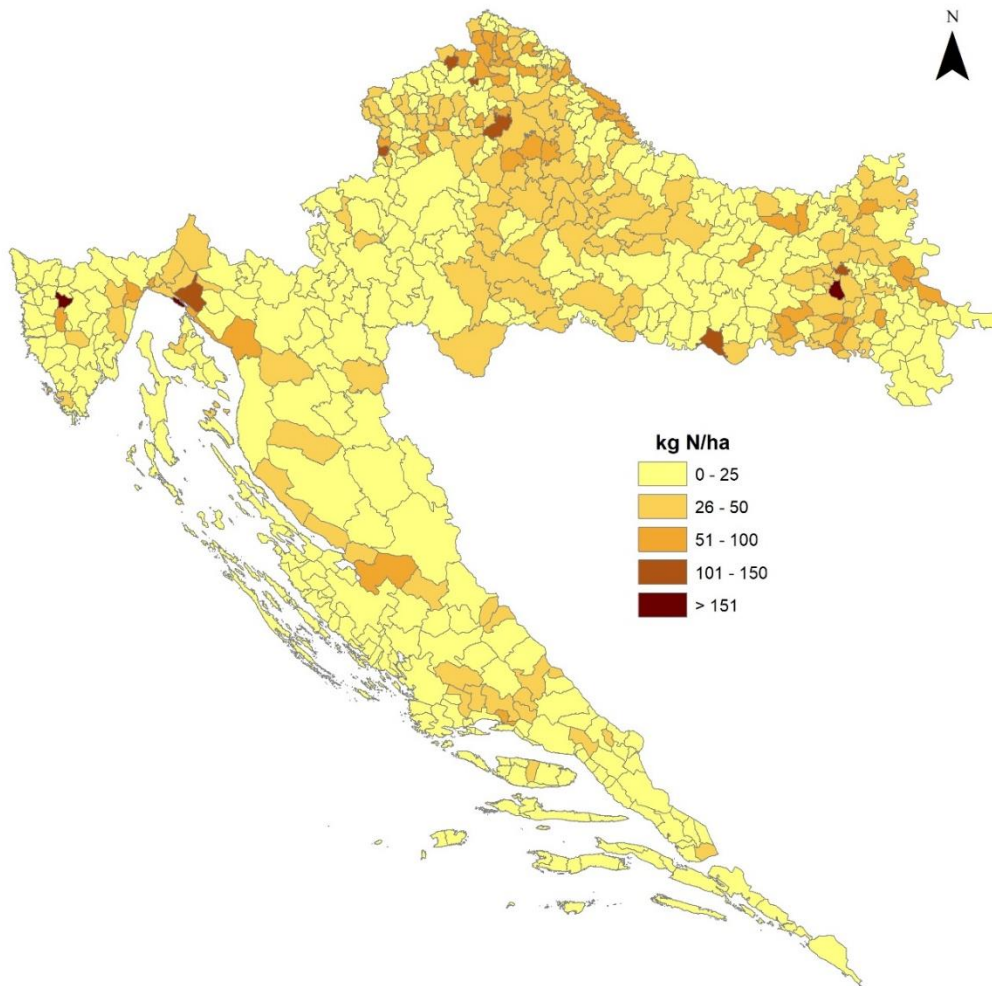
Procjenjuje se da najveće količine N stajskim gnojem iznose na oranične površine (85 %), dok manji dio N završava na pašnjacima (13 %) i livadama (2 %; grafikon 8.16). Razlog ovakve raspodjele proizlazi iz činjenice da se glavina goveda, svinja i peradi kao tri najzastupljenije stočarske vrste drži u zatvorenim objektima i intenzivno iskorištava pri čemu najveći dio proizvedenog gnoja se koristi u gnojidbi poljoprivrednih kultura namijenjenih ishrani stoke (kukuruz, žitarice, krmno bilje na oranicama). S druge pak strane, držanje ovaca i koza te kopitara je u jednom dijelu godine vezano uz pašnjake, čime se značajni dio ekskremenata odlaže izravno na tlo.



Grafikon 8.16. Raspodjela N iz stajskog gnoja na poljoprivredne površine s obzirom na način njihova korištenja u RH (2021.)

Temeljem provedene analize i procijene proizvodnje N iz stajskog gnoja temeljem broja pojedinih vrsta i kategorija stoke na određenom području (JLS) nameće se potreba

preispitivanja postojećih područja ranjivih na nitrata te uloge stočarske proizvodnje u definiranju istih. S obzirom na postojeći trend smanjenja broja stoke, u narednom razdoblju ne treba očekivati porast pritiska N iz stočarske proizvodnje na vode u RH. Potencijalno veći pritisci mogu se eventualno očekivati na pojedinim lokalitetima u kontinentalnom dijelu RH u blizini velikih farmi ili na području njihove guste naseljenosti.



Slika 8.9. Količina N po ha korištenog poljoprivrednog zemljišta po općinama u Republici Hrvatskoj(2021.)

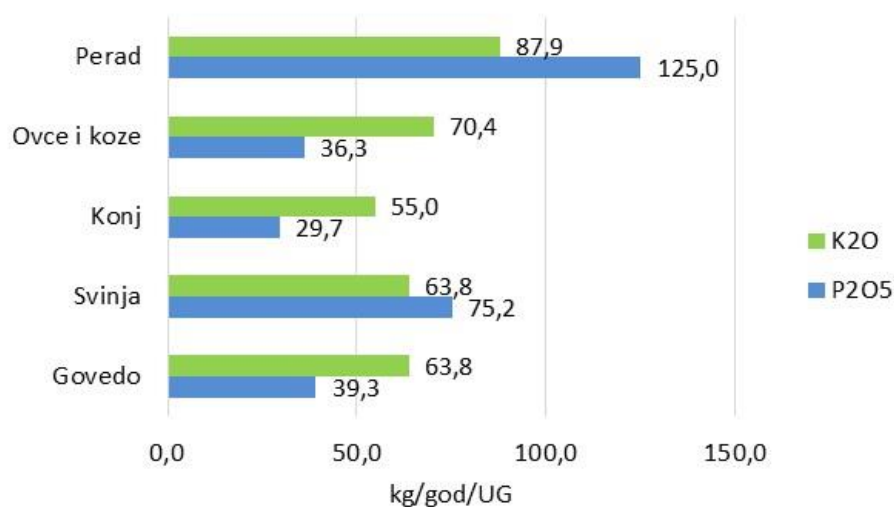
8.3.4.2. Procjena količine fosfora i kalija koji se stajskim gnojem iznosi na poljoprivredne površine

Fosfori spojevi su pored dušičnih važan čimbenik koji doprinosi eutrofikaciji voda. Jedan od načina njegova ulaska u vode je i ispiranje s poljoprivrednih površina uslijed prekomjerne primjene organskih i/ili mineralnih gnojiva. Prekomjerno iznošenje stajskog gnoja na poljoprivredne površine može biti uzrokom njihova pojačanog ispiranja u površinske i podzemne vode. Njihov sadržaj u stajskom gnoju ponajviše ovisi o vrsti životinja od koje potječe te njihovom udjelu i razini apsorpcije iz hrane u probavnom sustavu životinje. Perad i svinje ubrajamo u skupinu životinja (monogastrični organizmi) koje izlučuju fecesom značajne

količine fosfata. Razlog tome je građa njihova probavnog sustava odnosno činjenica da njihovi enzimski sustavi u ne mogu koristiti fosfor iz žitarica (fitinski fosfor) pa se najveći dio toga P izlučuje ekskrementima u okoliš. Za razliku od njih preživači imaju sposobnost iskorištavanja P iz biljaka (fitinski fosfor) uz pomoć mikrobne populacije buraga što rezultira manjom količinom izlučenog P njihovim ekskrementima (goveda, ovce, koze). Dodatkom enzima fitaze u hranu monogastričnih životinja poboljšava se iskorištavanje P i time smanjuje njegovo izlučivanje fecesom. Stoga količina izlučenog P uvelike ovisi i o tehnologiji uzgoja (hranidbi).

Za razliku od P, količina izlučenog K u ekskrementima znatno više ovisi o njegovu sadržaju u hrani za životinje negoli o samoj vrsti životinja. Životinje koje se hrane pretežno voluminoznom obrokom (kalijem bogata voluminozna krma – paša, leguminoze, kukuruzna silaža itd.) fecesom izlučuju značajne količine kalija. Tako količina K izražena kao K_2O koju izlučuju mliječne krave može varirati od 75 do 120 kg K_2O ovisno o načinu ishrane. Izlučivanje K ekskrementima u ostalim vrstama životinja manje je podložno variranju zbog ujednačenijeg načina ishrane i manjeg sadržaja K u hrani.

Stoga, kao i zbog činjenice da preživači bolje iskorištavaju fosfor iz biljaka, gnoj preživača i konja smatra se bogatim izvorom kalija (sadržaj kalija veći od sadržaja fosfora). S druge pak strane monogastrične životinje (perad i svinje) koje hranom unose manje kalija i slabije iskorištavaju fosfor iz hrane, daju gnoj s većim sadržajem fosfora.



Grafikon 8.17. Prosječna godišnja količina P i K (izraženo u kg P₂O₅ i K₂O po UG godišnje) koju domaće životinje izlučuju ekskrementima (modificirano prema ASAE, 2005)

Korištenjem vrijednosti o prosječnoj godišnjoj količini P₂O₅ i K₂O koju izlučuju pojedine kategorije životinja (grafikon 8.17) i temeljem njihova broja u 2021. godini procijenjena je količina izlučenog P₂O₅ i K₂O ekskrementima. Budući da P₂O₅ i K₂O nisu podložni gubicima emisijom tijekom skladištenja i primjene, količina izlučenog P₂O₅ i K₂O ujedno predstavlja i količinu koja dopijeva na poljoprivredno zemljište.

Prema procjeni u 2021. godini je izlučeno ekskrementima i izneseno na poljoprivredne površine 24 936,0 tona P₂O₅ i 39 758,2 tona K₂O.

Relativno visoke vrijednosti procijenjenog K_2O u odnosu na P_2O_5 rezultat su velikog udjela preživača (goveda, ovce i koze) te kopitara u ukupnom broju životinja (2/3 svih životinja izraženo kao UG) kao vrsta koja izlučuju najviše K_2O u ekskrementima. Nadalje, mala procijenjena vrijednost P_2O_5 rezultat je činjenice da veliki broj svinja i peradi potječe iz velikih proizvodnih sustava koje izlučuju značajno manje P_2O_5 u ekskrementima u odnosu na one držane u ekstenzivnim uvjetima kao rezultat upotrebe dodataka u hranu koji poboljšavaju efikasnost iskorištavanja P iz hrane (fitaze).

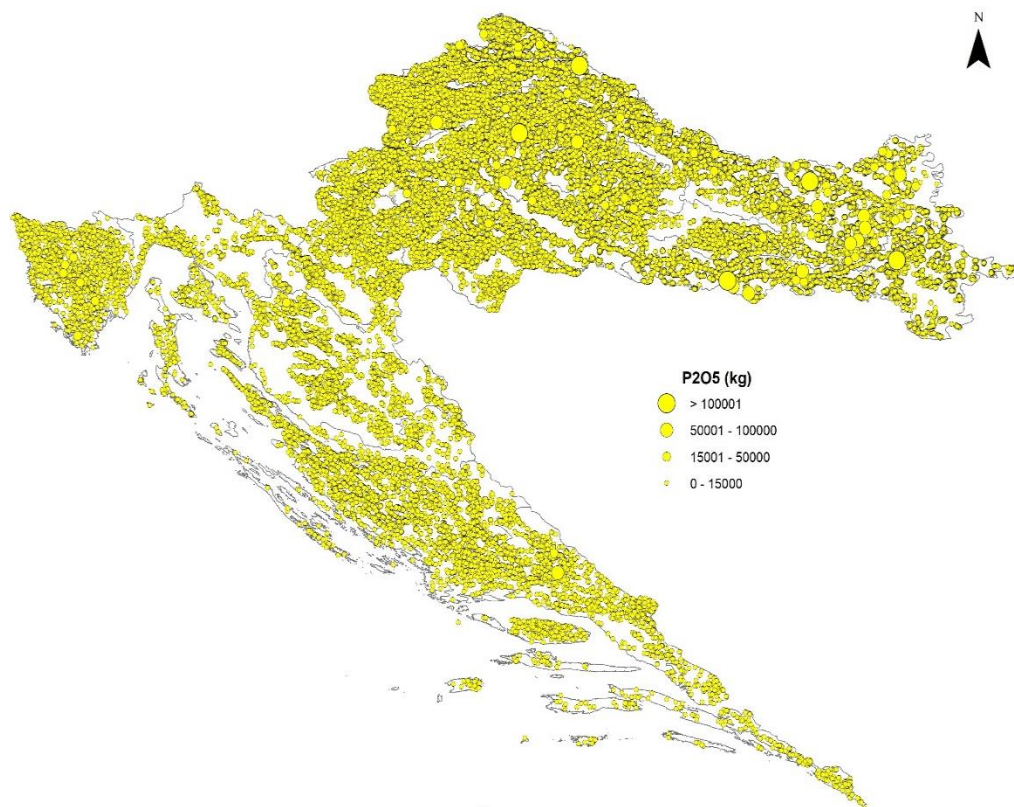
Tablica 8.9. Procijenjena ukupna količina P_2O_5 i K_2O koja se iznosi gnojem na poljoprivredne površine i u odnosu na korišteno poljoprivredno zemljište

Županija	P_2O_5 (t/god)	K_2O (t/god)	kg P_2O_5 /ha korištenog zemljišta	kg K_2O /ha korištenog zemljišta
BJELOVARSKO-BILOGORSKA	2 220,4	3 882,1	19,7	34,4
BRODSKO-POSAVSKA	1 607,1	2 269,0	18,4	25,9
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	94,4	184,7	4,6	9,1
GRAD ZAGREB	144,5	239,2	8,3	13,8
ISTARSKA	712,1	918,7	11,2	14,5
KARLOVAČKA	653,6	1 205,3	10,5	19,3
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	1 909,3	3 362,1	22,1	39,0
KRAPINSKO-ZAGORSKA	821,3	1 027,6	20,1	25,2
LIČKO-SENJSKA	871,1	1 778,7	9,9	20,3
MEĐIMURSKA	1 162,6	1 267,0	29,0	31,7
OSJEČKO-BARANJSKA	4 069,1	6 782,2	16,7	27,8
POŽEŠKO-SLAVONSKA	571,0	963,2	9,3	15,6
PRIMORSKO-GORANSKA	253,6	485,6	8,9	17,1
SISAČKO-MOSLAVAČKA	1 448,3	2 699,2	12,2	22,8
SPLITSKO-DALMATINSKA	743,0	1 133,6	9,5	14,5
ŠIBENSKO-KNINSKA	488,5	960,5	8,8	17,2
VARAŽDINSKA	1 597,9	1 566,8	30,8	30,2
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	845,7	1 433,9	8,7	14,7
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	1 975,2	3 127,4	13,7	21,7
ZADARSKA	752,7	1 412,3	8,5	16,0
ZAGREBAČKA	1 994,5	3 059,1	15,9	24,5
HRVATSKA	24 936,0	39 758,2	19,7	34,4

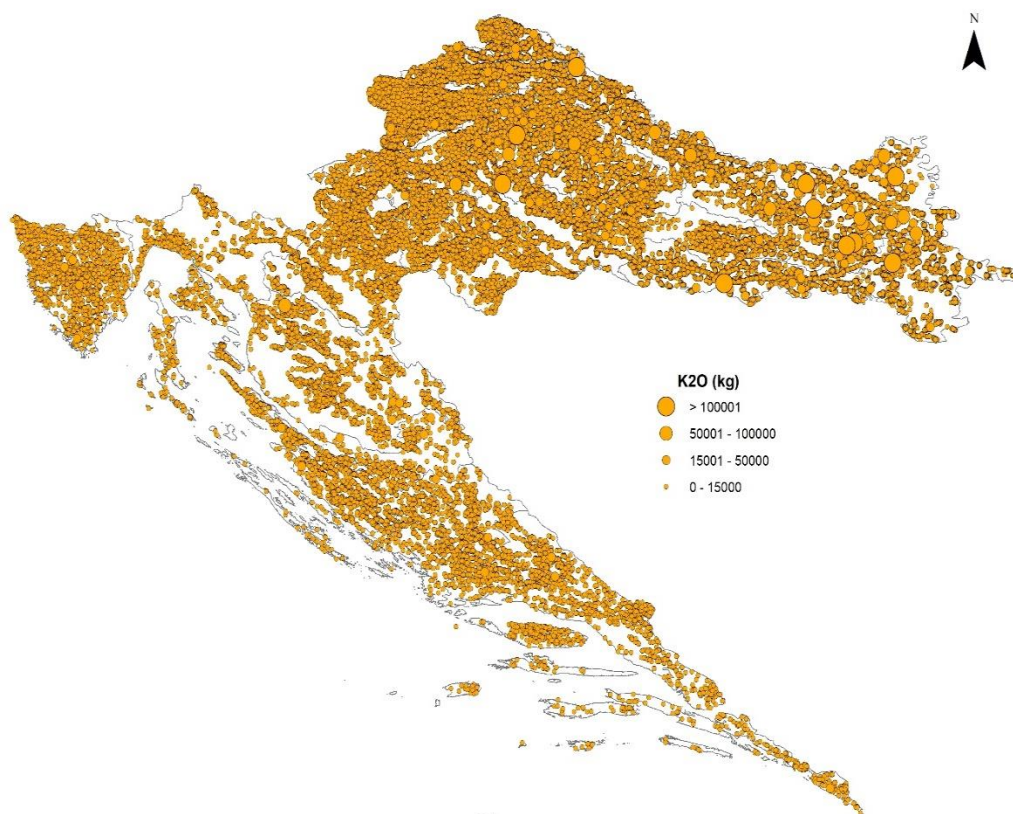
Količina izlučenog P_2O_5 u odnosu na korišteno poljoprivredno zemljište iznosi svega 19,72 kg/ha što je daleko ispod potrebe većine poljoprivrednih kultura. Prostorno, najveća količina P_2O_5 po jedinici površine korištenog poljoprivrednog zemljišta se iznosi u Varaždinskoj (30,8 kg/ha) i Međimurskoj (29,0 kg/ha) županiji, područjima s intenzivnom peradarskom proizvodnjom koja ekskrementima izlučuje i najveću količinu P_2O_5 . S obzirom da se glavina gnoja peradi iznosi na poljoprivredne površine u krutom stanju te činjenice da su fosfati slabo

pokretljivi u tlu, ne očekuje se značajnije utjecaj fosfata iz stajskog gnoja na njihovo otjecanje u površinske i podzemne vode.

K₂O rijetko pojavljuje u vodama u povećanim koncentracijama. Iznimno, nakon primjene velikih količina kalijevih gnojiva može doći do njegovog ispiranja u vode okolnog područja. S obzirom da su govedarske farme najveći proizvođač K₂O potencijalno najveći pritisak na vode se može očekivati na površinama u njihovoj neposrednoj okolini. Količina proizvedenog K₂O u odnosu na korišteno poljoprivredno zemljište pokazuje da s prosječno 34,4 kg/ha se podmiruju samo djelomično potrebe ratarskih i krmnih kultura što značajno smanjuje potencijal njihova ispiranja s poljoprivrednih površina na koja se primjenjuju.



Slika 8.10. Raspodjela fosfora (izraženo u kg P₂O₅) iz stajskog gnoja u Republici Hrvatskoj (2021.)



Slika 8.11. Raspodjela kalija (izraženo u kg K₂O) iz stajskog gnoja u Republici Hrvatskoj (2021.)

8.4. Zaključak

- Stočarsku proizvodnju u Republici Hrvatskoj karakterizira mali broj životinja po jedinici korištenog poljoprivrednog zemljišta ($0,5 \text{ UG}_{EC}/\text{ha}$) koje se drže na velikom broju farmi. Pri tome se na manje od 5 % farmi nalazi gotovo $2/3$ ukupnog broja UG što ukazuje na postojanje malog broja velikih farmi ali i velikog broja onih koje drže nekoliko životinja i nemaju komercijalno značenje. Uz prisutan trend smanjenje broja stoke i porasta broja velikih i vrlo velikih farmi očekuje se daljnje povećanje prosječne veličine farme ($>6,4 \text{ UG}$).
- Iako im se broj smanjuje, goveda kao najzastupljenija vrsta stoke u RH čine više od polovice ukupnog broja stoke izraženih kao UG i proizvode 65 % ukupne količine gnoja. Zajedno sa svinjama su odgovorni za proizvodnju gotovo 75 % ukupne količine N. Navedeno te činjenica da se veliki dio gnoja iznosi na poljoprivredne površine u tekućem stanju sugerira da se potencijalno najveći pritisak na vode nekog područja može očekivati u neposrednoj okolini velikih farmi goveda i svinja.
- Općenito s količinom N od $26,0 \text{ kg}/\text{ha}$ korištenog poljoprivrednog zemljišta stočarska proizvodnja ne predstavlja značajniji izvor pritiska na vode u Republici Hrvatskoj. Uz prisutan trend smanjenja broja stoke i podizanje standarda pri skladištenju i primjeni stajskog gnoja ne očekuju se veći pritisci na vode iz stočarstva u narednom razdoblju.

9. ISKUSTVA DRŽAVA ČLANICA EU U PROVOĐENJU NITRATNE DIREKTIVE

Autori: prof. dr. sc. Marija Romić, izv. prof. dr. sc. Monika Zovko, doc. dr. sc. Marina Bubalo Kovačić, prof. dr. sc. Davor Romić

9.1. Uvod

Zaštita kvalitete vodnih resursa Europe visoko je na popisu prioriteta Europske unije još otkako je počela donositi posebne zakonske instrumente u području zaštite voda krajem sedamdesetih godina prošlog stoljeća. Okvirnu direktivu o vodama EU donijela je 2000. godine radi uspostave pravnog okvira za zaštitu i obnovu vodnih tijela diljem Europe i osiguranja dugoročno održivog korištenja voda. Planovi za upravljanje vodnim područjima i programi mjera glavni su instrumenti kojima se države članice koriste za provedbu vodne politike EU. Sastavni dio ove sveobuhvatne Okvirne direktive o vodama je Direktiva o nitratima koja je jedan od ključnih zakonskih instrumenata o zaštiti voda od poljoprivrednih pritisaka.

Direktiva o nitratima iz 1991.g. (Nitrate Directive 91/676/EEZ) jedna je od najranijih EU legislativa koje ciljaju na kontrolu onečišćenja i poboljšanje kvalitete vode, a od donošenja je prošla brojne faze uspostave, prilagodbe i korekcija. Direktiva se primarno odnosi na uzgojne mjere za zaštitu kakvoće vode i smanjenje gubitaka dušika odnosno hranjivih tvari iz poljoprivrede. Premda je dušik hranivo potrebno za rast i razvoj biljaka, visoke koncentracije štetne su i za ljude i za prirodu. Dušik u organskim i mineralnim gnojivima koja se primjenjuju u poljoprivredi predstavlja glavni izvor onečišćenja vode u Europi. Mnogi od procesa su već dobro istraženi i opisani, ali njihova kontrola u poljoprivrednoj proizvodnji često nailazi na probleme i na strani proizvođača i tijela državne uprave koji određuju politike u tom području. Članak 5 Direktive o nitratima propisuje da je svaka država članica EU obavezna donijeti akcijski program mjera za nitrate (engl. Nitrate Action Programme – NAP). Te mjere mogu biti različite u državama članicama pa čak i regionalno, ali moraju polučiti istim rezultatom, a to je smanjenje i prevencija onečišćenja vode iz poljoprivrede.

Metodologija provedbe Direktive Vijeća 91/676/EEZ o zaštiti voda od onečišćenja nitratima iz poljoprivrednih izvora nije uniformno propisana za sve države članice EU. Donošenje odluka i provođenje akcija mora se temeljiti se na egzaktnim pokazateljima koji se prikupljaju nacionalnim monitoringom površinskih i podzemnih voda, kako je detaljno opisano u dokumentu Utjecaj poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj SAGRA 1 (Romić i sur. 2014). Europskim politikama za vode zajednički je cilj postizanje dobrog ekološkog statusa vodenih ekosustava, a dvije osnovne prijetnje su obogaćivanje vode hranjivim tvarima iz difuznih i točkastih izvora i eutrofikacija. Zbog toga temeljeno na Okvirnoj direktivi o vodama (WFD; EC, 2000) procjena ekološkog statusa voda provodi integriranim pristupom: korištenjem pokazatelja biološke kakvoće zajedno s

hidromorfologijom i fizikalno-kemijskim pokazateljima, uključujući status hranjivih tvari (Poikane et al., 2019).

U ovom poglavlju su opisane procedure, promjene i postignuća u primjeni Direktive o nitratima u Europskoj uniji za novija izvještajna razdoblja.

9.2. Metodologija rada

Europska komisija je dužna na temelju izvješća država članica svake četiri godine izvješćivati Europski parlament i Vijeće o stanju provedbe Direktive o nitratima. U ovom radu su korišteni podaci iz Izvješća komisije Vijeću i Europskom parlamentu o provedbi Direktive Vijeća 91/676/EEZ o zaštiti voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima iz poljoprivrednih izvora na temelju izvješća država članica za razdoblje 2016.–2019. (Europska komisija, 2021.).

S obzirom na kompleksnost problema, u državama Europske unije pojedinačno i zajednički provedene su brojne studije o primjeni Direktive o nitratima koje su bile usmjerene bilo na državu članicu ili specifične mjere odnosno problem. Unatoč dugom vremenu primjene i važnosti, nije bilo detaljnih studija koje sveobuhvatno analiziraju i uspoređuju akcijske programe mjera za nitrata u EU niti identificiraju razlike u implementaciji te potencijalne učinke. Inventarizacija provedena 2019.–2020. (Europska komisija, 2018.) imala je za cilj formirati digitalnu bazu zakonskih alata i mjera propisanih člankom 5 Direktive o nitratima u 28 država članica EU i njihovim regijama. Četiri skupine podataka su bile ključne za inventarizaciju:

- Izvješćivanje država članica EU o broju postaja monitoringa površinske i podzemne vode te udio postaja s koncentracijama nitrata u vodi iznad 10 i 50 mg NO₃⁻/l; podaci iz izvješćivanja su bili primjenjivi samo za 8 država članica, uključujući Hrvatsku;
- Ostali izvori podataka koji su mogli biti korišteni za procjenu vremenskih promjena kvalitete vode, a nisu izričito definirani unutar ili izvan ranjivih područja, odnosno područja na kojima je potrebno provesti pojačane mjere zaštite voda od onečišćenja nitratima poljoprivrednog porijekla, osim ako cijela država ili regija nije tako označena;
- Utvrđivanje područja ranjivih na nitrata što je omogućilo prostorno povezivanje kvalitete vode s akcijskim mjerama za zaštitu voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla;
- Podaci o postojećoj poljoprivrednoj proizvodnji u područjima u državi ili regiji za koje su te mjere propisane (izvor je Eurostat), a uključuju, između ostaloga, korišteno poljoprivredno zemljište, uzgajane kulture i stočarstvo.

Zadnjih godina u fokusu su interakcije između Direktive o nitratima (engl. Nitrate directive - ND) i National Emission Ceilings Directive (2016/2284) (NECD). Direktiva o nitratima usmjerena je na ispiranje nitrata u površinske i podzemne vode, a akcijski program mjera za nitrata djeluje na kruženje N, a time i na emisije N₂O, NH₃ i NO_x. Nadalje, emisije NH₃ i NO_x su u domeni NECD. S obzirom na njihovu prirodnu povezanost s kruženjem N mjere Direktive o nitratima i NECD mogu biti i sinergijske i suprotne, odnosno konfliktne. Države članice su do 2019. podnijele svoje nacionalne programe kontrole onečišćenja zraka (National Air Pollution Control Programme - NAPCP) (Directive 2016/2284/EU), tako da je implementacija NAPCP još uvijek u relativno ranoj fazi, a naročito u usporedbi s Direktivom o nitratima.

9.3. Područja implementacije direktive o nitratima i povezane aktivnosti

9.3.1. Pritisci iz poljoprivrede

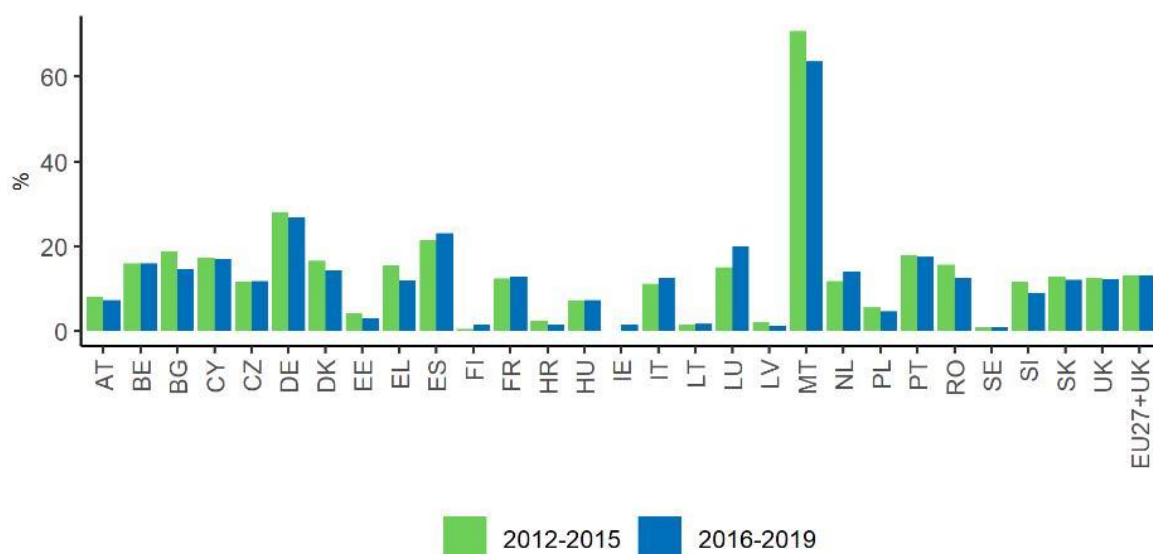
Prikupljanje i obrada podataka u različitim prostornim i vremenskim skalama i harmonizirana metodika su glavni izvori nepouzdanosti analiza, modeliranja i prognoza. Međutim, na pouzdanost analiza utječe i površina države, broj postaja monitoringa vode, metodika utvrđivanja područja ranjivih na nitrata, nacionalni i/ili regionalni pristup određivanja akcijskih programa mjera i drugo.

U izvješću EC za razdoblje 2016.-2019. (EC, 2021), koje uključuje i Veliku Britaniju navodi se povećanje poljoprivrednog outputa u razdoblju od 2010.-2019. od 14,5 %. Procjena je, nadalje, da stočarska proizvodnja pridonosi 81 % unosa dušika iz poljoprivrede u vode i 87 % emisija amonijaka u atmosferu. Najveći intenzitet stočarske proizvodnje, izražen u uvjetnom grlu, utvrđen je u Nizozemskoj (3,8) s trendom povećanja od 2013., Malti (2,9) s trendom smanjenja od 2010. te u Belgiji (2,8) sa stabilnošću od 2005. Međutim, u procjeni da u prosjeku 77 % gubitaka N u EU potječe iz poljoprivrede nije participiralo čak 13 država članica, među njima ni Hrvatska.

9.3.2. Monitoring

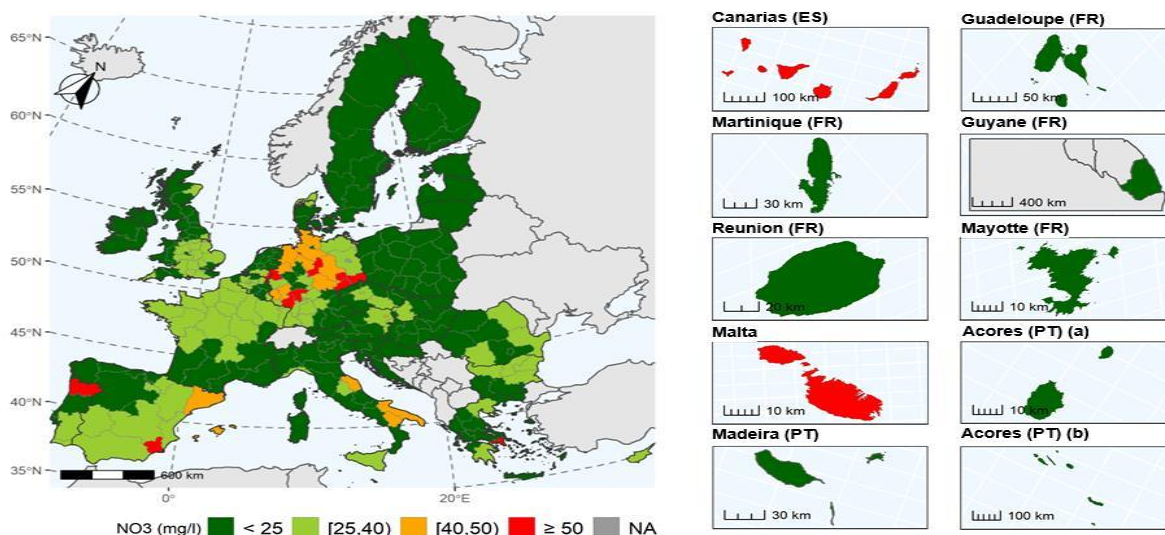
Direktiva o nitratima obvezuje države članice da uspostave i primijene odgovarajući monitoring kojim će se moći procijeniti učinkovitost akcijskih programa. Direktivom o nitratima zadani su osnovni principi i kriteriji za monitoring voda, ali detaljni programi koji uključuju gustoću mreže, stabilnost i učestalost uzorkovanja u nadležnosti su i odgovornosti svake države članice EU. Ipak, svaka promjena mreže uzorkovanja mora biti obrazložena, a naročito ako se radi trendu povećanja onečišćenja vode nitratima. Važno je naglasiti da se u razdoblju od 2008.-2015. povećao broj postaja monitoringa prijelaznih i priobalnih voda, što je važno za procjenu utjecaja onečišćenja iz poljoprivrede na kakvoću krških priobalnih vodonosnika i priobalnog mora te na bioraznolikost priobalnih vodenih staništa.

U razdoblju od 2016.-2019., u 14,1 % postaja monitoringa podzemne vode utvrđene su prosječne godišnje koncentracije nitrata više od 50 mg/l, dok je u razdoblju 2012.-2015. isto utvrđeno u 13,2 % postaja monitoringa (slika 9.1).



Slika 9.1. Udio postaja monitoring podzemne vode u kojima su prosječne godišnje koncentracije nitrata bile više od 50 mg/l (usporedba razdoblja 2012.-2015. i 2016.-2019.) (Europska komisija, 2021.)

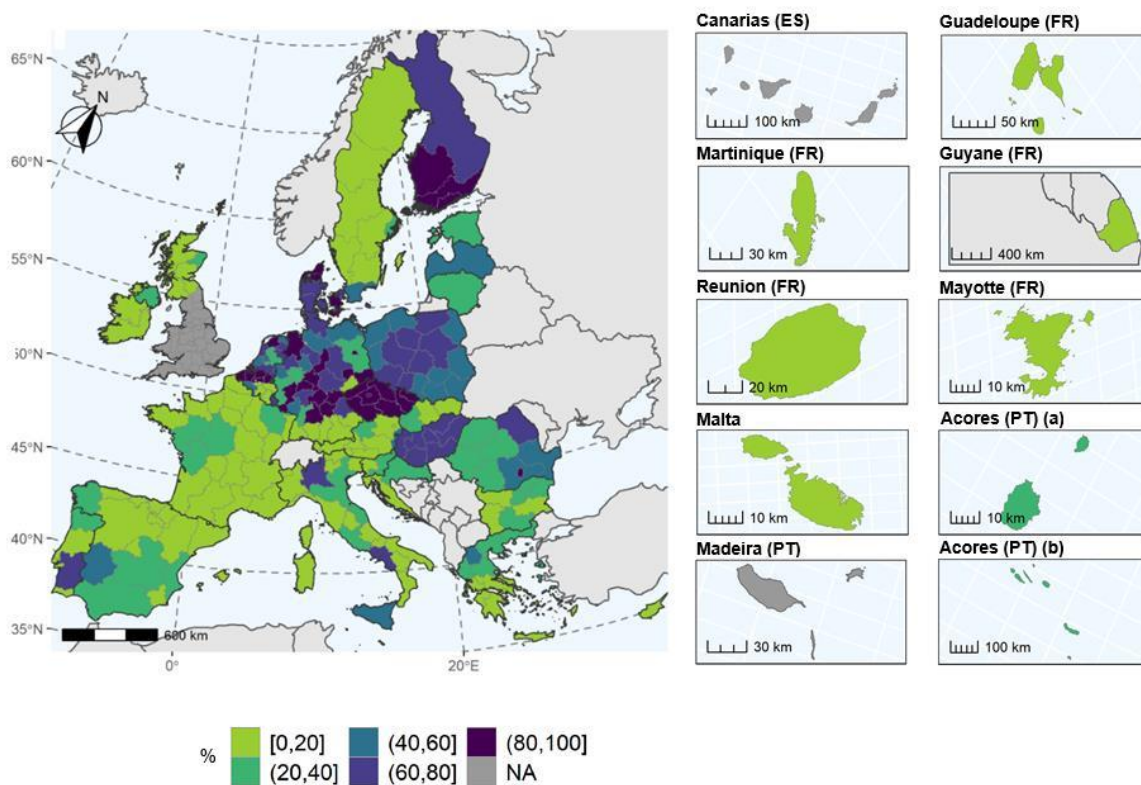
Na slici 9.2 prikazana je karta prosječnih godišnjih koncentracija nitrata u podzemnoj vodi na razini NUTS2 za razdoblje izvješćivanja od 2016.-2019.



Slika 9.2. Karta prosječnih godišnjih koncentracija nitrata u podzemnoj vodi na razini NUTS2 za razdoblje izvješćivanja od 2016.-2019. (Europska komisija, 2021.)

Kad se radi o kakvoći površinskih voda, Europska komisija je za procjenu stanja njihove trofičnosti preporučila klasifikaciju iz dokumenta „Guidance document on eutrophication assessment in the context of European water policies. Guidance document No 23“², premda se pokazatelji korišteni za procjenu mogu značajno razlikovati među državama.

Na razini EU, 36 % rijeka i 32 % jezera, 31 % priobalnih i 32 % prijelaznih voda te 81 % morske vode je označeno kao eutrofično. Međutim, zbog različitih metodologija utvrđivanja trofičnog stanja voda u državama EU nije moguće utvrditi trendove pojava trofičnosti. Na slici 9.3 prikazan je udio trofičnosti vode na lokacijama monitoringa svih kategorija površinskih voda u EU na razini NUTS2, za razdoblje izvješćivanja od 2016.-2019.



Slika 9.3. Udio (%) trofičnosti vode na lokacijama monitoringa svih kategorija površinskih voda u EU na razini NUTS2 (2016.-2019.) (Europska komisija, 2021.)

9.3.3. Određivanje onečišćenih područja

Ne postoji jedinstvena metodologija za provedbu Direktive o nitratima za sve države članice EU niti za proglašavanje područja ranjivih na nitrate, već je Direktivom o nitratima u EU postavljen zajednički cilj da se pritisci dušika iz poljoprivrede smanje do najviše koncentracije od 50 mg NO₃/l u podzemnoj vodi. Prema Direktivi Vijeća od 12. prosinca 1991. o zaštiti voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima iz poljoprivrednih izvora (91/676/EEZ) članka 3. stavka 1. vode koje su onečišćene ili im prijeti onečišćenje određuju se primjenjujući, između ostalog, sljedeće kriterije:

1. sadrže li površinske vode, a posebno one koje se koriste ili su namijenjene crpljenju vode za piće, ili bi, ako se djelovanje sukladno članku 5. ne poduzme, mogle sadržavati koncentraciju nitrata veću od one utvrđene u skladu s Direktivom 75/440/EEZ,
2. sadrže li podzemne vode više od 50 mg/l nitrata ili bi mogle sadržavati više od 50 mg/l nitrata ako se djelovanje sukladno članku 5. ne poduzme;

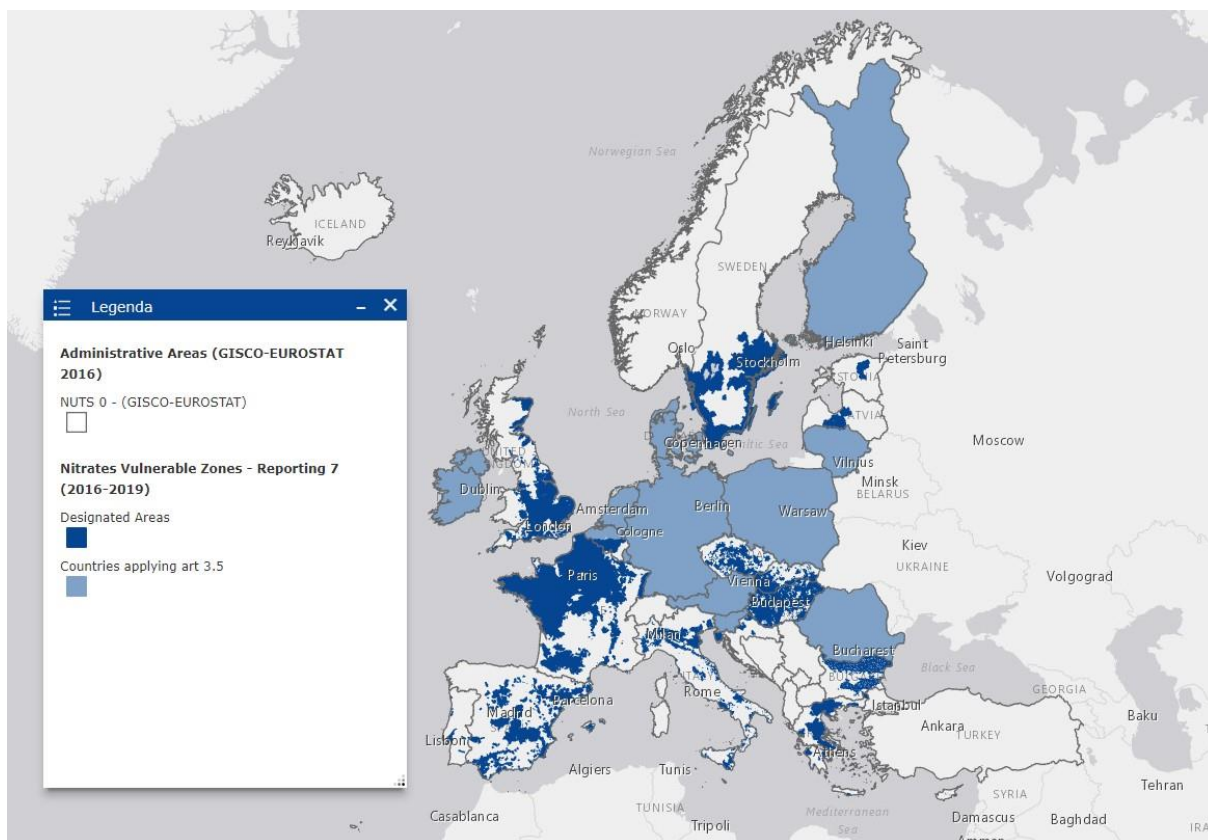
3. je li za prirodna slatkovodna jezera, ostale slatke vode, estuariji, obalne i morske vode utvrđeno da su eutrofične ili da bi u skoroj budućnosti mogle postati eutrofične ako se djelovanje sukladno članku 5. ne poduzme.

Donošenje odluka i provođenje akcija temelji se na egzaktnim pokazateljima koji se prikupljaju nacionalnim monitoringom površinskih i podzemnih voda. Ukoliko se analizom višegodišnjih nizova podataka utvrdi da su u nekim područjima koncentracije nitrata u vodi više od 50 mg/l ili da trendovi pokazuju povećanje koncentracija, države ta područja proglašavaju ranjivima na nitrate.

U skladu s Direktivom o nitratima države članice dužne su:

- odrediti onečišćene vode i vode kojima prijeti onečišćenje nitratima te sva područja s odvodnjavanjem u te vode, ako poljoprivreda uvelike pridonosi tom onečišćenju, odrediti kao zone podložne onečišćenju nitratima (zone ranjive na onečišćenje nitratima, engl. Nitrate vulnerable zones - NVZs),
- izraditi programe djelovanja koji uključuju mjere smanjenja i sprečavanja onečišćenja nitratima, primjenjivati takve programe u zonama ranjivima na onečišćenje nitratima ili na cijelom državnom području te pojačati te mjere čim postane jasno da nisu dostatne za ostvarivanje ciljeva Direktive.

Države članice EU mogu umjesto zona ranjivih na onečišćenje nitratima označiti tako cijelo područje države s obaveznom primjenom programa akcijskih mjera. Taj pristup primijenila je Austrija, Danska, Finska, Njemačka, Irska, Litva, Luksemburg, Malta, Nizozemska, Poljska, Rumunjska, Slovenija i Belgija (ograničeno na Flanderiju) (slika 9.4) . Neke države utvrđuju i dodatno označavanje ranjivih područja, kao npr. “žarišne točke” ili “područja u crvenom”. Na tim se područjima propisuje primjena restriktivnijih mjera zbog veće onečišćenosti ili blizine vodotokova ili crpilišta pitke vode. Država može propisati takve dodatne mjere bez obzira na to jesu li označene kao zone ranjive na onečišćenje nitratima ili je za cijelo područje države propisana primjena mjera Direktive o nitratima.



Slika 9.4. Zone ranjive na nitrate u državama Europske unije (Nitrates Directive - Vulnerable Zones Reporting 7 - Web map by Joint Research Centre of European Commission, <https://water.jrc.ec.europa.eu/portal/apps/webappviewer/index.html?id=b33a220c1b284583851e93a245da02ef>)

U razdoblju od 2012.-2015. i od 2016.-2019. ukupna površina zona ranjivih na onečišćenje nitratima, uključujući i pristup cijele države, povećala se za 14,4 %. Međutim, analiza podataka o kakvoći vode u državama članicama EU pokazuje da još uvijek ima onečišćenja vode ili potencijala za onečišćenje u područjima koja nisu označena kao zone ranjive na onečišćenje nitratima. Na primjer, Bugarska, Cipar, Španjolska, Estonija, Latvija i Portugal imaju veliki broj „žarišnih točaka“ koje nisu uključene u zone ranjive na onečišćenje nitratima. Nadalje, u nekim državama, kao što su na primjer Bugarska, Španjolska, Mađarska, Italija i Slovačka, zone ranjive na onečišćenje nitratima su mjestimično vrlo fragmentirane, ograničene na vrlo male površine i ne odnose se na cijeli sliv što zasigurno smanjuje učinkovitost akcijskih programa. Europska komisija ukazala je na to da kriterij eutrofikacije nije dovoljno primijenjen u identifikaciji i označavanju onečišćenih područja.

9.3.4. Obaveze država u primjeni direktive o nitratima i izvješćivanju

Aksijski programi primjene Direktive o nitratima u državama članicama EU obnavljaju se najmanje jednom u 4 godine, isto vrijedi na razini države ili regionalno. Mjere iz akcijskih programa ciljane su na uravnoteženu gnojidbu dušičnim gnojivima, ali sve više država (njih 17 u razdoblju izvješćivanja od 2016.-2019.) uključuje i mjere koje se odnose na primjenu fosfornih gnojiva, a povezano s eutrofikacijom voda.

Nitrate Action Programme Information system (NAPINFO) (<https://ec.europa.eu/environment/water/water-nitrates/member-states.html>) ukazao je na još uvijek značajne razlike u mjerama koje su propisane i razinama očekivanja od tih mjera među državama. 20 država članica je objavilo prognoze kakvoće vode, 9 država očekuje smanjenje koncentracija nitrata u površinskim i podzemnim vodama u sljedećem razdoblju, 6 predviđa negativni trend, a 5 država ne predviđa promjene. Ipak, Direktiva o nitratima nalaže primjenu preventivnih akcijskih mjera u slučajevima kada kakvoća vode stagnira i ne popravlja se.

Klimatske promjene svakako predstavljaju sve veće izazove u primjeni Direktive o nitratima i praćenju učinaka akcijskih mjera. Dugotrajna sušna razdoblja u Europi 2018., 2019., a zasigurno će biti slučaj i za 2022., uzrokovala je smanjenje prinosa, ali i povećano onečišćenje voda hranjivim tvarima. S druge strane, razdoblja s velikom količinom oborina mogu uzrokovati prezasićenost tla vodom, poplave, erozije i posljedično veliki gubitak hranjivih tvari. Sadašnji akcijski programi ne uzimaju u dovoljnoj mjeri u obzir takve rizike i stoga EC preporučuje državama članicama da revidiraju akcijske programe u tom smislu i predvide zaštitne mjere.

9.3.5. Ograničavanje primjene stajskog gnoja u onečišćenim područjima

DG Environment Europske komisije kontinuirano prikuplja podatke o različitim procesima i učincima implementacije Direktive o nitratima. Novije studije provedene su s ciljem prilagodbe akcijskih mjera i njihovog usklađivanja s drugim povezanim direktivama, kao što je npr. Utvrđivanje potencijalne sinergije odnosno proturječnosti s obzirom na emisije nitrata i amonijaka između Direktive o nitratima i Direktive 2016/2284 (the National Emission Ceiling Directive – NECD, 2016, <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-sources-1/national-emission-ceilings>).

Studija „Technical proposals for the safe use of processed manure above the threshold established for Nitrate Vulnerable Zones by the Nitrates Directive (91/676/EEC)“ (<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b135440f-f7c4-11ea-991b-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-264707662>) objavljena je 2020., a odnosi se na ograničavanje unosa dušika iz stajskog gnoja na najviše 170 kg N/ha. Ta se količina odnosi jednako na sva područja, bez obzira jesu li onečišćena ili su u riziku od onečišćenja, neovisno o klimatskim prilikama i svojstvima tla odnosno uzgajanoj kulturi. Pokrenuta je da bi se definiralo stanje u kojem materijali bogati dušikom dobiveni obradom stajskog gnoja dostižu standarde „kemijskih gnojiva“ označenih u Direktivi o nitratima. Na temelju znanstveno utemeljenih kriterija država članica može tražiti izuzeće od ograničenja primjene 170 kg N/ha za određene kulture i specifične lokalne uvjete bez rizika da će povećanje primjene N gnojiva ugroziti kakvoću vode u bilo kojem smislu.

U zadnjem razdoblju izvješćivanja takvi izuzetci su odobreni Belgiji, za pokrajinu Flandriju, Danskoj, Irskoj, Italiji, za pokrajinu Lombardiju i Piemonte (što je isteklo u prosincu 2019. i nije obnovljeno) te Nizozemsku.

9.4. Doprinos zajedničke poljoprivredne politike i sljedeće aktivnosti

Najnovijom reformom zajedničke poljoprivredne politike osigurani su alati za borbu protiv onečišćenja hranjivim tvarima. U okviru nove poboljšane uvjetovanosti utvrđuje se obaveza da se na temelju „dobrih poljoprivrednih i okolišnih uvjeta“ (GAEC) i propisanih zahtjeva o upravljanju, među kojima je i zahtjev usklađenosti s Direktivom o nitratima i Okvirnom direktivom o vodama, preuzmu ambicioznije i održivije poljoprivredne obveze.

Osim toga, financijska potpora iskoristit će se u novim programima za ekologiju kako bi se nagradili poljoprivrednici koji usvoje dobre okolišne i klimatske prakse, a koje nadilaze obveznu osnovnu uvjetovanost koja omogućuje ispunjavanje ciljeva iz zelenog plana. U preporukama za strateške planove u okviru ZPP-a Komisija je od 26 država članica zatražila poduzimanje mjera za borbu protiv onečišćenja hranjivim tvarima.

U okviru usluga savjetovanja poljoprivrednih gospodarstava poljoprivrednike će se informirati o inovacijama, istraživanju, praksama i tehnologijama, među ostalim, za ekološki prihvatljivu poljoprivredu, uključujući smanjenje gubitaka hranjivih tvari.

Europska komisija donosi novi akcijski plan za bolje upravljanje hranjivim tvarima kao dopuna Akcijskog plana za postizanje nulte stope onečišćenja (EK, 2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0400&qid=1623311742827>), a temeljeno na akcijskom planu za kružno gospodarstvo (https://ec.europa.eu/environment/strategy/circular-economy-action-plan_en), strategiji „od polja do stola“ (https://ec.europa.eu/food/horizontal-topics/farm-forkstrategy_en) i strategiji za bioraznolikost (https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030_en). K tome, plan će se nadovezati i na nedavne, aktualne i buduće evaluacije (kao što je evaluacija Direktive o mulju iz otpadnih voda) i revizija povezanog zakonodavstva (kao što su Direktiva o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda i Direktiva o industrijskim emisijama). Cilj akcijskog plana je usmjeravanje rada država članica na žarišne točke onečišćenja hranjivim tvarima kako, uvođenje alata za poboljšanje potpune primjene zakonodavstva u području okoliša i klime te maksimalno povećanje sinergije sa zajedničkom poljoprivrednom politikom. Cjeloviti pristup trebao bi pridonijeti postizanju ciljeva u pogledu emisija iz poljoprivrednog sektora koje nisu CO₂, kako je predloženo u paketu „Spremni za 55%“ (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:52021DC0550>) odnosno za ostvarivanje klimatskog cilja EU-a za 2030. na putu ka klimatskoj neutralnosti.

9.5. Zaključci

Akcijski programi za zaštitu voda od onečišćenja uzrokovanim nitratima poljoprivrednog porijekla u državama Europske unije donose niz novih mjera koje se odnose na upravljanje poljoprivrednim gospodarstvom, kontrolu gnojidbe, aktivnosti kojima se sprječava onečišćenje vode hranjivim tvarima iz gnojiva i drugih tvari (udaljenost od vodotoka, rukovanje gnojivima, razdoblje primjene, ograničenje količina, načini obrade tla i primjena neselektivnih pesticida). Također se propisuje djelovanje i nadležnosti tijela javne uprave, agencija, certifikacijskih tijela i drugih. Važan alat u kontroli obavezujućih mjera jest i redovito provođenje ispitivanja tla, uz kontrolu provedbe ostalih mjera.

Smjernice i obaveze u rješavanju kompleksnog problema onečišćenja voda u Europskoj uniji sadržane su u brojnim dokumentima i propisane u različitim zakonskim i obvezujućim aktima. Ono što se potencira u novije vrijeme jest sljedeće:

- Najveće promjene i napredak u primjeni Direktive o nitratima u Europskoj uniji odnose se na tehnologije obrade stajskog gnoja. Dušik iz stajskog gnoja koji zamjenjuje mineralna gnojiva pridonosi smanjenju emisije CO₂, a fosfati iz istog izvora smanjuju ovisnost o uvozu sirovina za proizvodnju mineralnih fosfatnih gnojiva. Velika je važnost i organske frakcije u stajskom gnoju koja značajno pridonosi očuvanju plodnosti tla. Međutim, nove i napredne tehnologije još uvijek nisu u širokoj primjeni, što iz ekonomskih razloga zbog visokih troškova takvih postupaka, visokih transportnih troškova i drugih s tim povezanih plaćanja.
- Potreba za ujednačavanjem kriterija opterećenosti hranjivim tvarima pojedinih vodnih tijela, što se prvenstveno odnosi na koncentracije dušika i fosfora, zbog toga što oba hranjiva pridonose eutrofikaciji;
- Kad se radi o prekograničnim vodnim tijelima tada bi se praćenja koncentracija hranjivih tvari u različitim državama trebala temeljiti na harmoniziranim postupcima i konzistentno u učestalosti motrenja;
- Granične koncentracije hranjivih tvari trebale bi postavljene tako da podržavaju dobar ekološki status vodnih tijela, a temeljiti se na uzročno-posljedičnim odnosima hranjivih tvari i osjetljivih bioloških varijabli. Dakako da je preporučljivo dopustiti raspon potencijalnih graničnih vrijednosti na temelju stručne procjene okolnosti i karakteristika specifičnog vodnog tijela;

Očekivane buduće akcije i povezivanje Zajedničke poljoprivredne politike za sljedeće razdoblje i primjene okolišnih direktiva ciljane su na povećanje produktivnosti u poljoprivredi u cijeloj

Europskoj uniji, ali i na poboljšanje održivosti u smislu smanjenja utjecaja poljoprivrede na okoliš smanjenjem primjene pesticida i gnojiva te poticanjem ekološke proizvodnje.

Za postizanje takvih ciljeva potrebna su veća ulaganja u ruralna područja, podizanje kvalitete života i povezivanje tržišta poljoprivrednih proizvoda u EU. Te su mjere neodvojive od jačanja mjera zaštite okoliša u području poljoprivrede, uključujući smanjenje emisija štetnih tvari u vode i u zrak te degradaciju tla.

Najvažniji alat za postizanje tih ciljeva jest primjena znanstvenih spoznaja i razvoj novih tehnologija u poljoprivredi, kao što je na primjer precizna poljoprivreda, praćeno edukacijom i pristupom kreditima i slično.

10. PRETHODNO UTVRĐENA PODRUČJA RANJIVA NA NITRATE U REPUBLICI HRVATSKOJ

Autor: prof. dr. sc. Marija Romić

10.1. Uvod

Određivanje zona ranjivih na nitrate i ekonomski učinak primjene Direktive o nitratima na Republiku Hrvatsku provedeno je 2012. „Projektom kontrole onečišćenja u poljoprivredi (APCP)“, financiranim darovnicom TF90845. Projekt je bio dodijeljen firmi Ekotoxa i T.G. Masaryk Water Research Institute, Češka Republika. Kao glavni kriterij za označavanje područja osjetljivih na nitrate (engl. Nitrate Vulnerable Zones, NVZs) istaknuta je pojava eutrofikacije, a slijedi prirodna ranjivost područja. Konačno su NVZs određene u administrativnim granicama općina u Republici Hrvatskoj. Za dio općina utvrđene su ranjive zone, a za drugi dio preliminarno ranjive zone. Time je 52,9 % teritorija RH označeno kao ranjivo na nitrate. Druga preporuka/inačica bila je označiti cjelokupni teritorij RH ranjivim na nitrate.

Kako je detaljno obrazloženo u studiji SAGRA 1 (Romić i sur., 2014) ranjive zone su prvo određene u prirodnim granicama – hidrološkim slivovima, ali je konačna zadaća određivanja ranjivih zona bila svesti ih u administrativne granice – razina općine. U okviru ovog koraka ranjive su zone homogenizirane u skladu s preporukama Europske komisije. Analizom raspoloživih podloga kao glavni problem na cijelom teritoriju Hrvatske identificirana je eutrofikacija. Prema strogom pristupu u određivanju ranjivih zona u EU, cijeli teritorij Republike Hrvatske se na temelju toga mogao definirati kao ranjivo područje. Svjesni nedostataka informacija u ulaznim podlogama te stoga da bi takva odluka mogla imati dalekosežne posljedice na provedbu Akcijskog plana i ostalih mjera, odlučeno je predložiti „hibridno“ rješenje. Za općine u kojima su na raspolaganju bili podaci koji su smatrani relevantnima za problematiku područje općine je označeno kao NVZ. Za one općine za koje je bio na raspolaganju samo dio relevantnih pokazatelja označena je „preliminarno“ ranjiva zona.

10.2. Aktualno označena područja ranjiva na nitrate u Republici Hrvatskoj

Na slici 10.1 prikazana su područja ranjiva na nitrate u RH, a odlučeno je kako je najprikladnija administrativna jedinica za određivanje ranjivih zona općina. Ovi su podaci glavni rezultat inačice 2 (pored inačice 1, koja predlaže jednu ranjivu zonu na cijelom području Hrvatske) koja se sastojala od određivanja pojedinačnih ranjivih zona na temelju prihvaćenih pokazatelja. Još jednom autori prijedloga naglašavaju da su cijelo vrijeme trajanja projekta bili suočeni s nedostatkom potrebnih podataka. Sastavni dio zaključaka projekta su stoga važne preporuke

za poboljšanje mreže praćenja voda i dobivanja dodatnih podataka i dokumenata potrebnih za tumačenje podataka u okviru revizije NVZ za 4 godine.

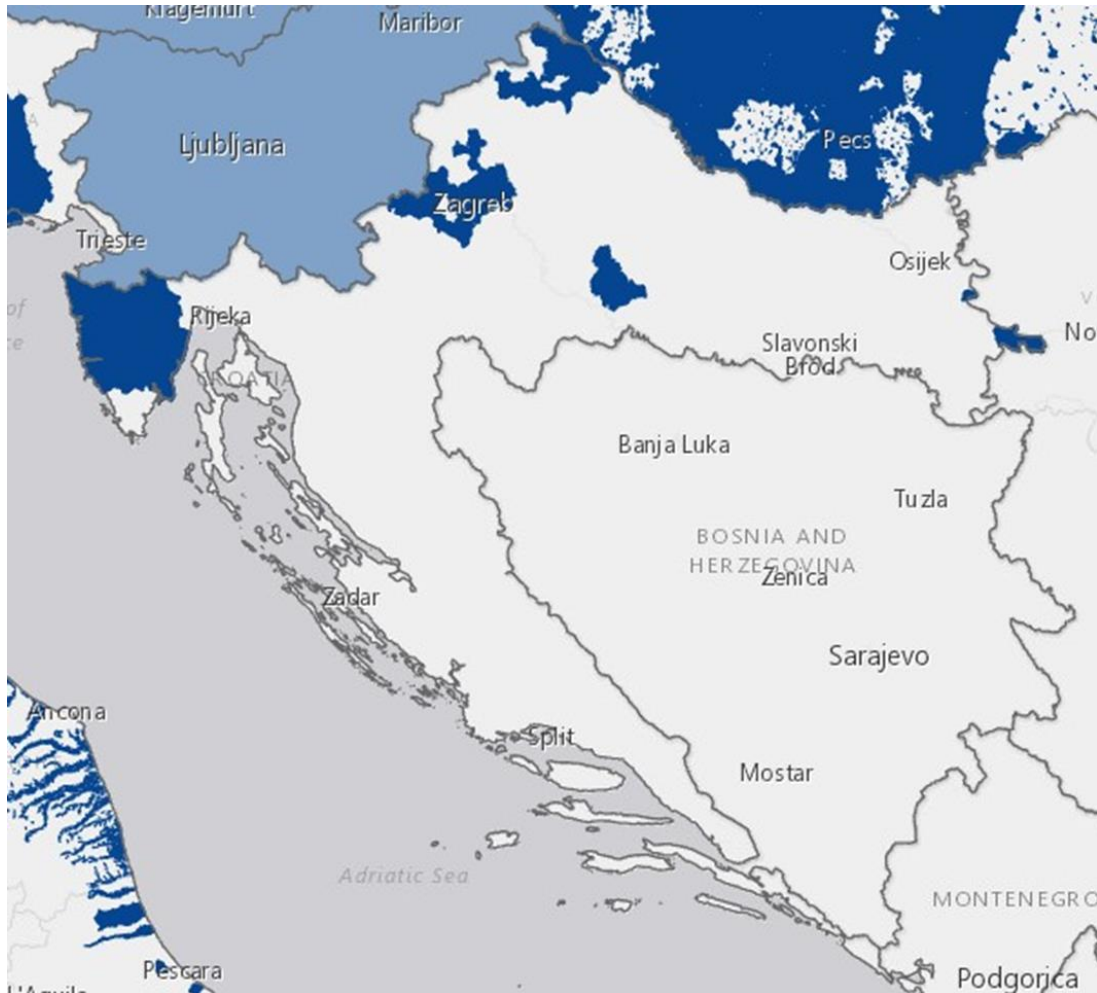


Slika 10.1. Kartografski prikaz ranjivih područja u Republici Hrvatskoj (NN130/2012)

Tijekom primjene Odluke o određivanju ranjivih područja u Republici Hrvatskoj (NN 130/2012) utvrđeni su brojni problemi koji su ukazali na nekonzistentan pristup pri određivanju područja ranjivih na nitrate, na poteškoće u provedbi mjera propisanih Direktivom o nitratima, te u konačnici na potrebu revidiranja navedene odluke. U projektu SAGRA 1 (Romić i sur., 2014) utvrđeno je da je pri donošenju odluke o određivanju područja ranjivih na nitrate iz poljoprivrednih izvora potrebno usredotočiti se na ona područja u kojima je poljoprivreda dominantni izvor pritiska na vode, a iskoristiti druge mogućnosti, metodologiju i alate da se identificiraju i sankcioniraju ostali onečišćivači voda: industrija, gradske otpadne vode, područja s neuređenim sustavom odvodnje otpadnih voda iz kućanstava, odlagališta otpada i drugi. Predložen je također i ciljani monitoring i integrirani pristup kako pri određivanju područja ranjivih na nitrate na području RH tako i za poduzimanje svih daljnjih aktivnosti po zahtjevima Direktive o nitratima.

Neusklađenost pristupa određivanja NVZs u Europskoj uniji je dobro znan problem. Tu odluku svaka država temelji na analizama i procjenama učinaka ovisno o nacionalnim politikama, a da

kriteriji mogu biti dijametralno suprotni najbolje oslikava karta (slika 10.2) na kojoj su vidljivi i dijelovi NVZs susjednih država članica EU, Mađarske, Slovenije i Italije. Naročito se ističe područje ranjivo na nitratre u Mađarskoj, koje graniči gotovo cijelom dužinom uz Dravu, dok je na hrvatskoj strani NVZ određena samo u dijelu Međimurske županije. K tome, u Sloveniji je cijelo područje države proglašeno ranjivim na nitratre iz poljoprivrede.



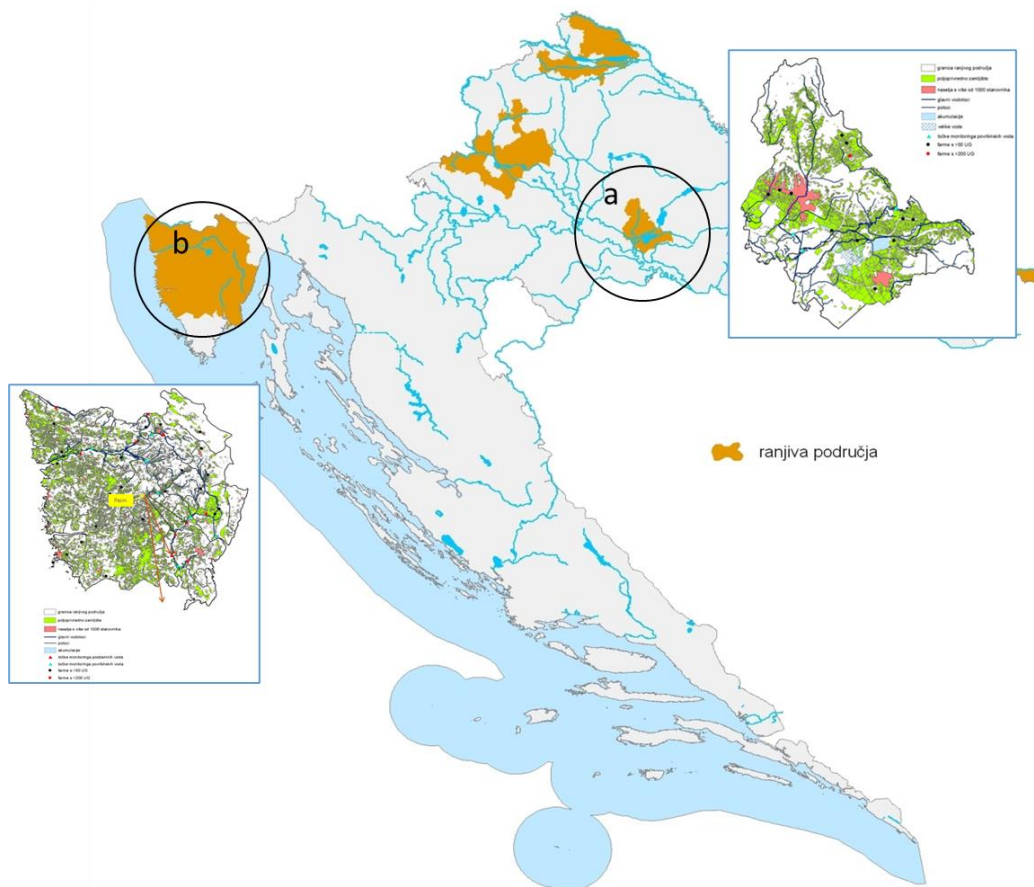
Slika 10.2. Karta područja ranjivih na nitratre iz poljoprivrednih izvora u Republici Hrvatskoj i dijelu susjednih država članica EU

10.3. Smjernice za utvrđivanje kriterija za promjenu odluke o ranjivim područjima

Na temelju članka 57. stavka 3. Zakona o vodama (NN 66/19), donosi se odluka o obavezi preispitivanja uredbe o određivanju ranjivih područja najmanje svake četiri godine te se ona po potrebi mijenja i/ili dopunjuje. Odluke o takvim postupanjima donose se na temelju provedbe akcijskih programa, ocjene učinaka mjera i rezultatima monitoringa površinskih i podzemnih vodama prema složenim kriterijima koji su detaljno opisani u prethodnim poglavljima ovog dokumenta te temeljem Izvještaja Republike Hrvatske u skladu s člankom

10. Direktive Vijeća 91/676/EEZ o zaštiti vode od onečišćenja uzrokovanog nitratima iz poljoprivrednih izvora za razdoblje 2016.-2019. (Ministarstvo poljoprivrede, 2020).

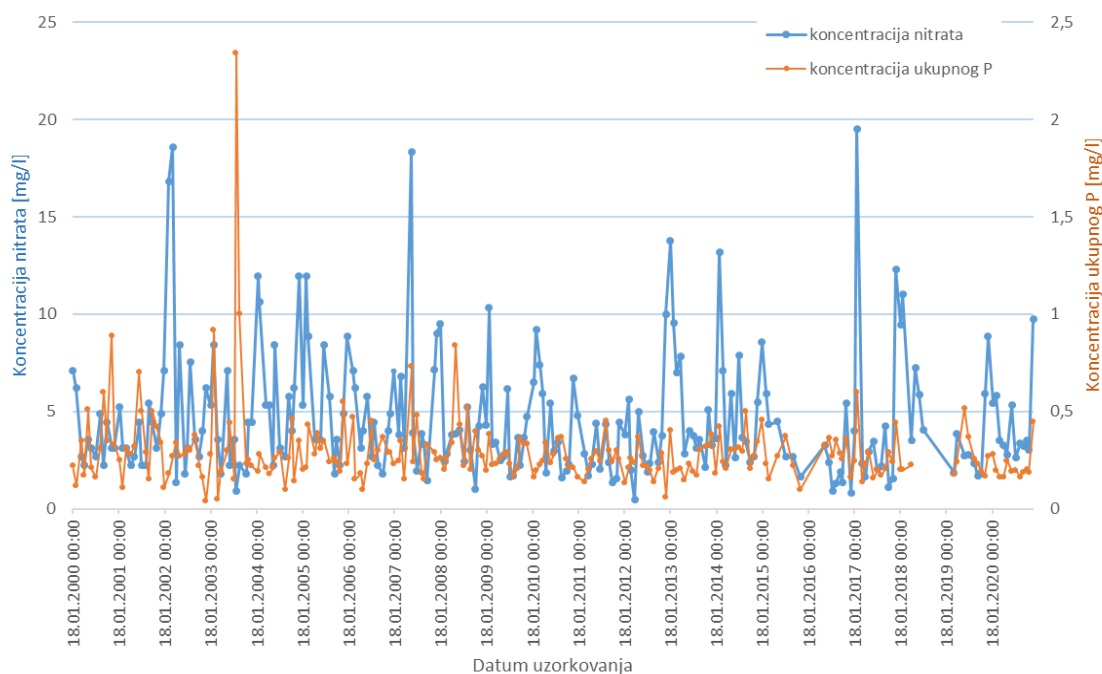
U projektu SAGRA 1 (Romić i sur., 2014) detaljno su, između ostaloga, analizirana proglašena ranjiva područja, prvenstveno temeljem analize rezultata monitoringa površinskih i podzemnih voda u RH. Ta je analiza rezultirala prijedlogom nove sheme monitoringa voda, odnosno nadopunom postojećeg monitoringa površinskih novim postajama, njih 39, a podzemnih voda s njih 147, koje će biti relevantne za praćenje utjecaja poljoprivrede na vode. Opravdanost tadašnje preporuke potvrđena je i u ovom projektu detaljnim analizama višegodišnjih nizova podataka o kakvoći voda na postojećim postajama. To se može argumentirati analizom stanja u aktualnim područjima ranjivima na nitrata iz poljoprivrede. Na slici 10.3 označena su dva područja, grada Kutine i Lipovljana te Istre.



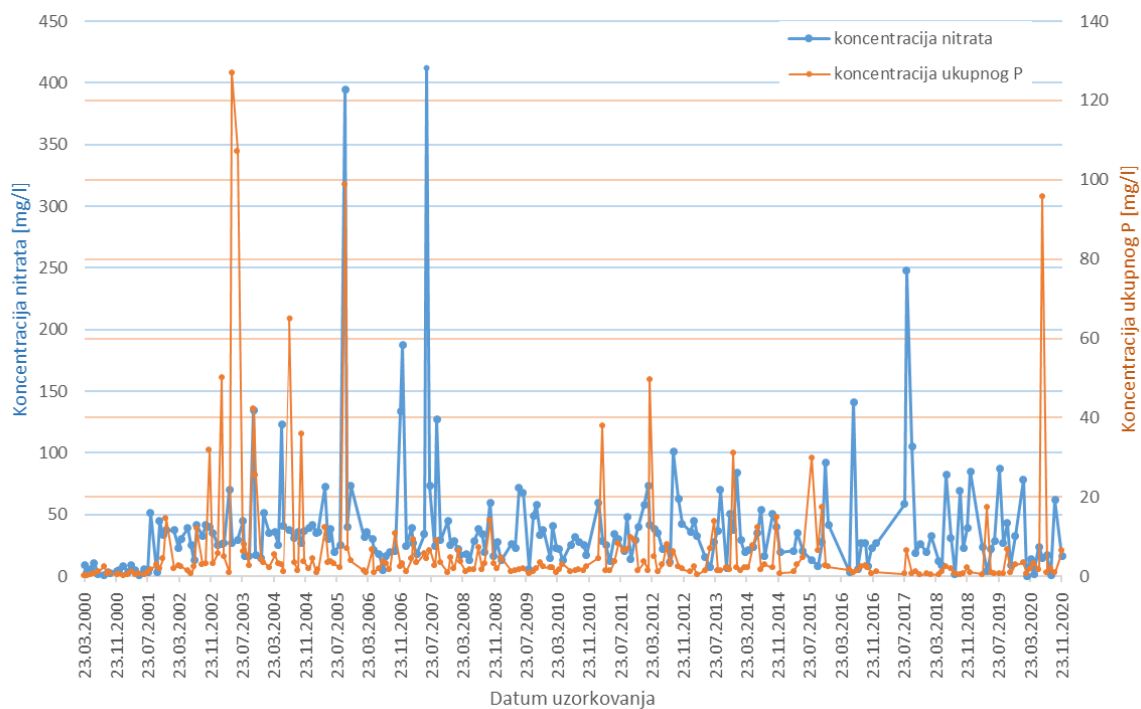
Slika 10.3. Karta područja označenih kao ranjiva na nitrata u Republici Hrvatskoj, istaknuta područja a. grada Kutine i Lipovljana, i b. Istre

Da bismo testirali točnost pretpostavke iz projekta SAGRA 1 da izvor onečišćenja na području grada Kutine i Lipovljana nije iz poljoprivrede već da Kutinica drenira područje koje je pod mogućim utjecajem industrijskih postrojenja i/ili odlagališta njihovog otpada, analizirali smo niz podataka od 2000. – 2020. godine o koncentracijama nitrata i ukupnog fosfora u Ilovi, Veliko Vukovje postaja 15221 (slika 10.4) i Kutinici, prije utoka u Ilovu, postaja 15241 (slika 10.5) i utvrdili sljedeće:

- U vodi Ilove Veliko Vukovje, prosječna koncentracija NO_3^- iznosi $4,56 \text{ mg l}^{-1}$, u rasponu od $0,44$ do $19,5 \text{ mg l}^{-1}$, u razdoblju od 2000.-2020. Međutim, vrijednost medijane je niža od aritmetičke sredine i iznosi $3,54 \text{ mg l}^{-1}$. U istom vremenu utvrđene su i relativno niske koncentracije ukupnog P, prosječno $0,29 \text{ mg l}^{-1}$. Koncentracije ukupnog P više od 1 mg l^{-1} utvrđene su samo u dva mjerenja u 2003. godini.
- Koncentracije NO_3^- u vodi Kutinice prije utoka u Ilovu su značajno više nego u Ilovi, prosječno $37,8 \text{ mg l}^{-1}$, u rasponu od $0,40$ do 412 mg l^{-1} . Prema vrijednosti medijane od $27,8 \text{ mg l}^{-1}$ i pokazatelju asimetričnosti distribucije $g_1=5,17$, jasan je utjecaj incidentnih pojava visokih koncentracija NO_3^- u Kutinici, prije utoka u Ilovu. I raspon koncentracija ukupnog P je značajno veći u Kutinici nego u Ilovi, od $0,15$ do 127 mg l^{-1} , uz veliku asimetričnost distribucije i razliku između vrijednosti aritmetičke sredine ($6,79 \text{ mg l}^{-1}$) i medijane ($2,23 \text{ mg l}^{-1}$).

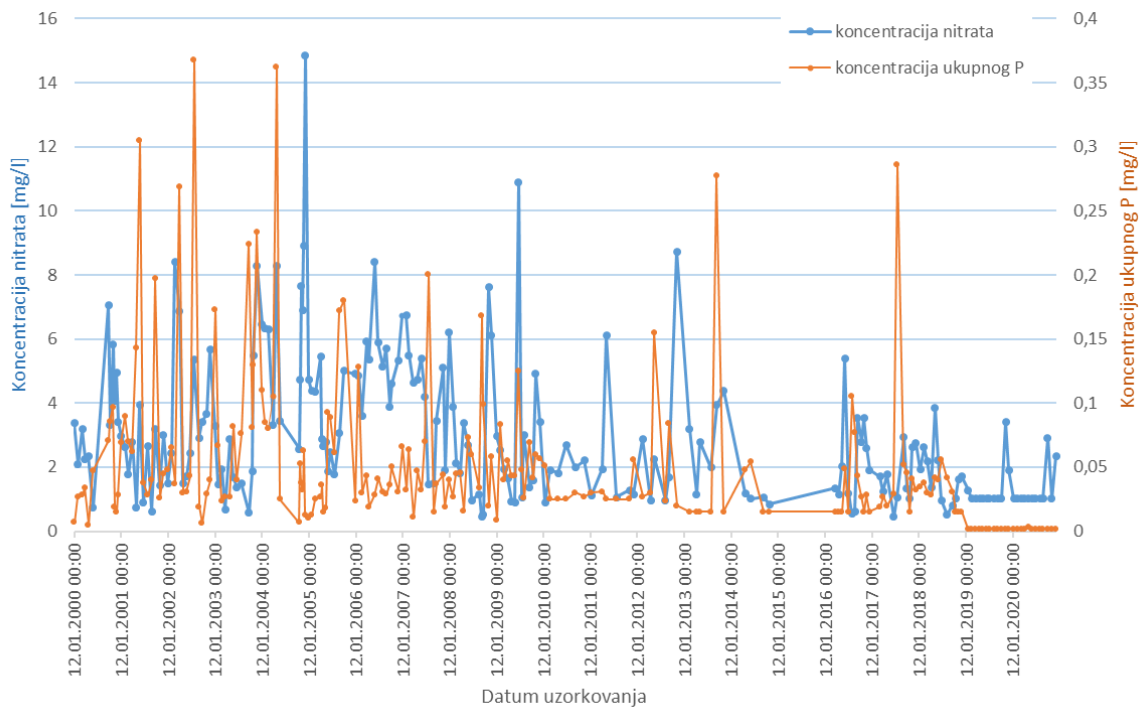


Slika 10.4. Koncentracije nitrata ($\text{mg NO}_3^- \text{ l}^{-1}$) i ukupnog fosfora (mg P l^{-1}) u Ilovi, Veliko Vukovje postaja 15221, u razdoblju od 2000. – 2020. godine

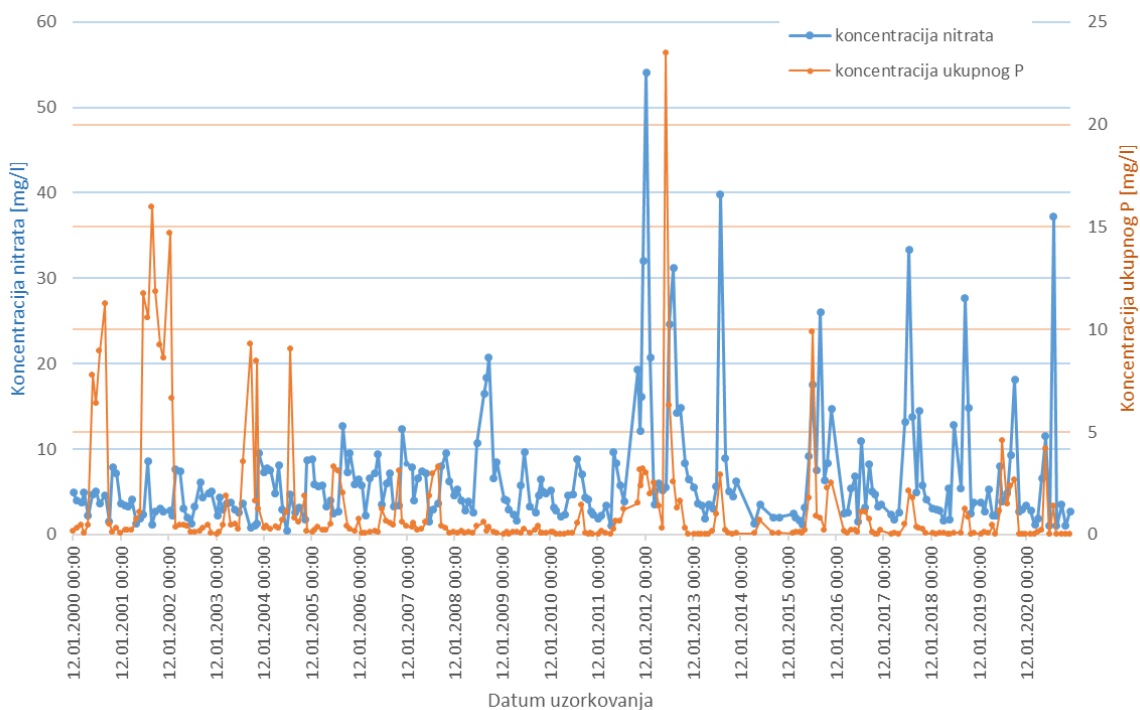


Slika 10.5. Koncentracije nitrata ($\text{mg NO}_3^- \text{l}^{-1}$) i ukupnog fosfora (mg P l^{-1}) u Kutinici, prije utoka u Ilovu, postaja 15241, u razdoblju od 2000. – 2020. godine

Isto je učinjeno i za područje ranjivo na nitrata u Istri. Slika 10.6 prikazuje koncentracije nitrata i fosfora u Pazinčici, postaja Dubravica 31070, a slika 10.7 koncentracije nitrata i fosfora u Pazinčici, na ponoru, postaja 31071.



Slika 10.6. Koncentracije nitrata ($\text{mg NO}_3^- \text{ l}^{-1}$) i ukupnog fosfora (mg P l^{-1}) u Pazinčici, postaja Dubravica 31070, u razdoblju od 2000. – 2020. godine



Slika 10.7. Koncentracije nitrata ($\text{mg NO}_3^- \text{ l}^{-1}$) i ukupnog fosfora (mg P l^{-1}) u Pazinčici, na ponoru, postaja 31071, u razdoblju od 2000. – 2020. godine

- U Pazinčici, na postaji Dubravica, prosječno je u razdoblju 2000.-2020. utvrđeno 2,97 mg NO₃⁻ l⁻¹, u rasponu od 0,44 do 14,8 mg l⁻¹. U istom razdoblju koncentracije ukupnog P kretale su se od 0,002 do 0,368 mg l⁻¹.
- U Pazinčici, na ponoru, prosječna koncentracija NO₃⁻ iznosila je 6,42 mg l⁻¹, u rasponu od 0,44 do 54,0 mg l⁻¹. Puno veća varijabilnost nego na postaji Dubravica utvrđena je i za ukupni P, u rasponu od 0,002 do 23,5 mg l⁻¹. Velika varijabilnost pojave viših koncentracija ukupnog P očigledna je i u razlici između aritmetičke sredine (1,34 mg P l⁻¹) i medijane (0,27 mg P l⁻¹).

Akcijskim planovima propisane su mjere i aktivnosti kojima se kontroliraju i/ili reduciraju otpuštanja hranjivih tvari u vode te bi se stoga provođenje tih mjera odrazilo na kakvoću voda u područjima ranjivima na nitrata iz poljoprivrednih izvora. Međutim, stalna periodična pojava onečišćenja voda na određenim lokacijama unutar područja ranjivih na nitrata ukazuju da izvori nisu iz poljoprivrede te rješavanju tih pojava treba pristupiti na drugačiji način. Jedna od metoda je svakako i provedba ciljanog monitoringa i nedvosmislena identifikacija izvora onečišćenja. Za to je svakako potrebno intenzivirati međusektorsku suradnju institucija nadležnih za kontrolu kakvoće voda i lokalne administracije, odnosno involviranih poslovnih subjekata.

Ukoliko se postaje monitoringa koje periodično pokazuju visoke koncentracije onečišćujućih tvari, a za koje je očigledno da im izvor nije iz poljoprivrede, budu i dalje razmatrale u postupku određivanja područja ranjivih na nitrata, tada ponovo niti provođenje mjera za smanjenje emisija onečišćenja u vode iz poljoprivrede neće biti učinkovito.

10.4. Zaključci

- Temeljem opisanih aktivnosti i iskustva stečenih od početka primjene Direktive o nitratima u Republici Hrvatskoj odlučeno je da će se pristupiti reviziji područja ranjivih na nitrata uzimajući u obzir i povećane rizike povezane sa sinergijskim učinkom klimatskih promjena i poljoprivredne prakse. Trenutačno je u Hrvatskoj u provedbi III. Akcijski program zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_06_73_1374.html te se, s obzirom na to da postoje opsežne i kvalitetne baze podataka o kakvoći voda, očekuje i skora revizija područja ranjivih na nitrata.
- Donošenje odluke o proglašenju područja ranjivih na nitrata ne bi smjelo biti temeljeno na podacima o kakvoći voda na postajama koje su pod utjecajem drugih izvora, a ne poljoprivrede. Takve izvore moguće je identificirati temeljitom statističkom i geostatističkom analizom niza podataka o kakvoći voda koji se prikupljaju putem različitih programa monitoringa voda u Republici Hrvatskoj.

11. MODEL PROSTORNE ANALIZE PRITISAKA IZ POLJOPRIVREDE I KARTA POTENCIJALNO RANJIVIH PODRUČJA

Autori: doc. dr. sc. Marina Bubalo Kovačić, prof. dr. sc. Davor Romić, prof. dr. sc. Marija Romić

11.1. Uvod

Direktiva o nitratima (91/676/EEC) nalaže reviziju područja ranjivih na nitrate (engl. Nitrate Vulnerable Zones - NVZs) svake četiri godine. Metodologija označavanja NVZs uključuje korištenje velikog broja kartografskih podloga (npr. geoloških, hidrogeoloških, pedoloških i drugih karata) u kombinaciji s bazama podataka prikupljenima monitoringom voda na nacionalnoj razini te procjeni količina hranjivih tvari otpuštenih u okoliš iz poljoprivredne proizvodnje.

Osnovni smisao Direktive o nitratima jest zaštita voda od onečišćenja hranjivim tvarima, prvenstveno nitratima, iz poljoprivrede. Prvi uvjet koji treba biti ispunjen da bi se mogle identificirati vode onečišćene nitratima kao posljedica ispiranja s poljoprivrednog zemljišta i stočarskih farmi jest uspostava **monitoringa podzemnih voda** koji se može pouzdano povezati s navedenim potencijalnim izvorima onečišćenja.

Nakon određivanja područja ranjivih na nitrate, poljoprivredni proizvođači unutar NVZs moraju slijediti Akcijski program i primjenjivati mjere za smanjenje onečišćenja voda iz poljoprivrede.

Osnovni kriterij za procjenu uspješnosti Akcijskog programa u prethodnom razdoblju jest taj da se utvrdi za koliko je smanjen broj postaja monitoringa podzemnih voda koje su imale koncentracije nitrata $> 50 \text{ mg NO}_3^- / \text{l}$, odnosno da se utvrdi učinkovitost mjera iz Akcijskog programa.

Ponašanje kemijskih tvari u tlu i vodi je vrlo složeno i promjenjivo ovisno o brojnim okolišnim čimbenicima, ali se smjer promjena može pretpostaviti ili prognozirati na temelju ocjene učinkovitosti Akcijskog programa u prethodnom razdoblju. Svaka promjena mjera temeljena na rezultatima analize prethodnog izvještajnog razdoblja trebala bi rezultirati smanjenjem emisija hranjivih tvari iz poljoprivrede u vode.

Granica područja koje se proglašava ranjivima na nitrate mora biti čvrsto određena, bez obzira na to što se generira unutar geografski, geološki ili hidrološki definiranih područja. Odluku o proglašenju NVZs donosi Vlada Republike Hrvatske. Unutar NVZs, poljoprivredni proizvođači su obveznici primjene mjera propisanih Akcijskim planom.

Metodologija označavanja NVZs u državama Europske unije se kontinuirano preispituje, modificira i prilagođava novim okolišnim i proizvodnim uvjetima. Uz to, nema univerzalnog modela koji bi se s jednakom učinkovitosti mogao primijeniti u svakoj državi članici EU, ili bilo kojoj drugoj državi. Ključni element za primjenu modela jesu objektivni i pouzdani znanstveno i stručno utemeljeni pokazatelji o stanju voda i potencijalnim pritiscima, a konačna odluka o administrativnom modelu označavanja NVZs je u nadležnosti državne uprave i zakonodavnih tijela.

Cilj ovog poglavlja je da se sažeto prikažu znanstveno i stručno utemeljeni pokazatelji o stanju voda i potencijalnim pritiscima, u vidu podataka o poljoprivrednoj proizvodnji, i biljnoj i stočarskoj, o njenom prostornom intenzitetu na području RH te stanju trofičnosti površinskih voda. Konačne karte potencijalnog pritiska na vode objektivno prikazuju stanje s obzirom na dostupnost i kvalitetu ulaznih podataka, pri čemu se ozbiljno ograničenje s tog aspekta odnosi na prostorni raspored i neujednačenost dubine piezometara za monitoring kakvoće podzemne vode.

Završni proizvod ove opsežne analize je prijedlog metodologije za utvrđivanje područja ranjivih na nitrata iz poljoprivrede u Republici Hrvatskoj te sukladno tome i prijedloga označavanja područja ranjivih na nitrata u Republici Hrvatskoj. Prema uvjetima koje je postavio Naručitelj ove studije, modeli su razvijeni i prikazani silazno na nižu prostornu/administrativnu cjelinu, od regionalne do razine općina sukladno sadašnjem administrativnom ustroju u Republici Hrvatskoj. Mogućnost da se izradi model za prostornu jedinicu vodnog područja u dogovoru s Naručiteljem i sukladno projektnom zadatku nije razmatran.

11.2. Razvoj modela za utvrđivanja područja ranjivih na nitrata (NVZs) u Republici Hrvatskoj

Ključni podaci potrebni za reviziju prethodno utvrđenih NVZs jesu oni koji se odnose na sljedeće:

- koncentracije hranjivih tvari, prvenstveno nitrata u podzemnim i površinskim vodama,
- eutrofikaciju površinskih voda,
- procjenu učinka prethodnih akcijskih programa na kakvoću voda i promjenu tehnologija u poljoprivredi,
- simulacije i modeliranje trendova kakvoće voda.

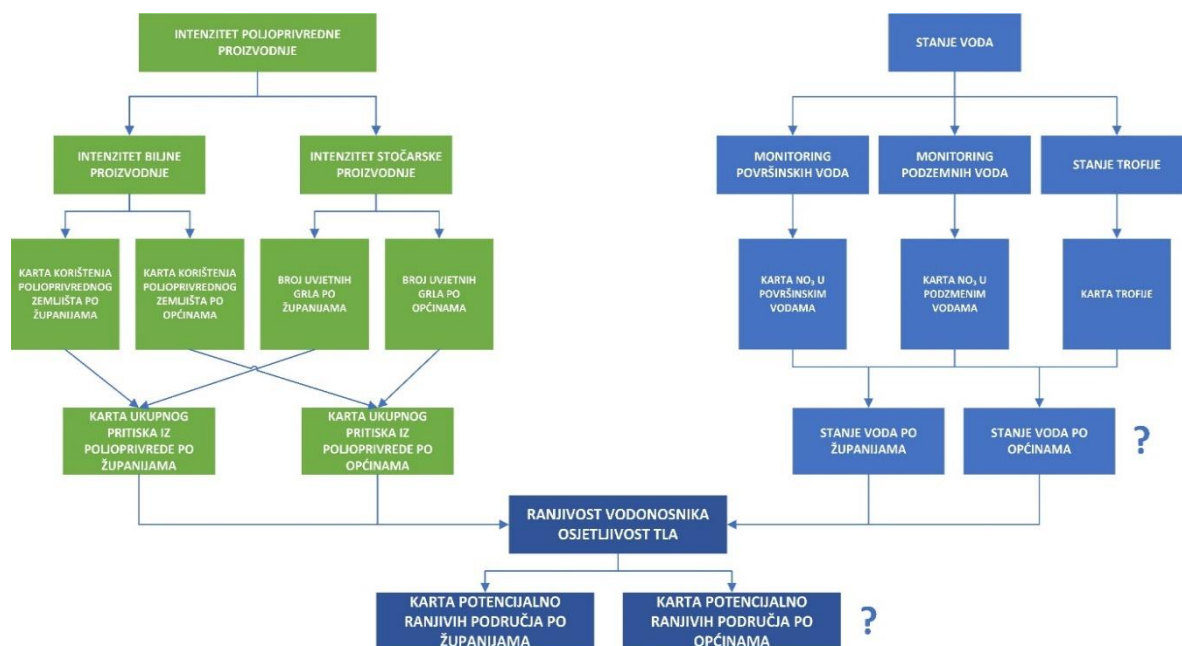
U ovoj studiji su prethodno detaljno i odvojeno analizirani prostorni i ostali podaci potrebni za izradu prijedloga modela za utvrđivanje područja ranjivih na nitrata (NVZs) u Republici Hrvatskoj:

- način korištenja poljoprivrednog zemljišta
- podaci o biljnoj poljoprivrednoj proizvodnji
- podaci o stočarskoj proizvodnji
- hidrogeološke podloge
- pedološke podloge
- podaci o kakvoći podzemne vode
- podaci o kakvoći površinskih voda
- i drugi pomoćni kartografski ili numerički podaci.

Na slici 11.1 prikazana je shema generiranja karata s označenim područjima potencijalno ranjivima na nitrata iz poljoprivrede, na dvije konačne administrativne razine: regionalnoj i razini općina. Model je razvijen na temelju dvije skupine podataka:

1. stanju površinskih i podzemnih voda, uključujući i trofičnost površinskih voda,
2. intenzitetu biljne i stočarske poljoprivredne proizvodnje.

Konačno su u analizu uvedene i karte relevantne za ocjenu ranjivosti vodonosnika i osjetljivost tla te su karte potencijalne ranjivosti generirane na dvije administrativne razine u Republici Hrvatskoj: 1. na razini županija i 2. na razini općina.



Slika 11.1. Shema modela izrade karte potencijalne ranjivosti područja na nitratre iz poljoprivrede u Republici Hrvatskoj

Kako je već navedeno, nema univerzalnog modela koji bi se s jednakom učinkovitosti mogao primijeniti u svakoj državi članici EU, ili bilo kojoj drugoj državi. Iskustva su različita, u nekim je državama cijeli teritorij proglašen ranjivim na nitratre iz poljoprivrede, u nekima po slivnim područjima, u nekima je to ovisno o administrativnom i političkom ustroju učinjeno regionalno, odnosno po jedinicama regionalne ili lokalne samouprave. U projektnom zadatku je Naručitelj definirao da se prostorna analiza provede do razine jedinice lokalne samouprave odnosno općine.

To svakako znači da je konačna odluka o utvrđivanju NZVs u Republici Hrvatskoj zapravo politička odluka koju donosi Vlada RH na temelju znanstvene i stručne analize stanja te svojih strateških gospodarskih i okolišnih smjernica i učinka akcijskih planova u prethodnim razdobljima.

Ovaj projekt odnosi se na znanstvenu i stručnu analizu stanja voda i potencijalnih pritisaka na vode iz poljoprivrede. Formirana je jedinstvena baza podataka, harmonizirane su metode ispitivanja kakvoće voda i način prikaza, sve prostorne lokacije su georeferencirane tako da je na podacima moguće provesti niz različitih statističkih i geostatističkih analiza, generirati različite tematske karte te primijeniti napredne metode strojnog učenja.

11.3. Pregled korištenih baza podataka i kartografskih podloga

11.3.1. Usklađenost baze podataka i stanje kakvoće voda

Od ukupnog broja od 1246 postaja monitoringa kakvoće površinskih voda u Republici Hrvatskoj koje su inicijalno bile dostupne, za formiranje baze je nakon usklađivanja odabrana 761 postaja (poglavlje 4). Usklađivanje je temeljeno na nizu kriterija, a prvenstveno na višegodišnjem kontinuitetu mjerenja na pojedinim postajama monitoringa. Po načinu korištenja zemljišta, 615 postaja nalazi se na poljoprivrednom zemljištu, a 146 postaja na šumskom. U obzir je uzeta i prihvaćena regionalna prostorna raspodjela na Panonsku (472 postaje) i Jadransku regiju (289 postaja).

Za svaku postaju površinskih voda definirano je stanje trofičnosti te su, prema Okvirnoj direktivi o vodama (Water Framework Directive – WDF) i u dogovoru s Naručiteljem, sve postaje čije je stanje utvrđeno kao *eutrofno* i *potencijalno eutrofno* uključene u daljnju analizu kao područja potencijalno ranjiva na nitrate.

Cijeli teritorij Republike Hrvatske zadovoljavajuće je pokriven postajama monitoringa kakvoće površinskih voda na kojima se kontinuirano analiziraju i koncentracije NO_3^- (mg/l). Ipak, gustoća postaja je veća u kontinentalnom dijelu na velikim međunarodnim rijekama. Tako je povećanje koncentracija NO_3^- (mg/l) u površinskim vodama utvrđeno uz tokove velikih međunarodnih rijeka u Panonskoj regiji, dok je u Jadranskoj regiji prostorna distribucija pozitivnog/negativnog smjera promjena nepravilna.

Mreža postaja monitoringa podzemnih voda se po broju i prostornoj raspodjeli značajno razlikuje od rasporeda postaja monitoringa površinskih voda. Nakon inicijalnog usklađivanja, u daljnju analizu je uključeno 380 postaja, od kojih se 327 nalazi na poljoprivrednom, a 53 na šumskom zemljištu.

Generalno gledajući, inicijalna namjena, prostorna raspodjela i dubina uzorkovanja podzemne vode ne omogućava pouzdano povezivanje onečišćenja nitratima kao posljedice ispiranja s poljoprivrednog zemljišta i stočarskih farmi kao potencijalnim izvorima onečišćenja.

Pri utvrđivanju stanja podzemne vode u analizu područja potencijalno ranjivih na nitrate uvrštene su one lokacije na kojima je prosječna koncentracija NO_3^- u analiziranom razdoblju bila ≥ 25 mg/l. Na 85,9 % postaja je prosječna koncentracija NO_3^- bila ≤ 25 mg/l. Međutim, prostorni raspored postaja monitoringa podzemne vode u Republici Hrvatskoj nije ravnomjeran niti ciljan na utvrđivanje utjecaja iz poljoprivrede. S obzirom na drugu namjenu, postaje monitoringa podzemne vode koncentrirane su na području Grada Zagreba i Zagrebačke županije.

Prema analizi stanja trofičnosti površinskih voda na postajama monitoringa, najveći broj postaja ima definirano vrlo dobro i dobro stanje, što je rezultiralo i time da je 72 % postaja na razini Republike Hrvatske klasificirano kao nije eutrofno u pogledu potencijala trofičnosti. Na

razini Republike Hrvatske, 17 % postaja je klasificirano kao eutrofno, ali je značajna razlika između Panonske (27 %) i Jadranske regije (6 %).

Analiza prikazana u ovoj studiji provedena je uzimajući u obzir sve kriterije propisane zajedničkom metodologijom u Europskoj uniji. Ključno je praćenje stanja voda unutar četverogodišnjeg ciklusa izvješćivanja o sljedećem:

- koncentraciji nitrata u podzemnoj vodi i površinskim vodama,
- eutrofikaciji površinskih voda,
- planu revizije NVZs i akcijskih programa,
- procjeni budućeg trenda kakvoće voda.

Premda institucije u Republici Hrvatskoj odgovorne za provedbu Direktive o nitratima provode praćenja i izvješćivanja, uvjet koji još uvijek nije u potpunosti ispunjen za potvrdu pouzdanosti procjene jest taj da nije uspostavljen strateški ciljani monitoring podzemnih voda kojim bi se s visokom razinom pouzdanosti mogla utvrditi utjecaj poljoprivrede kao dominantnog izvora onečišćenja podzemne vode. K tome, neujednačen prostorni raspored i različite dubine ugradnje piezometara na postajama monitoringa podzemne vode onemogućavaju pouzdanu interpolaciju koncentracija nitrata, ali i drugih analiziranih pokazatelja.

Stoga se ovdje još jednom naglašava potreba uspostave ciljanog monitoringa podzemne vode za potrebe određivanja područja ranjivih na nitrate, kako je bilo predloženo u dokumentima SAGRA 1 (Romić i sur., 2014) i SAGRA 2 (Ondrašek i sur., 2019.).

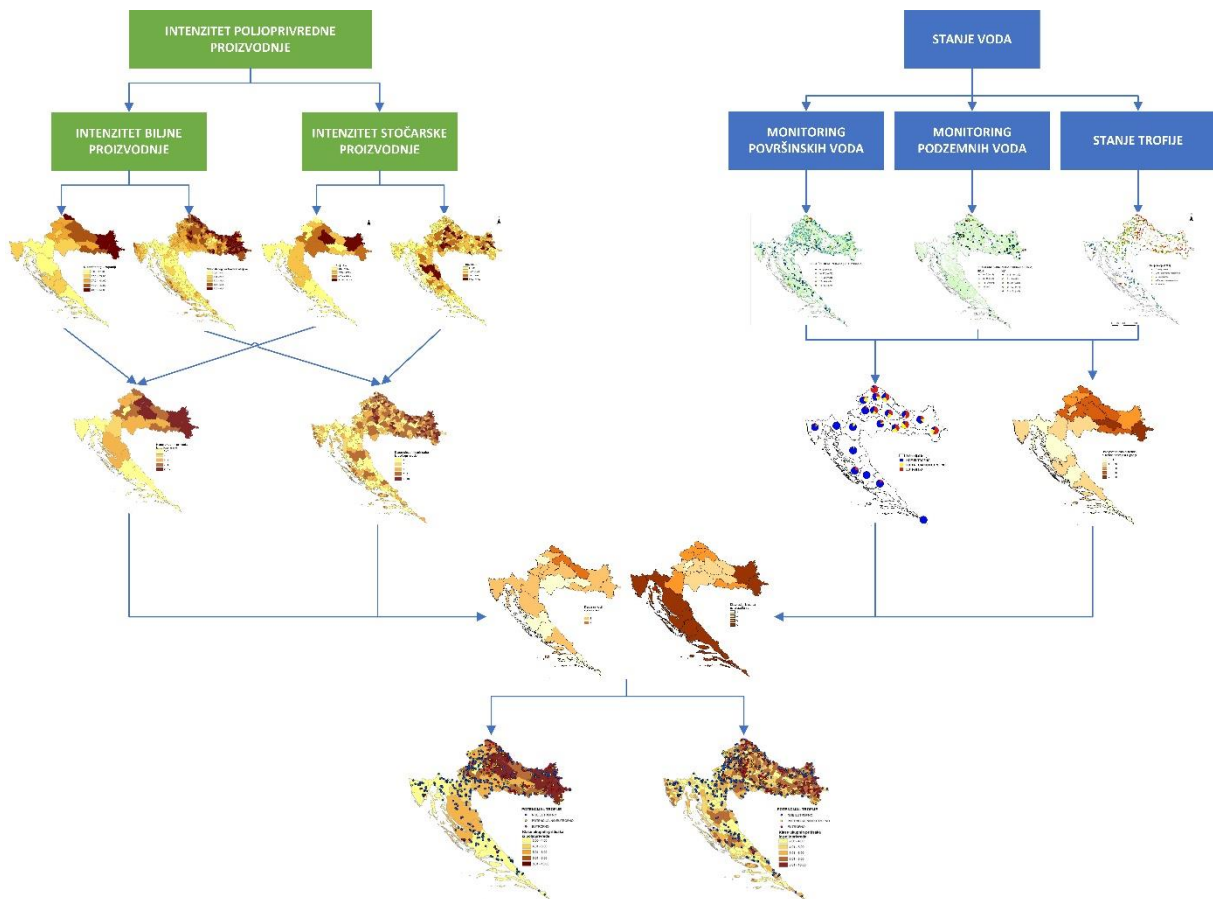
11.3.2. Potencijalni pritisci - intenzitet poljoprivredne proizvodnje

Intenzitet biljne i stočarske poljoprivredne proizvodnje je ključni indikator potencijalnog pritiska na vode iz poljoprivrede nekog područja. Ta je analiza uz stanje voda bila ključni ulazni parametar za izradu modela potencijalnog pritiska iz poljoprivrede na onečišćenje voda (slika 11.2).

U poglavlju 7 ove studije detaljno su prikazani podaci o načinu korištenja poljoprivrednog zemljišta i strukturi poljoprivredne biljne proizvodnje u Republici Hrvatskoj. Izdvojena su područja s 5 klasa intenziteta biljne proizvodnje na razini regija i općina u Republici Hrvatskoj.

Sljedeći ulazni parametar za izradu modela potencijalnog pritiska iz poljoprivrede jest analiza intenziteta stočarske proizvodnje kao doprinos ukupnom pritisku na vode (poglavlje 8). Temeljem detaljne analize i tu su izdvojena područja rangirana u 5 klasa intenziteta stočarske proizvodnje na razini regija i općina u Republici Hrvatskoj.

Zajedničko procesiranje podataka o procijenjenom intenzitetu biljne poljoprivredne i stočarske proizvodnje rezultiralo je kartom potencijalnog pritiska iz poljoprivrede na vode na razini a. regija i b. općina u Republici Hrvatskoj (slika 11.2).



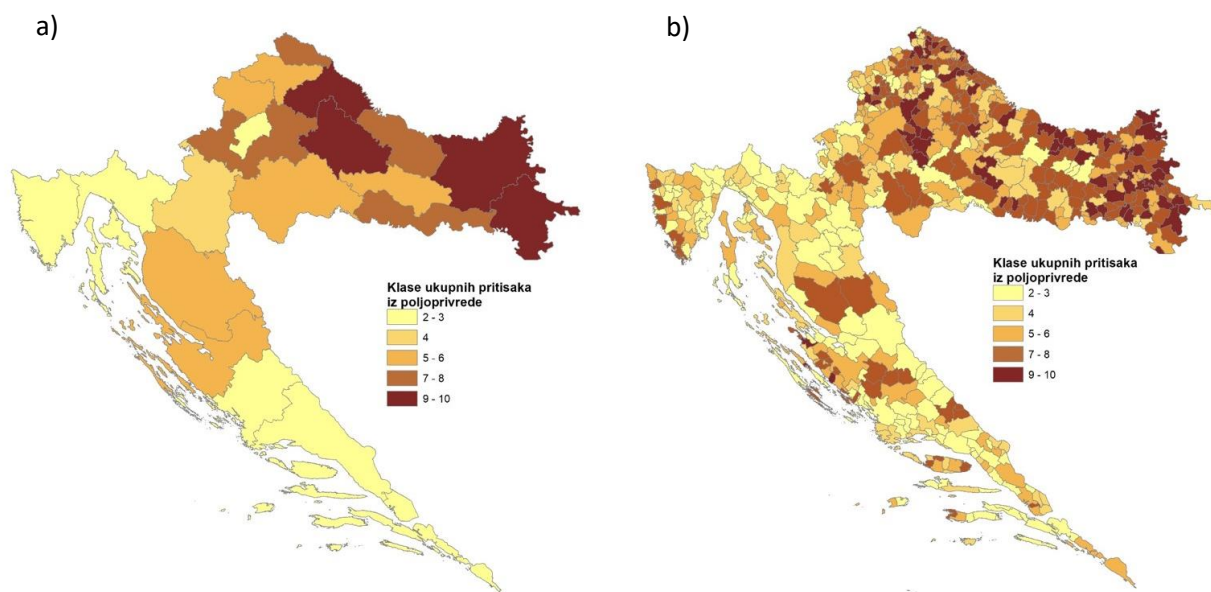
Slika 11.2. Podloge koje su korištene u prijedlogu modelu označavanja područja ranjivih na nitrata iz poljoprivrede u Republici Hrvatskoj

Za definiranje utjecaja biljne proizvodnje kao potencijalnog pritiska na vode ekspertnom procjenom je utvrđeno da je relevantan podatak o udjelu obradivih poljoprivrednih površina unutar županije odnosno općine. Na obradive poljoprivredne površine primjenjuje se najviše mineralnih gnojiva (detaljno obrađeno po kulturama u dokumentima SAGRA 1 (Romić i sur. 2014.) i SAGRA 2 (Ondrašek i sur., 2019). K tome treba dodati i primjenu stajskog gnoja koja je i dio potencijalnih pritiska iz stočarske proizvodnje.

Potencijalni pritisak iz biljne proizvodnje na području Republike Hrvatske podijeljen je u 5 razreda/klasa gdje se županije/općine s najmanjim udjelom obradivih površina na svojoj površini svrstavaju u 1. razred, a one s najvišim udjelom u 5. razred. Karta pritiska i stočarske proizvodnje također je izrađena na temelju procjene broja UG i potencijalnog unosa dušika iz stočarske proizvodnje na poljoprivredne površine, što je podijeljeno također u 5 razreda.

S povećanjem intenziteta povećava se i opterećenje na određenom prostoru. Maksimalno opterećenje proizvodnje iz biljne i stočarske svrstava se u 5. razred/klasu. Sumiranjem oba izvora opterećenja dolazimo do toga da minimalni pritisak iz poljoprivredne proizvodnje može iznositi 2 ako su u analiziranoj prostornoj jedinici pritisci iz biljne i stočarske proizvodnje u 1. razredu, odnosno može iznositi najviše 10 ako su u definiranoj prostornoj jedinici pritisci iz biljne i stočarske proizvodnje u 5. razredu.

Na slici 11.3 prikazane su karte a. faktora opterećenja voda na razini županije i b. na razini općine u Republici Hrvatskoj. Područja koja pripadaju razredima 7-8 i 9-10, dakle višeg intenziteta opterećenja voda iz poljoprivrede, mogu se smatrati potencijalno ranjivima na nitrate.



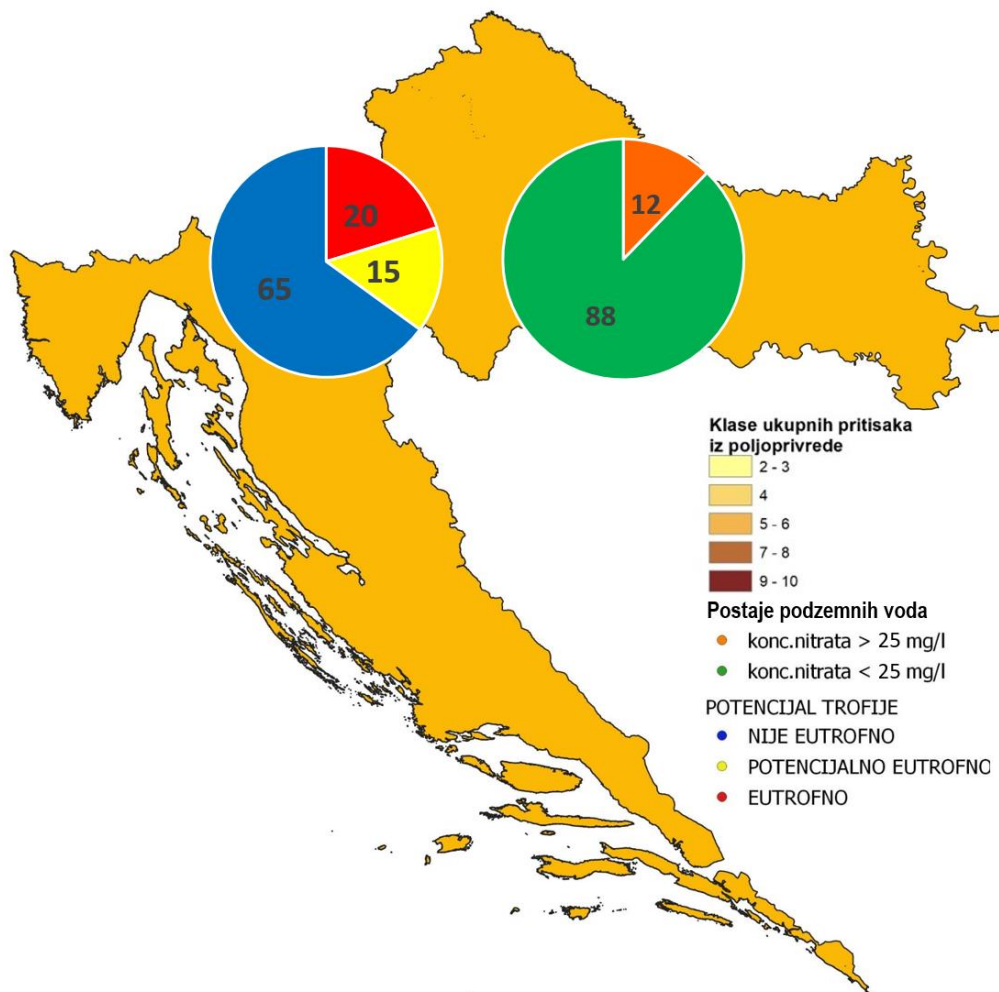
Slika 11.3. Ukupni pritisak iz poljoprivrede po administrativnom ustroju **a)** po županijama i **b)** po općinama u Republici Hrvatskoj

11.3.3. Prostorni kriterij za određivanje područja ranjivih na nitrate u Republici Hrvatskoj

Nakon detaljne prostorne analize koja je podrazumijevala različite scenarije u kojima su uključene ranjivost vodonosnika i osjetljivost tala na propuštanje onečišćivala na razini županije i općine, utvrđeno je da navedene varijable ne mogu imati jednaku težinu kod definiranja stanja voda jer su definirane s obzirom na pronos vode i potencijalnih onečišćivala kroz sloj tla, a stanje voda je definirano egzaktnim pokazateljima kakvoće površinskih voda. Isto tako, analizom je potvrđeno da se na razini županije gubi prostorna varijabilnost dominantnih utjecaja te je prosudba područja potencijalno ranjivih na nitrate provedena na razini općine.

Analiza stanja za scenarij 1 – proglašavanje teritorija cijele države ranjivim na nitrata iz poljoprivrede (slika 11.4)

- na razini cijele države procijenjena je klasa ukupnog pritiska iz poljoprivrede 5-6, što znači da se označeno područje ne smatra potencijalno ranjivim na nitrata s tog kriterija;
- na 88 % postaja monitoringa podzemne vode prosječna koncentracija NO_3^- za razdoblje 2000.-2020. bila ≤ 25 mg/l, a na 12 % postaja monitoringa podzemne vode prosječna koncentracija $\text{NO}_3^- \geq 25$ mg/l; prema tom se kriteriju samo 12 % područja pokrivenog postajama monitoringa podzemne vode smatra potencijalno ranjivim na nitrata;
- po potencijalu trofičnosti površinskih voda, 65 % postaja monitoringa nije eutrofno, 15 % je potencijalno eutrofno, a 20 % je eutrofno; to znači da se 35 % postaja monitoringa površinskih voda prema ovom kriteriju svrstava u područja potencijalno ranjiva na nitrata;
- u konačnici se procjenjuje da je 36 % teritorija Republike Hrvatske potencijalno ranjivo na nitrata iz poljoprivrede.



Slika 11.4. Postaje monitoringa površinskih i podzemnih voda sa opisanim stanjem voda (%)

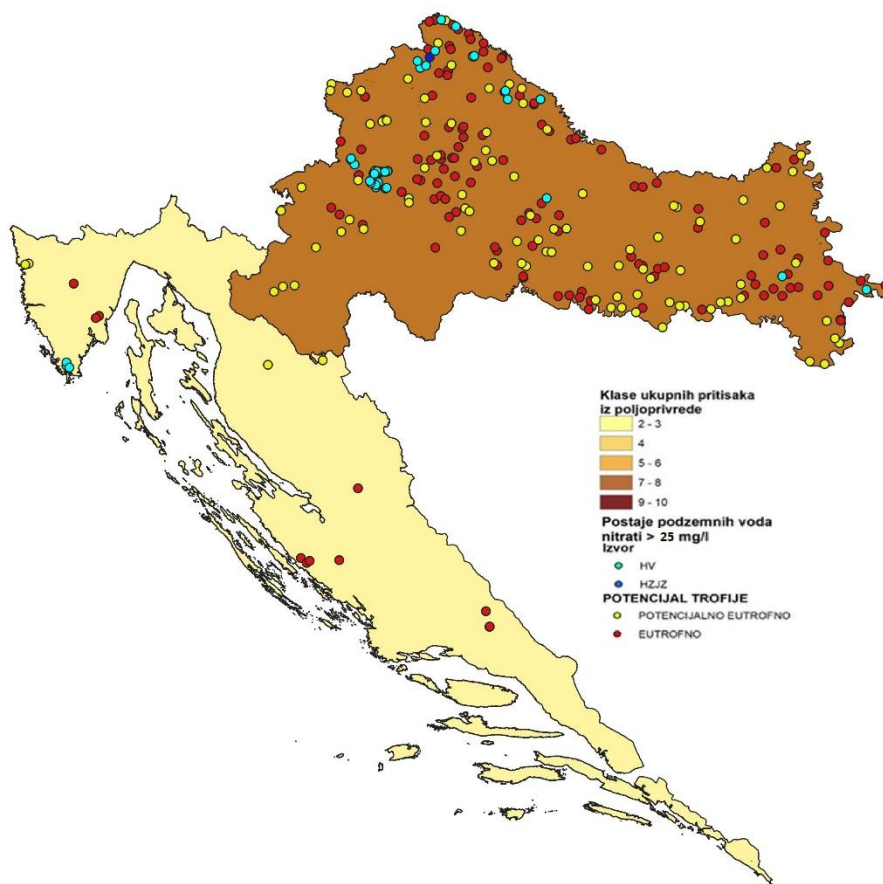
Analiza stanja za scenarij 2 – proglašavanje teritorija regije ranjivim na nitrata iz poljoprivrede (slika 11.5 i slika 11.6)

Panonska regija

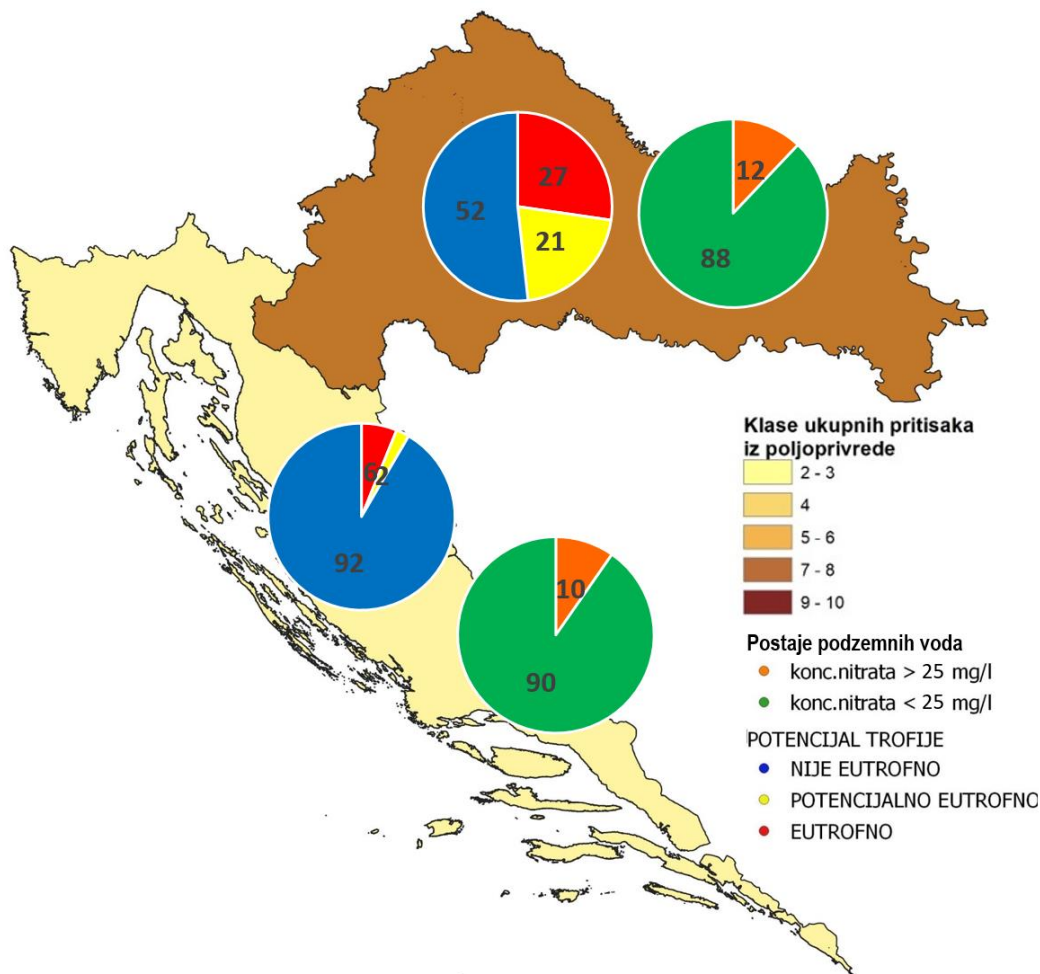
- na razini Panonske regije procijenjena je klasa ukupnog pritiska iz poljoprivrede od 7-8, te se s tog kriterija označeno područje se smatra potencijalno ranjivim na nitrata;
- na 88 % postaja monitoringa podzemne vode prosječna za razdoblje 2000.-2020. koncentracija NO_3^- bila ≤ 25 mg/l, a na 12 % postaja monitoringa podzemne vode prosječna koncentracija $\text{NO}_3^- \geq 25$ mg/l; prema tom se kriteriju samo 12 % područja pokrivenog postajama monitoringa podzemne vode smatra potencijalno ranjivim na nitrata;
- po potencijalu trofičnosti površinskih voda, 52% postaja monitoringa nije eutrofno, 21 % je potencijalno eutrofno, a 27 % je eutrofno; to znači da se 48 % postaja monitoringa površinskih voda prema tom kriteriju svrstava u područja potencijalno ranjiva na nitrata;
- zbrojem utjecaja tri osnovna kriterija za ocjenu potencijalne ranjivosti na nitrata iz poljoprivrede na regionalnoj razini procijenjeno je da je 47 % Panonske regije potencijalno ranjivo.

Jadranska regija

- za Jadransku regiju je procijenjena klasa ukupnog pritiska iz poljoprivrede 2-3, te se prema tom kriteriju označeno područje se ne smatra potencijalno ranjivim na nitrata;
- na 90 % postaja monitoringa podzemne vode prosječna koncentracija $\text{NO}_3^- \leq 25$ mg/l za razdoblje 2000.-2020., a na 10 % postaja monitoringa podzemne vode prosječna koncentracija $\text{NO}_3^- \geq 25$ mg/l; prema tom se kriteriju samo 10 % područja pokrivenog postajama monitoringa podzemne vode smatra potencijalno ranjivim na nitrata;
- po potencijalu trofičnosti površinskih voda, 92 % postaja monitoringa nije eutrofno, 2 % je potencijalno eutrofno, a 6 % je eutrofno; to znači da se 8 % postaja monitoringa površinskih voda s ovog kriterija svrstava u područja potencijalno ranjiva na nitrata;
- zbrojem utjecaja tri osnovna kriterija za ocjenu potencijalne ranjivosti na nitrata iz poljoprivrede na regionalnoj razini procijenjeno je da je 16 % Jadranske regije potencijalno ranjivo.



Slika 11.5. Potencijalni prosječni pritisak iz poljoprivrede po regijama u RH s prikazom postaja podzemnih voda u kojima su koncentracije $\text{NO}_3^- \geq 25 \text{ mg/l}$ i površinskih voda koje su ocijenjene kao eutrofne i potencijalno eutrofne

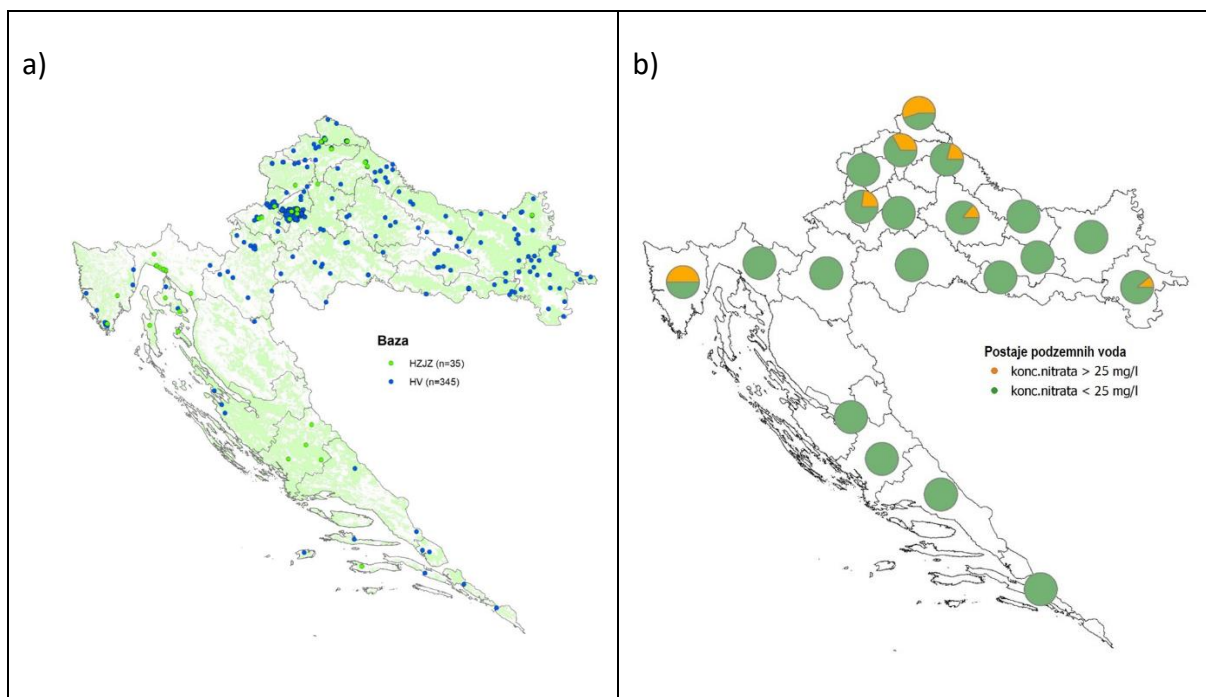


Slika 11.6. Potencijalni prosječni pritisak iz poljoprivrede po regijama u RH sa prikazom broja postaja podzemnih voda koje imaju prosječne koncentracije nitrata ≤ 25 ili $\geq 25 \text{ mg NO}_3^-/\text{l}$ i površinskih voda sa stanjem trofičnosti

Razvijanje scenarija za niže prostorne/administrativne jedinice, odnosno županije i općine suočava se s problemom neravnomjernog rasporeda postaja monitoringa prvenstveno podzemne vode. Taj kriterij postaje diskriminirajući za neke prostorne jedinice, najizraženije za razinu općina.

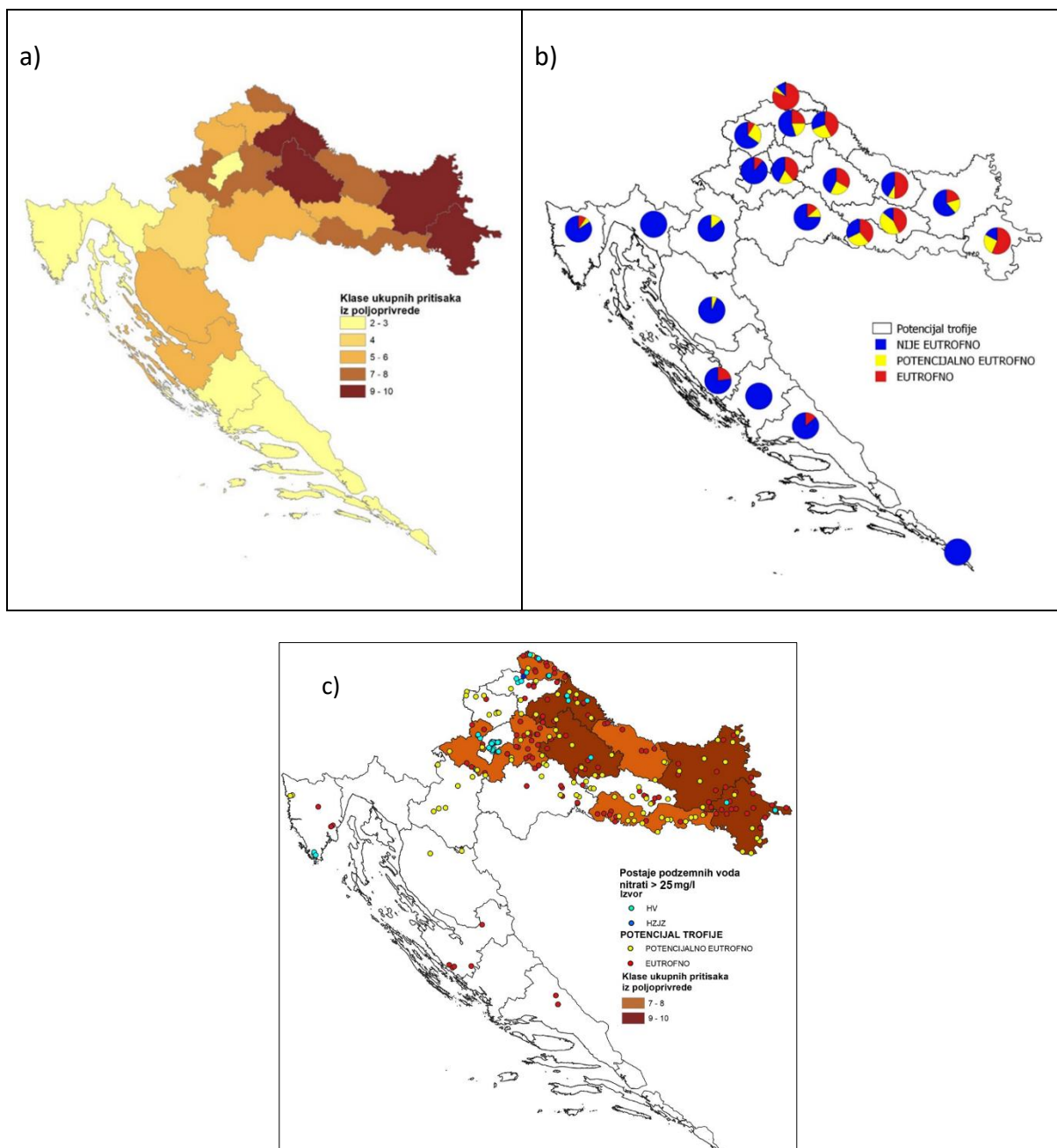
Analiza stanja za scenarij 3 – proglašavanje teritorija županije ranjivim na nitrata iz poljoprivrede (slika 11.7)

Na slici 11.7 prikazan je a. raspored i gustoća postaja monitoringa podzemne vode u Republici Hrvatskoj koja je formirana nakon harmonizacije (detaljno opisano u poglavlju 3 ove studije), i b. udjeli postaja monitoringa podzemne vode u kojima su prosječne koncentracije NO_3^- u razdoblju 2010.-2020. bile $\geq 25 \text{ mg/l}$.



Slika 11.7 a) Raspored i gustoća postaja monitoringa podzemne vode u Republici Hrvatskoj, **b)** broj postaja monitoringa podzemnih voda (%) s koncentracijama nitrata ≥ 25 mg NO_3^-/l po županijama u Republici Hrvatskoj

Kako je prikazano na slici 11.8 a), najviše procijenjeno ukupno opterećenje iz poljoprivrede u klasi 9 – 10 imaju 4 županije: Bjelovarsko-bilogorska, Koprivničko-križevačka, Osječko-baranjska i Vukovarsko-srijemska županija. Ukupno opterećenje iz poljoprivrede u klasi 7 – 8 imaju 4 županije: Zagrebačka, Međimurska, Virovitičko-podravska i Brodsko-posavska županija. Na slici 11.8 b) prikazani su postotni udjeli postaja monitoringa površinskih voda s aspekta trofičnosti. Međutim, iz slike 11.8 c) je vidljivo da i u županijama koje zbog prirodnih karakteristika krajolika odnosno geomorfologije ili antropogenih utjecaja koji se odnose na urbanizaciju i industriju ima postaja monitoringa podzemne vode s prosječnim koncentracijama $\text{NO}_3^- \geq 25$ mg/l, odnosno postaja monitoringa površinskih voda koje su eutrofne ili potencijalno eutrofne.



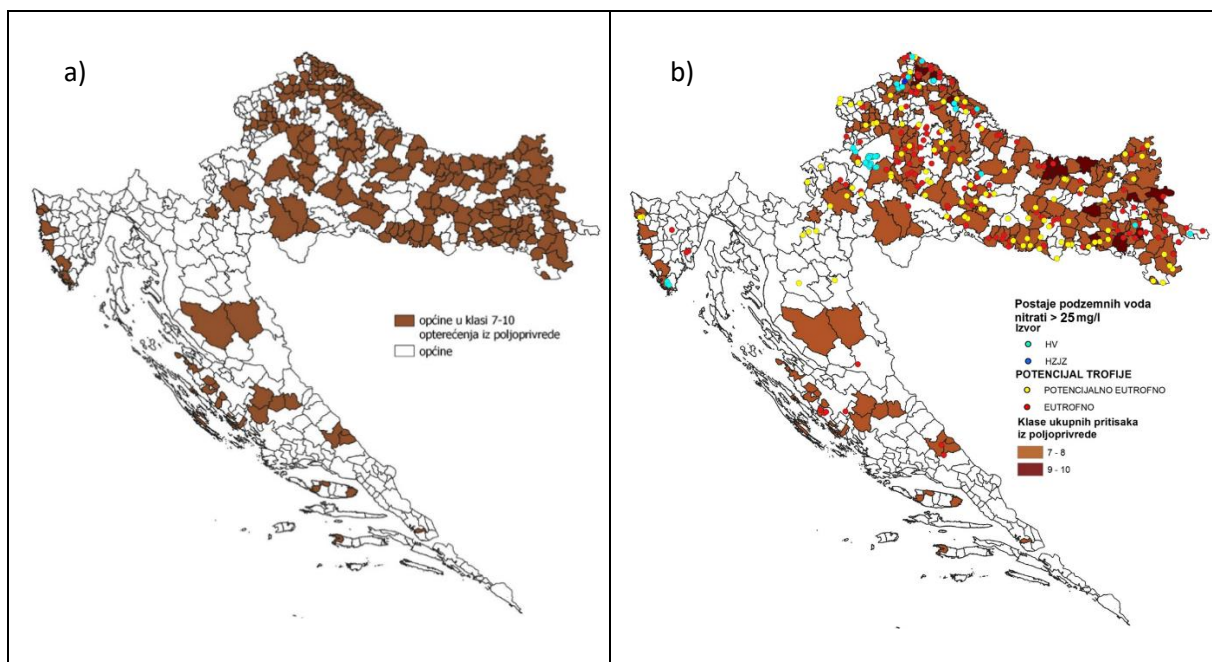
Slika 11.8. a) Klase ukupnog pritiska iz poljoprivrede po županijama u Republici Hrvatskoj, **b)** postotni udjeli postaja monitoringa površinskih voda s aspekta trofičnosti, **c)** postaje monitoringa podzemne vode s prosječnim koncentracijama $\text{NO}_3^- \geq 25 \text{ mg/l}$, odnosno postaje monitoringa površinskih voda koje su eutrofne ili potencijalno eutrofne

Na području Ličko-senjske županije nema niza motrenja podzemnih voda koji odgovara metodologiji za izradu ove studije. Najveći udio postaja podzemnih voda na kojima je koncentracija $\text{NO}_3^- \geq 25 \text{ mg/l}$ ima Međimurska županija (55 %), a slijede je Istarska s 50 %, Varaždinska sa 33 % i Grad Zagreb sa 23 %. Međutim, Istarska županija i Grad Zagreb ne mogu se uspoređivati s obzirom na gustoću i broj postaja monitoringa podzemne vode te kriterij

kakvoće podzemne vode može samo uvjetno biti razmatran za mogućnost proglašenja županije kao području ranjivom na nitrata iz poljoprivrede.

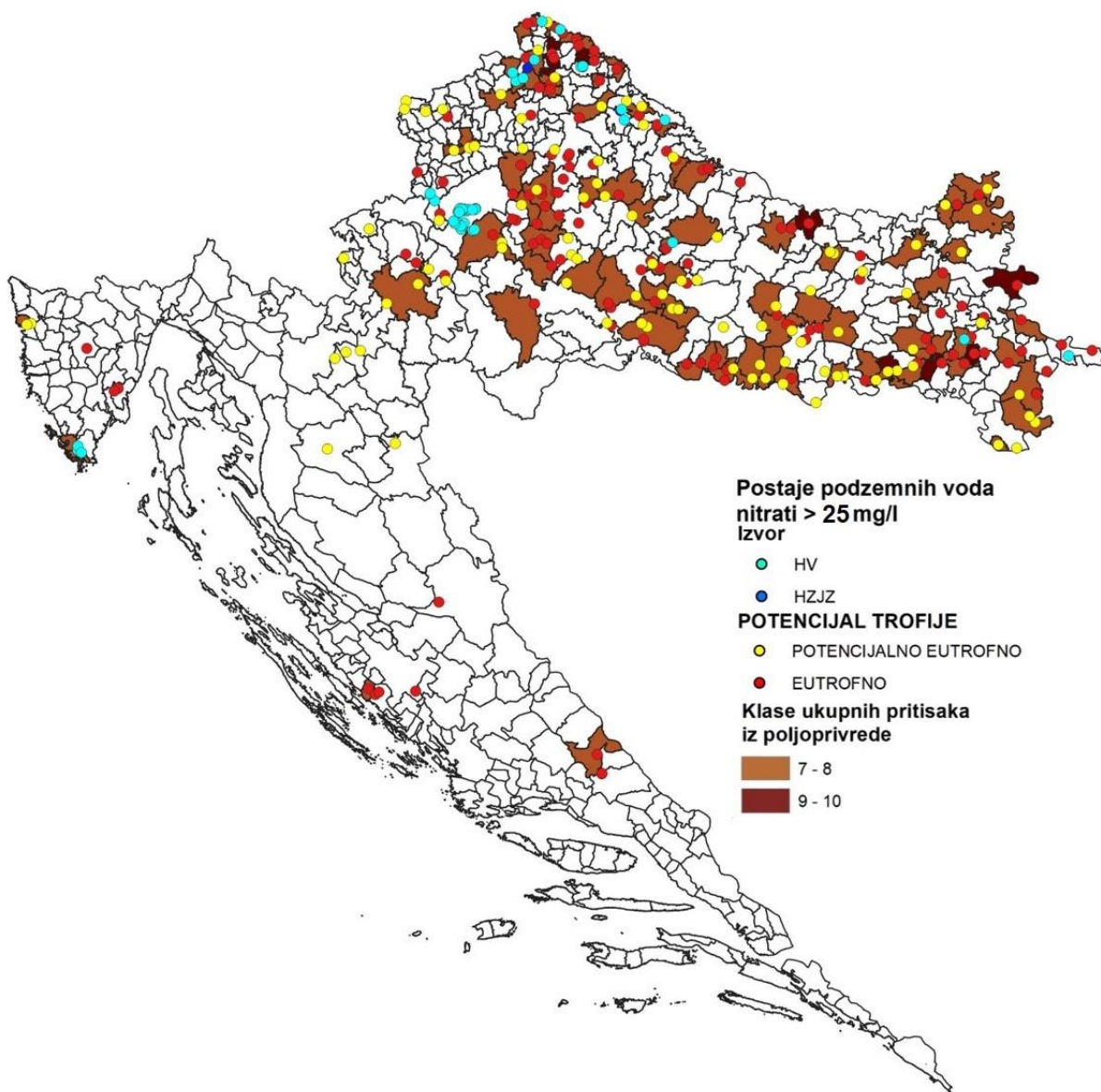
Analiza stanja za scenarij 4 – proglašavanje teritorija općine ranjivim na nitrata iz poljoprivrede (slika 11.9)

U ovakvom scenariju je situacija s obzirom na raspoloživost i prostornu raspodjelu ključnih pokazatelja još složenija od razine županija. Kriterij opterećenja voda s obzirom na intenzitet poljoprivredne proizvodnje se čini najpouzdaniji iz nekoliko razloga. Prostornom analizom je utvrđeno da ukupno 201 općina u Republici Hrvatskoj ima ukupno opterećenje iz poljoprivrede jednako ili veće od 7 (slika 11.9 a).



Slika 11.9 a) Općine s potencijalno visokim pritiskom iz poljoprivrede, **b)** općine s potencijalno velikim pritiskom iz poljoprivrede te postaje podzemnih voda s koncentracijama nitrata ≥ 25 mg NO_3^-/l i površinskih voda koje su eutrofne i potencijalno eutrofne

Nadalje, nakon što su potencijalni pritisci iz poljoprivrede procesirani zajedno sa stanjem površinskih i podzemnih voda utvrđeno je da od 201 općine samo njih 86 ima jednu ili više postaja po kojoj je stanje voda unutar općine kao loše ili potencijalno loše (slika 11.10.). U tablici 11.1 prikazan je popis općina u Republici Hrvatskoj koje imaju visok pritisak iz poljoprivrede i definirano potencijalno eutrofno i eutrofno stanje voda.

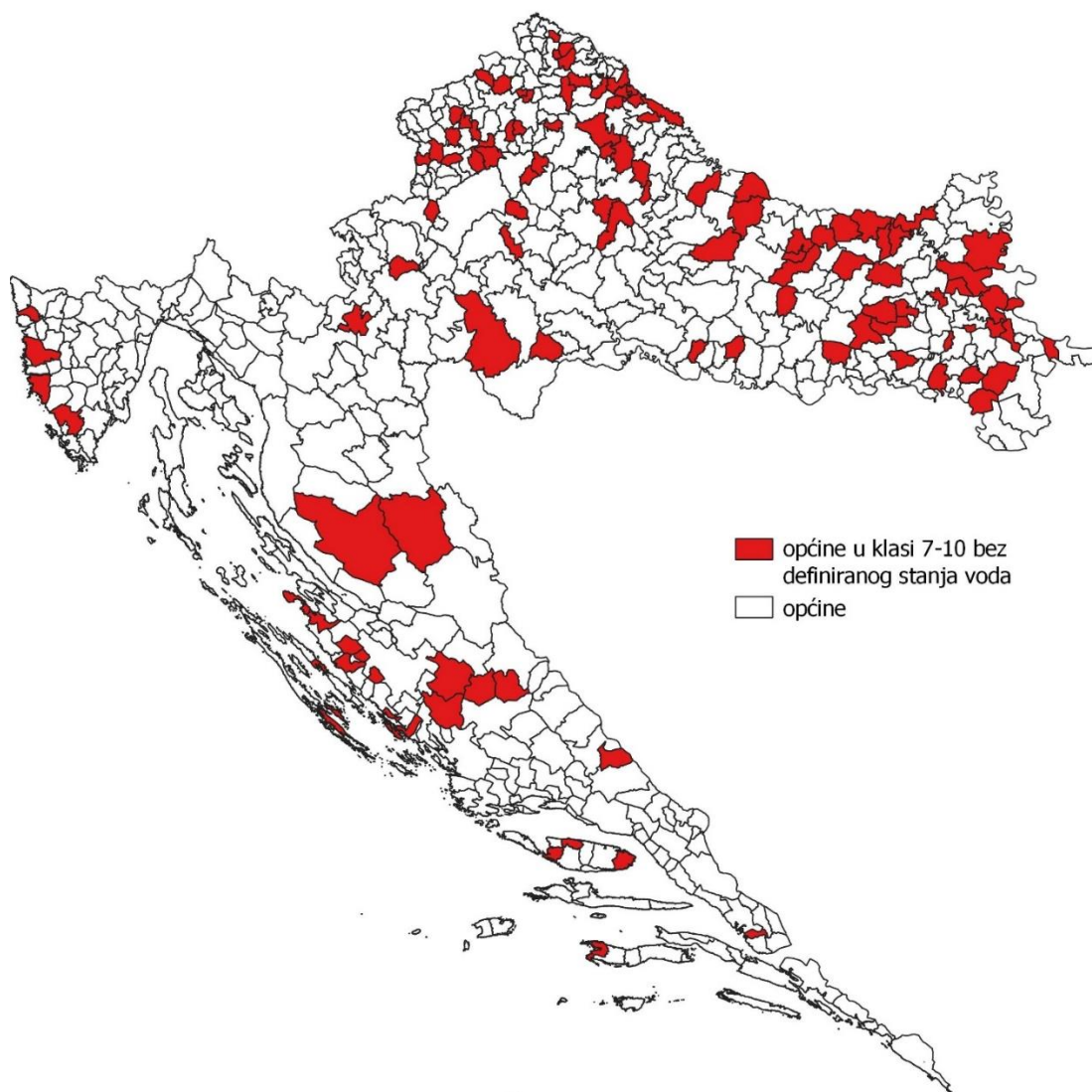


Slika 11.10. Općine koje imaju potencijalno veliki pritisak iz poljoprivrede i monitoringom potvrđeno loše stanje voda

Tablica 11.1. Popis općina koje imaju visok pritisak iz poljoprivrede i definirano potencijalno eutrofno i eutrofno stanje voda

Bjelovarsko-bilogorska županija	Brodsko-posavska županija	Istarska županija	Karlovačka županija	Koprivničko-križevačka županija	Krapinsko-zagorska županija
BJELOVAR DEŽANOVAC GRUBIŠNO POLJE NOVA RAČA	DAVOR DONJI ANDRIJEVCI DRAGALIĆ NOVA GRADIŠKA NOVA KAPELA OPRISAVCI ORIOVAC SLAVONSKI BROD STARA GRADIŠKA STARO PETROVO SELO VELIKA KOPANICA VRBJE	MEDULIN NOVIGRAD - CITTANOVA PULA - POLA	KARLOVAC	KLOŠTAR PODRAVSKI MOLVE PETERANEC RASINJA	BEDEKOVČINA ZABOK
Međimurska županija	Osječko-baranjska županija	Požeško-slavonska županija	Sisačko-moslavačka županija	Splitsko-dalmatinska županija	Varaždinska županija
ČAKOVEC DOMAŠINEC DONJA DUBRAVA DONJI KRALJEVEC GORIČAN KOTORIBA MURSKO SREDIŠĆE NEDELIŠĆE PODTUREN ŠTRIGOVA	BELI MANASTIR ČEPIN DARDA DRAŽ ĐAKOVO ERDUT KNEŽEVI VINOGRADI POPOVAC PUNITOVCI STRIZIVOJNA VALPOVO	ČAGLIN JAKŠIĆ KUTJEVO LIPIK POŽEGA VELIKA	KUTINA MARTINSKA VES NOVSKA PETRINJA POPOVAČA	SINJ	IVANEC JALŽABET PETRIJANEC TRNOVEC BARTOLOVEČKI VARAŽDIN VELIKI BUKOVEC VIDOVEC
Virovitičko-podravaska županija	Vukovarsko-srijemska županija	Zadarska županija	Zagrebačka županija		
ČAĐAVICA PITOMAČA SLATINA ZDENCI	ANDRIJAŠEVCI CERNA GUNJA IVANKOVO NIJEMCI STARI JANKOVCI VRBANJA VUKOVAR	BIOGRAD NA MORU	BRCKOVLJANI FARKAŠEVAC IVANIĆ GRAD KLOŠTAR IVANIĆ SVETI IVAN ZELINA VELIKA GORICA VRBOVEC		

U ostalih 115 općina (slika 11.11, tablica 11.2) koje su pod potencijalno velikim pritiskom iz poljoprivredne, ne postoje podaci o kakvoći vode, odnosno nisu bile relevantne u provedenoj analizi iz postojećeg monitoringa.



Slika 11.11. Općine s potencijalnim pritiskom iz poljoprivrede u klasi 7-10, a nemaju podatke o kvaliteti površinskih i podzemnih voda

Tablica 11.2. Popis općina koje imaju visok pritisak iz poljoprivrede bez dostupnih relevantnih postaja za ocjenu stanja voda

Bjelovarsko-bilogorska ž.	Brodsko-posavska ž.	Dubrovačko-neretvanska ž.	Istarska županija	Karlovačka županija	Koprivničko-križevačka županija
ĐULOVAC	GARČIN	OPUZEN	BRTONIGLA - VERTENEGLIO	DRAGANIĆ	DRNJE
IVANSKA	GUNDINCI	VELA LUKA	POREČ - PARENZO	GENERALSKI STOL	ĐELEKOVEC
KAPELA	GORNJI BOGIĆEVCI		ROVINJ - ROVIGNO		GOLA
SEVERIN	PODCRKAVLJE		VODNJAN - DIGNANO		HLEBINE
ŠTEFANJE	REŠETARI				KALNIK
VELIKO TROJSTVO	VRPOLJE				KOPRIVNIČKI IVANEC
ZRINSKI TOPOLOVAC					LEGRAD
					SOKOLOVAC
Krapinsko-zagorska županija	Ličko-senjska županija	Međimurska županija ž.	Osječko-baranjska ž.	Požeško-slavonska ž.	Sisačko-moslavačka županija
GORNJA STUBICA	GOSPIĆ	BELICA	ANTUNOVAC	KAPTOL	DONJI KUKURUZARI
HRAŠĆINA	UDBINA	MALA SUBOTICA	BELIŠĆE		GLINA
KRALJEVEC NA SUTLI MAČE		PRIBISLAVEC	BILJE		
MARIJA BISTRICA		VRATIŠINEC	DONJI MIHOLJAC		
MIHOVLJAN			DRENJE		
OROSLAVJE			ĐURĐENOVAC		
RADOBOJ			GORJANI		
SVETI KRIŽ ZAČRETJE			KOŠKA		
VELIKO TRGOVIŠĆE			LEVANJSKA VAROŠ		
ZLATAR BISTRICA			MARIJANCI		Splitsko-dalmatinska ž.
			OSIJEK		MILNA
			PETLOVAC		OTOK
			SATNICA ĐAKOVAČKA VILJEVO		SELCA
			VLADISLAVCI		SUPETAR
Šibensko-kninska županija	Varaždinska županija	Virovitičko-podravska ž.	Vukovarsko-srijemska ž.	Zadarska županija	Zagrebačka županija
BISKUPIJA	BERETINEC	CRNAC	BABINA GREDA	KALI	DUGO SELO
KISTANJE	BREZNIČKI HUM	ČAČINCI	BOGDANOVCI	KUKLIJICA	ORLE
MURTER - KORNATI PROMINA	DONJA VOĆA	GRADINA	BOROVO	NIN	PRESEKA
SKRADIN	MALI BUKOVEC	MIKLEUŠ	BOŠNJACI	POLAČA	RAKOVEC
TISNO	MARTIJANEC	NOVA BUKOVICA	GRADIŠTE	PRIVLAKA	SVETA NEDELJA
	MARUŠEVEC	SUHOPOLJE	JARMINA	SUKOŠAN	
	SVETI ĐURĐ	ŠPIŠIĆ BUKOVICA	LOVAS	ŠKABRNJA	
	SVETI ILIJA		NUŠTAR	VIR	
			OTOK	ZEMUNIK DONJI	
			STARI MIKANOVCI TRPINJA		
			VOĐINCI		

11.4. Zaključci

- **Uspostava monitoringa kakvoće voda ciljanog na Direktivu o nitratima**

Osnovni smisao Direktive o nitratima jest zaštita voda od onečišćenja hranjivim tvarima, prvenstveno nitratima, iz poljoprivrede. Premda Direktiva o nitratima obvezuje države članice Europske unije da primjene odgovarajući program monitoringa kakvoće voda, njegov dizajn, ujednačenost i periodičnost uzorkovanja u nadležnosti je države. Ciljano uspostavljen monitoring osnovni je uvjet za ocjenu učinkovitosti akcijskih programa.

- **Baza podataka o kakvoći podzemne vode**

Prvi uvjet koji treba biti ispunjen da bi se mogle identificirati vode onečišćene nitratima kao posljedica ispiranja s poljoprivrednog zemljišta i stočarskih farmi jest uspostava monitoringa podzemnih voda koji se može pouzdano povezati s navedenim potencijalnim izvorima onečišćenja. Inicijalna namjena, prostorna raspodjela i dubina uzorkovanja podzemne vode ne omogućava pouzdano povezivanje onečišćenja nitratima kao posljedice ispiranja s poljoprivrednog zemljišta i stočarskih farmi kao potencijalnim izvorima onečišćenja.

Prostorni raspored postaja monitoringa podzemne vode u Republici Hrvatskoj nije ravnomjeran niti ciljan na utvrđivanje utjecaja iz poljoprivrede. Neusklađenost se odnosi na lokacije i broj postaja monitoringa te dubinu instalacije piezometara i uzorkovanja vode. Stoga se opetovano naglašava potreba uspostave ciljanog monitoringa podzemne vode za potrebe određivanja područja ranjivih na nitrata i praćenje učinkovitosti akcijskih planova, kako je bilo predloženo u dokumentu SAGRA 1.

- **Baza podataka o kakvoći površinskih voda**

Monitoring površinskih voda u Republici Hrvatskoj je po broju i prostornom rasporedu postaja odgovarajući, kako za praćenje kakvoće vode tako i za ocjenu potencijala trofičnosti vode. Ipak, na postajama monitoringa koji se provodi dugi niz godina, a utvrđena su odstupanja od preporučenih koncentracija onečišćujućih tvari, bilo je potrebno ispitati i potvrditi izvore onečišćenja te poduzeti mjere za smanjenje emisija u vode ili njihovo potpuno uklanjanje. Jedan od alata za postizanje ovog cilja jest i uspostava dodatnog istraživačkog monitoringa površinskih voda.

- **Podaci o potencijalnim pritiscima na vode iz poljoprivrede**

Intenzitet biljne i stočarske poljoprivredne proizvodnje je objektivni indikator **potencijalnog** pritiska na vode iz poljoprivrede nekog područja. Analizirani su podaci o načinu korištenja poljoprivrednog zemljišta i strukturi poljoprivredne biljne proizvodnje u Republici Hrvatskoj te intenzitet stočarske proizvodnje kao doprinos ukupnom pritisku na vode. Ta je analiza uz stanje voda bila ključni ulazni parametar za izradu modela potencijalnog pritiska iz poljoprivrede na onečišćenje voda. Zajedničko procesiranje podataka o procijenjenom

intenzitetu biljne poljoprivredne i stočarske proizvodnje rezultiralo je kartom potencijalnog pritisaka iz poljoprivrede na vode na razini regija i općina u Republici Hrvatskoj.

- **Pomoćne prostorne varijable**

Iz baza prostornih podataka i raspoloživih daljinskih snimaka moguće je koristiti pomoćne varijable u modeliranju i razvijanju scenarija za određivanje područja ranjivih na nitrata iz poljoprivrede. U modelu razvijenom u ovom projektu korištene su karte ranjivosti vodonosnika i osjetljivost tala na propuštanje onečišćivala na razini županije i općine u Republici Hrvatskoj.

- **Baza podataka i njene mogućnosti**

Baza podataka je u ovom projektu znanstveno utemeljeno strukturirana, metodološki je harmonizirana te operativno pruža velike mogućnosti primjene naprednih tehnika obrade prostornih i vremenskih podataka. U kontekstu svrhe ovog projekta njeno korištenje bi primarno trebalo biti usmjereno na reviziju područja ranjivih na nitrata iz poljoprivrede u Republici Hrvatskoj, ali je otvorena za kontinuiranu nadogradnju, pristupačna i relativno jednostavna za održavanje.

- **Razina odlučivanja o označavanju područja ranjivih na nitrata iz poljoprivrede**

Donošenje odgovarajućih mjera i provođenje akcijskih planova za smanjenje koncentracije nitrata u vodama na ranjivim područjima zahtjevan je zadatak kojemu nema alternative. Konačna odluka o proglašenju područja ranjivih na nitrata iz poljoprivrede je političko pitanje koje svakako treba biti stručno utemeljeno. Iskustva govore da na razini EU nema jedinstvene metodologije za proglašenje NVZs, prakse su različite, one mogu biti označene na području cijele države, sliva, administrativnih područja kao što su regije, županije, općine ili konačno samo žarišnih područja.

Pri donošenju odluke o proglašenju područja ranjivih na nitrata potrebno je realno pretpostaviti i procijeniti njene praktične aspekte koji se odnose na učinkovitost primjene mjera iz akcijskog plana, kontrole provedbe mjera te konačno udovoljavanju zahtjeva za periodičnim izvješćivanjem i izbjegavanju eventualnih penalizacija u slučaju neprovođenja ili neučinkovitosti mjera.

12. LITERATURA

ASAE (2003): ASAE standards: Manure Production and characteristics, MI, USA

DZS (2002. - 2021.): Broj stoke i peradi, Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Zagreb.

Europska komisija, 1991. Direktiva Vijeća od 12. prosinca 1991. o zaštiti voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima iz poljoprivrednih izvora. (91/676/EEZ) Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources.

Europska komisija, 2000. Okvirna direktiva o vodama (Directive 2000/60/EC). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy.

Europska komisija, 2008. EC 1166/2008: on farm structure surveys and the survey on agricultural production methods and repealing Council Regulation (EEC) No 571/88,

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:321:0014:0034>

Europska komisija, 2009. EC 1200/2009: implementing Regulation (EC) No 1166/2008 of the European Parliament and of the Council on farm structure surveys and the survey on agricultural production methods, as regards livestock unit coefficients and definitions of the characteristics.

EUROSTAT (2019): Agri-environmental indicator - livestock patterns.

<https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/>

Hrvatske vode (2021). Razvoj klasifikacijskih sustava za biološke elemente kakvoće i provedba post-interkalibracijskih postupaka

<https://voda.hr/sites/default/files/dokumenti/upravljanje-vodama/2022->

[05/razvoj klasifikacijskih sustava za bioloske elemente kakvoce i provedba post-interkalibracijskih postupaka.pdf](#))

Husnjak, S., Kušan, V. i grupa autora (2020). Projekt: Određivanje područja sa prirodnim ograničenjima ili ostalim posebnim ograničenjima s kalkulacijama uz utvrđivanje vrijednosti kontekst indikatora broj 41 „organska tvar u tlu" i broj 42 „erozija tla vodom" za programsko razdoblje 2021.-2027. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Oikon d.o.o. – Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb i DHMZ, Zagreb.

Mesić, M., 2002. Potrošnja gnojiva. U: Mesić, M., Bašić, F., Grgić, Z., Igrc-Barčić, J., Kisić, I., Petošić, D., Posavi, M., Romić, D., Šimunić, I. Procjena stanja, uzroka i veličine pritiska poljoprivrede na vodne resurse i more na području Republike Hrvatske. Zagreb, Agronomski fakultet.

Metodologija uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanje omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće (Klasa:325-04/15-03/6 Ur broj: 374-I-2-16-5 od 12. travnja 2016), <http://voda.hr/hr/rnetodolo8ije/>

Miliša, M., Gligor Udovič, M., Žutinić, P. (2019) Izrada kriterija za određivanje stupnjeva trofije stajaćica i tekućica; Sveučilište u Zagrebu Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.

Ministarstvo poljoprivrede, 2020. Izvještaj Republike Hrvatske u skladu s člankom 10. Direktive Vijeća 91/676/EEZ o zaštiti vode od onečišćenja uzrokovanog nitratima iz poljoprivrednih izvora za razdoblje 2016.-2019.

NN 53/1990. Ukaz o proglašenju Zakona o vodama. Narodne novine, 14.12.1990.

NN 47/2008. Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, 25.4.2008.

NN 130/2012. Odluka o određivanju ranjivih područja u Republici Hrvatskoj. 28.11.2012.

NN 7/2013. Pravilnik o sadržaju Akcijskog programa zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla. Narodne novine, 17.1.2013.

NN 125/2017. Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe, 15.12.2017.

NN 66/2019. Zakon o vodama. Narodne novine, 10.7.2019.

NN 96/2019. Uredba o standardu kakvoće voda. Narodne novine, 9.10.2019.

NN 125/2019. Nacionalna klasifikacija statističkih regija 2021. (HR_NUTS 2021.), 20.12.2019.

NN 2/2020. Pravilnik o posebnim uvjetima za obavljanje djelatnosti uzimanja uzoraka i ispitivanja voda. Narodne novine, 8.1.2020.

NN 73/2021 III. Akcijski program zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla

NN 84/2021. Zakon o izmjenama Zakona o vodama. Narodne novine, 23.7.2021.

NN 20/2023. Uredba o izmjenama i dopunama uredbe o standardu kakvoće voda. Narodne novine, 20.2.2023.

Ondrašek G., Romić D., Bakić Begić H., Bubalo Kovačić M., Husnjak S., Mesić M., Šestak I., Salajpal K., Barić K., Bažok R., Pintar A., Romić M., Krevh V., Konjačić M., Vnućec I., Zovko M., Brkić Ž., Žiža I., Kušan V. (2019). Određivanje prioriternih područja motrenja podzemnih voda unutar intenzivnog poljoprivrednog prostora (SAGRA 2). Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb, 335 str.

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 površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj SAGRA. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, 310 str.

Romić D., Kuspilić N., i grupa autora (2021): Novelacija nacionalnog projekta navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj (NAPNAV-a). Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.

Statistics Netherlands (2012): Standardised calculation methods for animal manure and nutrients, Standard data 1990–2008, The Hague/Heerlen, NL

Znaor, D. (2011): Pressure on Croatian water resources caused by nitrates and phosphorus of agricultural origin, Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, Zagreb, Hrvatska