

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



Određivanje prioriternih područja motrenja podzemnih voda unutar intenzivnog poljoprivrednog prostora

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

Voditelj projekta Prof. dr. sc. Gabrijel Ondrašek

Podizvoditelji OIKON d.o.o., Zagreb
Hrvatski geološki Institut, Zagreb

Zagreb, 2019.



Institucije i timovi za izradu:

Sveučilište u Zagrebu,

Agronomski fakultet

Prof. dr. sc. Gabrijel Ondrašek

- voditelj projekta

Prof. dr. sc. Davor Romić

Prof. dr. sc. Milan Mesić

Doc. dr. sc. Ivana Šestak

Prof. dr. sc. Klara Barić

Prof. dr. sc. Renata Bažok

Ana Pintar, mag. ing. agr.

Prof. dr. sc. Krešimir Salajpaj

Izv. prof. dr. sc. Miljenko Konjačić

Doc. dr. sc. Ivan Vnućec

Dr. sc. Helena Bakić Begić

Dr. sc. Marina Bubalo Kovačić

Prof. dr. sc. Marija Romić

Prof. dr. sc. Stjepan Husnjak

Doc. dr. sc. Monika Zovko

Vedran Krevh, mag. ing. agr.

OIKON d.o.o. Zagreb,

Zavod za prirodne resurse

Dr. sc. Vladimir Kušan

Ivona Žiža, mag. ing. agr.

Branimir Radun, mag. ing. geoling.

Dr. sc. Ivan Tomljanović, mag. ing. geoling.

Marta Mikuličić, mag. oecol.

Sonja Sviben, mag. oecol. et prot. nat.,
mag. oec.

Mateo Gudić, mag. soc.

Nataša Obrić, mag. ing. aedif.,
mag. ing. geoling.

Željko Čučković, univ. bacc. inf.

Nela Jantol, mag. prot. nat. et oecol.

Tena Birov, mag. ing. prosp. arch.

Dr. sc. Alen Berta, mag. ing. silv.

Hrvatski geološki institut

Dr. sc. Željka Brkić

Studiju citirati:

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.

SADRŽAJ

1.	UVOD.....	1
2.	KORIŠTENJE POLJOPRIVREDNIH POVRŠINA U REPUBLICI HRVATSKOJ	3
2.1	Uvod	3
2.2	Površina poljoprivrednog zemljišta u Republici Hrvatskoj	4
2.2.1	Metodologija kartiranja za potrebe projekta SAGRA	5
2.3	Utvrđene površine poljoprivrednih kultura u 2017.	20
2.3.1	Prostorni raspored poljoprivrednih kultura u 2017.....	24
2.3.2	Usporedba SAGRA i ARKOD površina u 2017.	33
2.4	Usporedba SAGRA i ARKOD površina u razdoblju 2012.-2017.	38
2.4.1	Razlike u površini vinograda	45
2.4.2	Razlike u površinama voćnjaka	48
2.4.3	Razlike u površinama maslinika	51
2.4.4	Razlike u SAGRA površinama nekorištenog poljoprivrednog zemljišta.....	56
2.5	Literatura.....	59
2.6	Prilozi	60
2.6.1	Karte kultura	60
2.6.2	Prostorni raspored kultura upisanih u Arkod	100
2.6.3	Razlike - objašnjenje	108
3.	EKOLOŠKA POLJOPRIVREDNA PROIZVODNJA U REPUBLICI HRVATSKOJ	130
3.1	Uvod	130
3.2	Materijal i metode rada.....	135
3.3	Rezultati.....	138
3.4	Zaključci.....	144
3.5	Popis literature	145
4.	PROCJENA PRITISKA DUŠIKA I FOSFORA IZ MINERALNIH I ORGANSKIH GNOJIVA	146
4.1	Uvod	146
4.2	Metode rada.....	147
4.3	Rezultati rada.....	155
4.3.1	Potrošnja i primjena mineralnih gnojiva	155
4.3.1.1	Primjena mineralnih gnojiva u R. Hrvatskoj.....	155
4.3.1.2	Potrošnja mineralnih gnojiva u Hrvatskoj prije 2017.	157
4.3.2	Potrošnja gnojiva po kulturama.....	160
4.3.2.1	Potrošnja gnojiva kod strnih žitarica	164
4.3.2.2	Potrošnja gnojiva kod kukuruza	167
4.3.2.3	Potrošnja gnojiva kod ostalih kultura.....	170

4.3.3	Potrošnja dušika iz mineralnih (N min.) i organskih (N org.) gnojiva	183
4.3.3.1	Potrošnje dušika na korištenom poljoprivrednom zemljištu u 2017.	183
4.3.4	Procjena potrošnje fosfornih (P) gnojiva	186
4.4	Zaključak	191
4.5	Literatura.....	192
5.	ANALIZA POTROŠNJE PESTICIDA U POLJOPRIVREDI	193
5.1	Uvod.....	193
5.2	Materijal i metode rada.....	195
5.3	Rezultati rada.....	197
5.3.1	Potrošnja pesticida u poljoprivredi u razdoblju 2012.-2017.....	197
5.3.2	Analiza potrošnje pesticida u 2017.	198
5.3.2.1	Analiza potrošnje herbicida	198
5.3.2.2	Analiza potrošnje fungicida	203
5.3.2.3	Analiza potrošnje zoocida	207
5.3.2.4	Analiza potrošnje pesticida po kulturama	210
5.3.2.5	Potrošnja pesticida po županijama	216
5.3.2.6	Najčešće korišteni pesticidi	220
5.4	Zaključci i smjernice	233
5.5	Popis literature	234
5.6	Prilozi	235
6.	ANALIZA OPTEREĆENJA POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA IZ STOČARSKJE PROIZVODNJE	240
6.1	Uvod i cilj zadatka	240
6.2	Metode rada i izvor podataka	243
6.2.1	Broj pojedinih vrsta i kategorija životinja	243
6.2.2	Broj farmi i njihov prostorni smještaj.....	245
6.2.3	Procjena proizvedene količine i vrste stajskog gnoja	245
6.2.4	Procjena količine N, P i K iznesenih stajskim gnojem na poljoprivredne površine .	247
6.2.4.1	Procjena godišnje količine N iz stajskog gnoja (N org.) temeljem koeficijenta propisanih II. Akcijskim programom zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla	247
6.2.4.2	Procjena godišnje količine N, P i K iz stajskog gnoja temeljem njihova sadržaja u ekskrementima i gubitka N emisijom amonijaka	247
6.2.5	Potencijal bioplinskih postrojenja u smanjenju pritisaka na vode iz stočarske proizvodnje	249
6.3	Rezultati.....	249
6.3.1	Broj domaćih životinja u Republici Hrvatskoj.....	249
6.3.2	Broj i prostorni raspored farmi	258
6.3.3	Proizvodnja stajskog gnoja u Republici Hrvatskoj	266

6.3.4	Procjena količine dušika, fosfora i kalija iznesenih stajskim gnojem na poljoprivredne površine	271
6.3.4.1	Procjena količine N org. koji se stajskim gnojem iznosi na poljoprivredne površine	271
6.3.4.2	Procjena količine P org. i K org. koji se stajskim gnojem iznosi na poljoprivredne površine	278
6.3.4.3	Potencijal bioplinskih postrojenja u smanjenju pritiska iz stočarske proizvodnje	283
6.4	Zaključci.....	286
6.5	Literatura.....	286
7.	MONITORING KAKVOĆE POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA U REPUBLICI HRVATSKOJ PREMA ZAHTJEVIMA NITRATNE DIREKTIVE U RAZDOBLJU 2014.-2017.	288
7.1	Uvod	288
7.2	Praćenje stanja kakvoće površinskih voda u razdoblju 2014.-2017.....	290
7.3	Praćenje stanja kakvoće podzemnih voda u razdoblju 2014.-2017.....	294
7.4	Popis literature	297
8.	MODEL ODREĐIVANJA PRIORITETNIH PODRUČJA (LOKACIJA) ZA USPOSTAVU MONITORINGA PODZEMNIH VODA ZA POTREBE PROVEDBE NITRATNE DIREKTIVE	298
8.1	Uvod	298
8.2	Onečišćenje podzemnih voda izvorima iz poljoprivrede	299
8.3	Pronos hranjivih tvari u vodne resurse	302
8.4	Pojava nitrata u podzemnim vodama.....	304
8.4.1	Metodologija postavljanja modela za određivanje liste prioriternih lokacija monitoringa podzemnih voda	306
8.5	Rezultati definiranog modela	312
8.6	Popis literature	321
9.	TESTIRANJE MODELA I PRIJEDLOG PRIORITETA LOKACIJA MONITORINGA PODZEMNIH VODA ZA PROVEDBU NITRATNE DIREKTIVE U HRVATSKOJ	325
9.1	Uvod	325
9.2	Testiranje modela.....	325
9.3	Zaključna razmatranja i prijedlozi	333
9.4	Popis literature	334
	Zahvala.....	335

1. UVOD

U intenzivno korištenim poljoprivrednim prostorima uobičajena je praksa povećane aplikacije mineralnih i organskih gnojiva te drugih agrokemikalija s mogućom posljedicom onečišćenja vodnih resursa. Osim poljoprivredne prakse, neki od glavnih čimbenika rizika od onečišćenja voda su klimatske karakteristike, osjetljivost tla na propuštanje potencijalno štetnih tvari te razina podzemne vode. Međutim, poticanje i provedba dobre poljoprivredne prakse u skladu sa suvremenim standardima i mjerama proizašlih iz Zajedničke poljoprivredne politike (ZPP) Europske Unije - tzv. višestruka sukladnost ili Cross-compliance, u najvećoj mjeri će utjecati na način poljoprivredne proizvodnje u skorom razdoblju, a samim time i na zaštitu okoliša. Načela dobre poljoprivredne prakse podrazumijevaju, između ostalog, i precizniju primjenu gnojiva i zaštitnih sredstava, održavanje boljeg proizvodnog stanja okoliša, a sukladno tome kvalitetniju i održivu poljoprivrednu proizvodnju.

Da bi se spriječilo onečišćenje vode uzrokovano nitratima iz poljoprivrede, Europska komisija je 1991. godine usvojila Nitratnu direktivu (91/676/EEC) kojom je definiran niz uvjeta koje države članice EU moraju ispuniti, uključujući: monitoring površinskih i podzemnih voda (s obzirom na koncentraciju nitrata i eutrofikaciju), identifikaciju voda koje su onečišćene ili su u riziku od onečišćenja, utvrđivanje ranjivih područja (poljoprivredna područja s kojih površinski otječu vode koje su označene kao onečišćene ili su u riziku od onečišćenja), uspostavu i dugoročnu provedbu dobre poljoprivredne prakse te donošenje akcijskih programa za prevenciju i smanjenje onečišćenja nitratima.

U 2014. godini je realiziran projekt „Utjecaj poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj“ SAGRA 1, u kojemu je na temelju podataka iz 2012. napravljena analiza opterećenja površinskih i podzemnih voda iz biljne i stočarske proizvodnje, definirana je prirodna ranjivost i osjetljivosti tala na propuštanje onečišćenja s poljoprivrednog zemljišta, napravljena je procjena opterećenja pritiska dušika i fosfora iz mineralnih i organskih gnojiva na području Republike Hrvatske, dana je ocjena postojećeg monitoringa površinskih i podzemnih voda te prijedlog budućeg monitoringa stanja voda s obzirom na opterećenja iz poljoprivrede.

Navedeni rezultati SAGRA-e predstavljaju svojevrsnu bazu za daljnje utvrđivanje prioriteta područja monitoringa površinskih i podzemnih voda unutar intenzivno korištenog poljoprivrednog prostora u Republici Hrvatskoj. Nastavno na istraživanja u SAGRI, a sukladno Višegodišnjem programu

usklađenja monitoringa i Planu upravljanja vodnim područjima 2016.-2021., potrebno je točno odrediti prioritetne lokacije motrenja podzemnih voda unutar intenzivno korištenog poljoprivrednog prostora Republike Hrvatske prema raspoloživim podacima iz 2017. godine, a za potrebe provedbe Nitratne direktive. U skladu s navedenim, glavni ciljevi ovoga projekta su bili:

1. Analiza podataka koji su korišteni u SAGRI 1, a na temelju podataka iz 2017.
 - 2.1. Analiza opterećenja iz proizvodnje bilja
 - 2.2. Analiza opterećenja iz stočarske proizvodnje
 - 2.3. Analiza potrošnje mineralnih gnojiva i sredstava za zaštitu bilja
2. Prostorna analiza i ocjena pouzdanosti podataka kakvoće površinskih i podzemnih voda
3. Prijedlog dinamike uspostave monitoringa podzemnih voda
 - 3.1. Prostorni prikaz prioritetnih područja (lokacija) za uspostavu monitoringa
 - 3.2. Prijedlog dinamike uspostave monitoringa podzemnih voda
 - 3.3. Prijedlog monitoringa poljoprivredne proizvodnje u Republici Hrvatskoj

2. KORIŠTENJE POLJOPRIVREDNIH POVRŠINA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Autori: Dr. sc. Vlado Kušan, OIKON d.o.o. Zagreb, i suradnici: Ivona Žiža, mag.ing.agr.; Branimir Radun, mag. ing. geoing.; dr. sc. Ivan Tomljanović, mag. ing. geoing.; Marta Mikuličić, mag. oecol.; Sonja Sviben, mag. oecol. et prot. nat., mag. oec.; Mateo Gudić, mag. soc.; Nataša Obrić, mag. ing. aedif., mag. ing. geoing.; Željko Čučković, univ. bacc. inf.; Nela Jantol, mag. prot. nat. et oecol.; Tena Birov, mag. ing. prosp. arch. i dr.sc. Alen Berta, mag. ing. silv.

2.1 Uvod

Prema projektnom zadatku za analizu pritiska na podzemne vode iz biljne proizvodnje bilo je potrebno koristiti podatke o načinu korištenja poljoprivrednih površina (zemljišta) uključujući:

- Ukupne poljoprivredne površine
- Obradive površine - prema vrstama kultura
 - Oranice
 - Vinogradi
 - Voćnjaci
- Livade i pašnjaci

Kao podloga za analizu minimalno su korišteni sljedeći izvori podataka:

- Projekt „Utjecaj poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj" (SAGRA 1)
- ARKOD - nacionalni sustav identifikacije zemljišnih parcela, odnosno evidencija uporabe poljoprivrednog zemljišta u Republici Hrvatskoj
- Corine Land Cover (službena baza podataka za analizu korištenja zemljišta na razini EU)
- Službena državna statistika

Izrađivač je također trebao napraviti reviziju podataka iz SAGRA 1 projekta prema podacima iz 2017. godine i to tako da usporedi podatke o namjeni i korištenju zemljišta i uzgajanim kulturama prema ARKOD-u s Corine Land Cover. Uočene razlike je bilo potrebno dokumentirati, analizirati i raspraviti.

U skladu s navedenim projektnim zadatkom izrađena je posebna metodologija za potrebe realizacije ovoga projekta te je detaljnije opisana u nastavku.

2.2 Površina poljoprivrednog zemljišta u Republici Hrvatskoj

Referentna godina za analizu u ovome projektu je bila 2017. U tablici 2-1. prikazane su površine osnovnih kategorija poljoprivrednog zemljišta u Republici Hrvatskoj (u hektarima) procijenjene analizom različitih izvora podataka. Razlike proizlaze iz različite namjene i načina prikupljanja podataka te iz različitih mjerila podataka. Primjerice, dok se u ARKOD-u nalaze samo podaci o poljoprivrednom zemljištu za koje su tražene potpore, podaci državne statistike (DZS-a) bi trebali prikazati cjelokupno poljoprivredno zemljište. Međutim, način prikupljanja podataka za DZS bazu je anketa sa slobodnom procjenom stručnjaka na razini jedinica lokalne samouprave (općina i gradova). Nadalje, baza Corine Land Cover (CLC) se izrađuje svakih 6 godina pomoću vizualne interpretacije satelitskih snimaka u mjerilu 1 : 100.000 s najmanjom kartiranom površinom od 25 ha (<http://corine.azo.hr>). CLC baza pokrova zemljišta 2018. godine izrađena je na temelju satelitskih snimaka iz 2017. godine. Također, tijekom 2017. godine je završena i javno objavljena karta staništa Republike Hrvatske za nešumske površine (stanje 2014. – 2016.) u mjerilu 1 : 25.000 s najmanjom površinom kartiranja od 0,5 ha (<http://services.bioportal.hr/wfs>). Karta je izrađena vizualnom interpretacijom digitalnog ortofoto snimka (DOF) Republike Hrvatske. Od navedenih podloga, CLC karta i karta staništa su prostorno određene baze koje su javno dostupne, ARKOD je prostorna baza dostupna na zahtjev, a podaci DZS-a nisu prostorno određeni te su javno dostupni za razinu NUTS 2, odnosno za kontinentalnu i primorsku Hrvatsku (statistička podjela).

Tablica 2-1. Površina (ha) osnovnih kategorija poljoprivrednog zemljišta u Republici Hrvatskoj iz različitih baza podataka

Kategorija poljoprivrednog zemljišta	Državni zavod za statistiku, 2017.	ARKOD, 2017.	CLC, 2018.	Nacionalna klasifikacija staništa, 2016.
Oranice i vrtovi	817.171	810.315	1.899.913	1.085.315
Trajni nasadi	71.937	74.851	67.675	135.576

Livade i pašnjaci	607.555	279.226	537.123	868.339
Ostalo	*720	**4.391	***60.653	****148.602
Ukupno	1.497.383	1.168.783	2.565.364	2.237.832

* Ostalo uključuje košarašku vrbu i drvenaste kulture

**Ostalo uključuje: nekorišteno poljoprivredno zemljište, drvenaste kulture, ostale kulture, zaštićene prostore, krajobrazne elemente te infrastrukturu na poljoprivrednim površinama (poljske puteve i kanale)

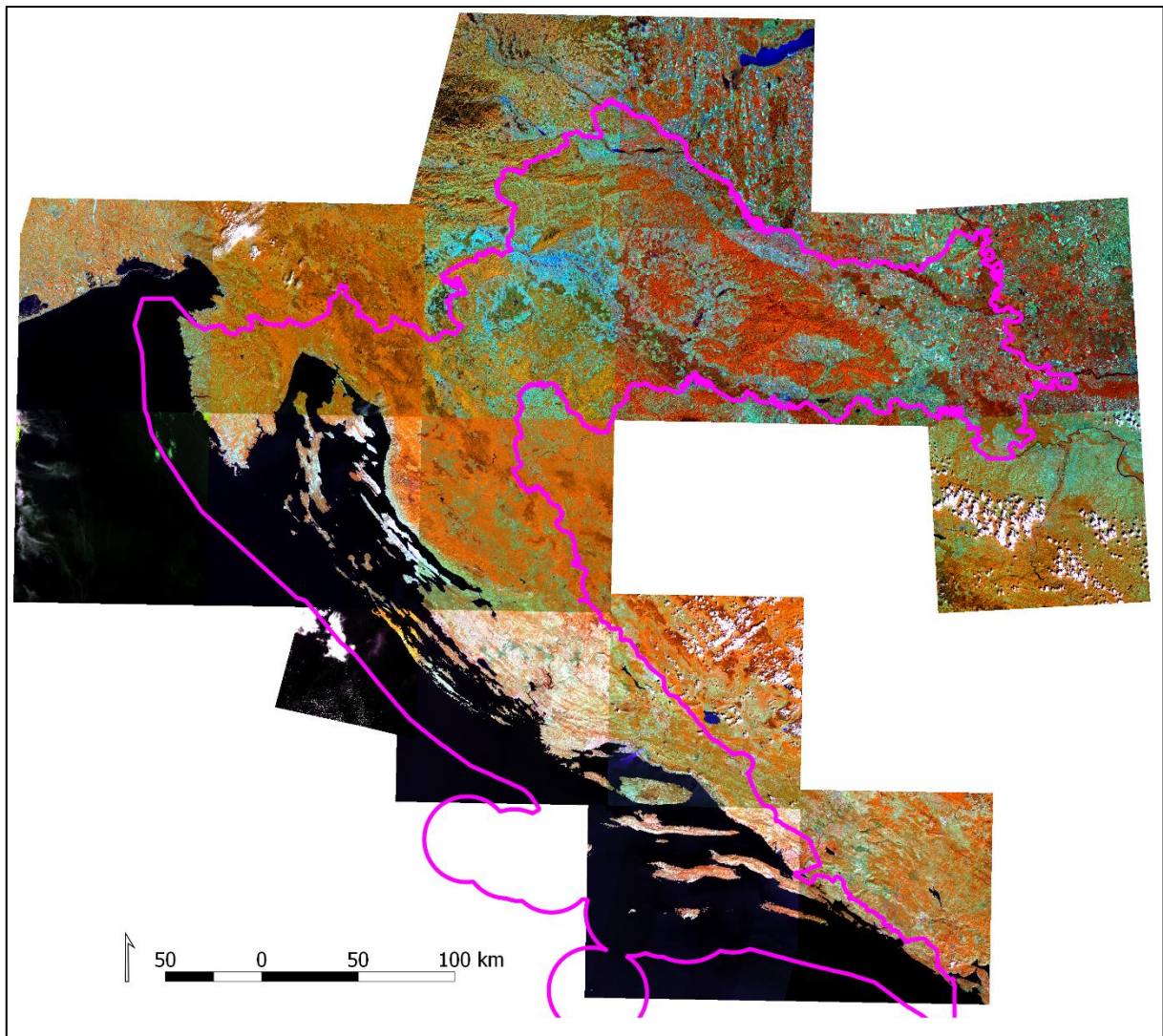
*** Ostalo uključuje površine u zarastanju i požarišta

**** Ostalo uključuje uglavnom nekorišteno poljoprivredno zemljište – staništa na kojima raste vegetacija karakteristična za zapuštene poljoprivredne površine

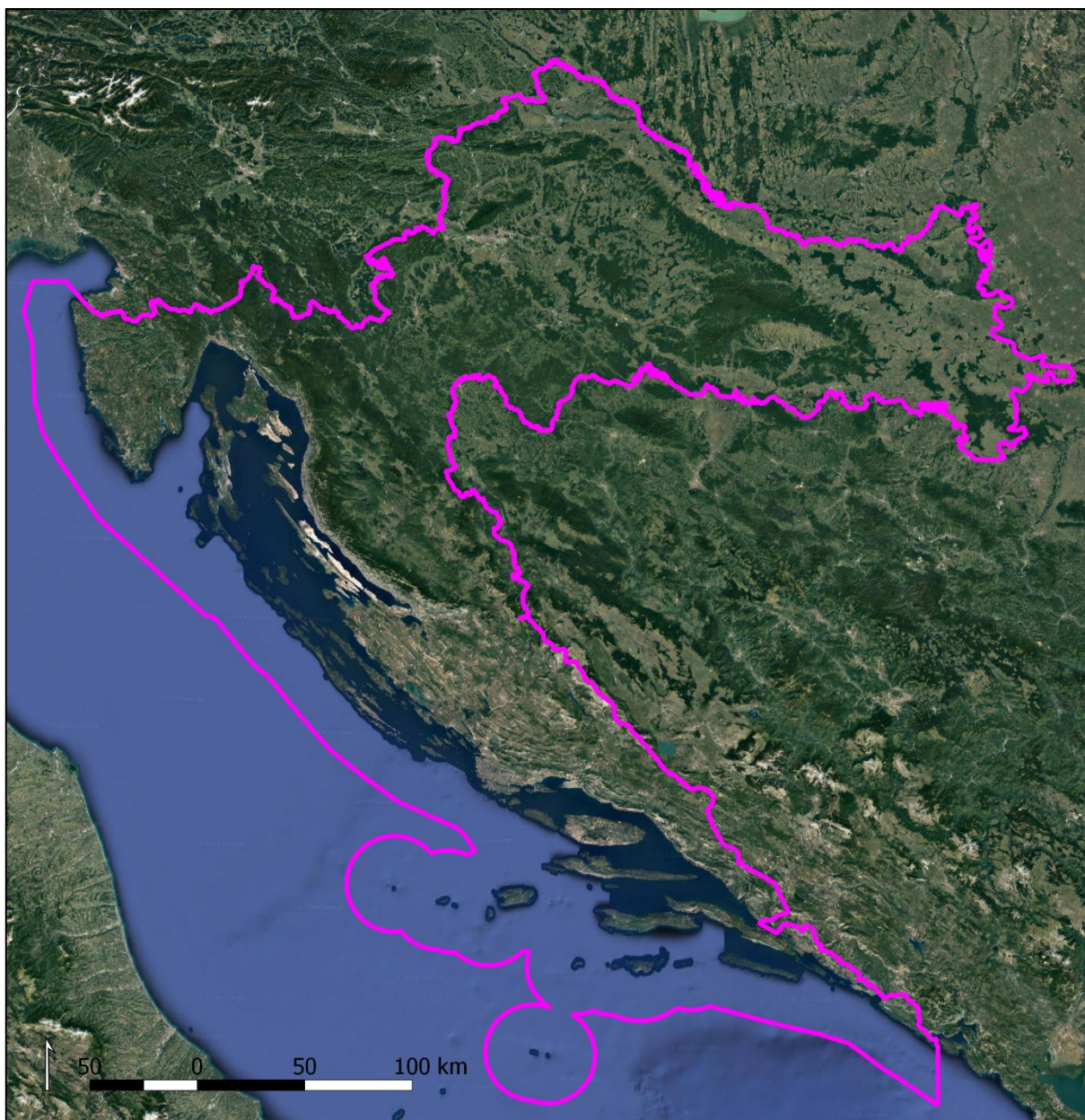
2.2.1 Metodologija kartiranja za potrebe projekta SAGRA

U projektu SAGRA 1 (2014.), referentna godina za obradu podataka je bila 2012., a od baza podataka korišteni su: Izvešće o stanju u prostoru Republike Hrvatske 2008.-2012. (Koričančić, 2012), podaci DZS-a (Ostroški, 2013; Šimanović i dr., 2013), podaci CLC za 2006. (Kušan, 2010) i 2012. (HAOP, 2013) te podaci ARKOD-a za 2012. Međutim, u ovome projektu (SAGRA 2, 2019.) za izradu karte poljoprivrednog zemljišta u 2017. korištene su bitno drugačije podloge i metode obrade podataka, kao što je prikazano u nastavku:

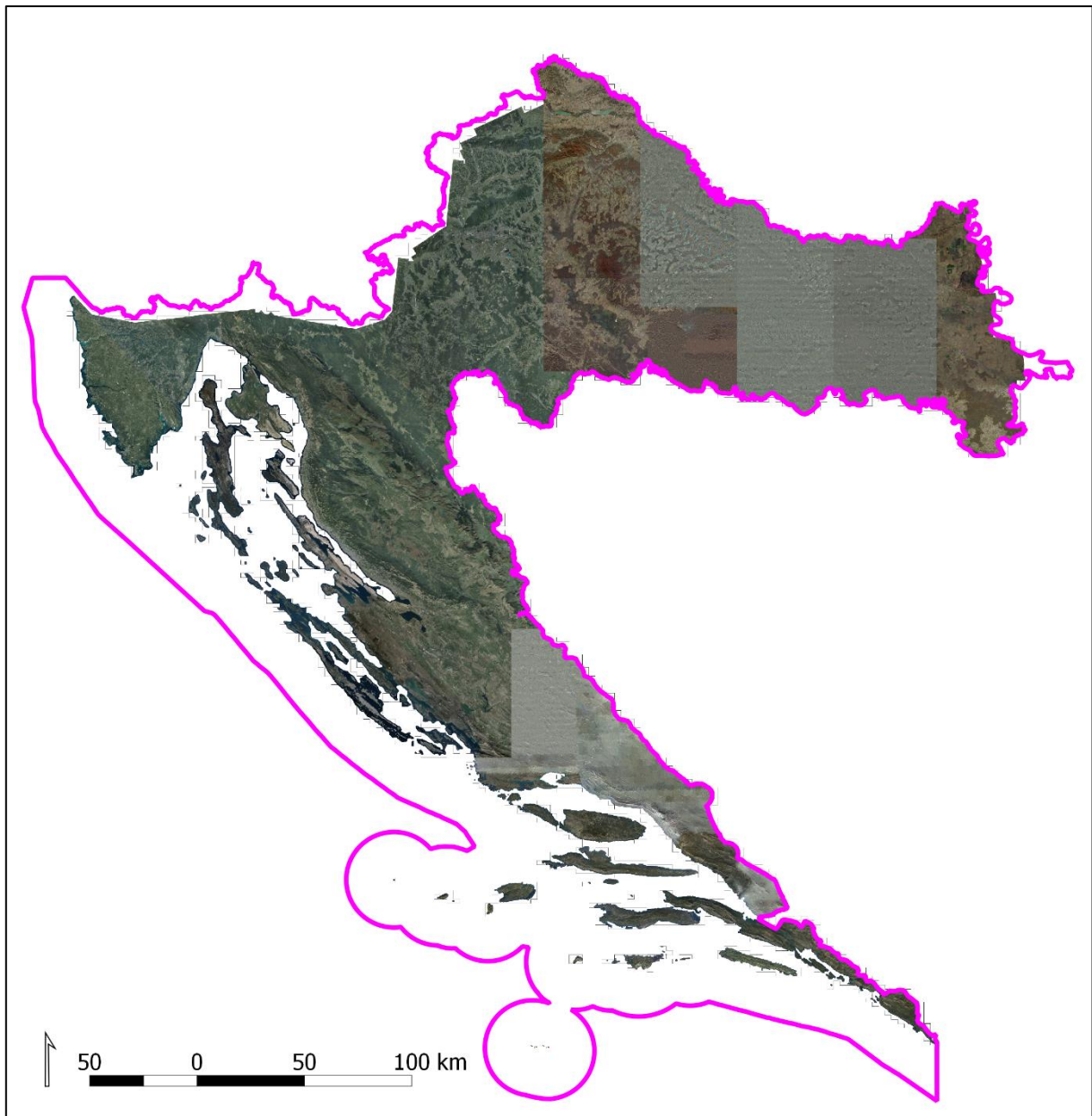
Korištene podloge	Postupak	Prikaz
Satelitske snimke – Sentinel 2 (2017.)	Digitalna i vizualna interpretacija	Slika 2-1.
Google Earth (2017.)	Vizualna interpretacija	Slika 2-2.
DOF (2014. – 2016.)	Vizualna interpretacija	Slika 2-3.
Karta staništa 1:25.000 (2016.)	GIS postupci	Slika 2-4.
Corine pokrov zemljišta (2018.)	GIS postupci	Slika 2-5.



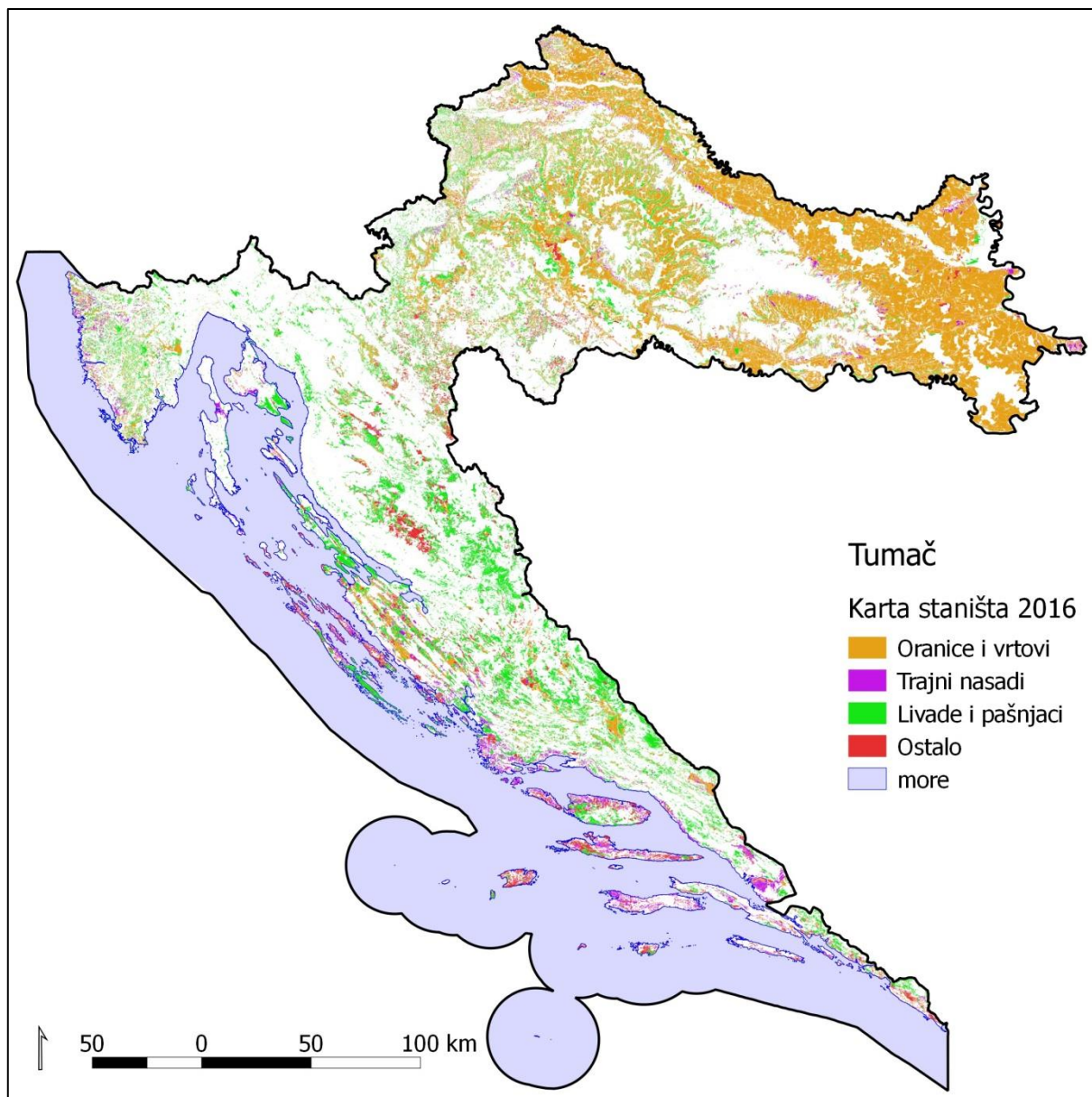
Slika 2-1. Pokrivenost teritorija Republike Hrvatske Sentinel 2 snimkama u 2017.



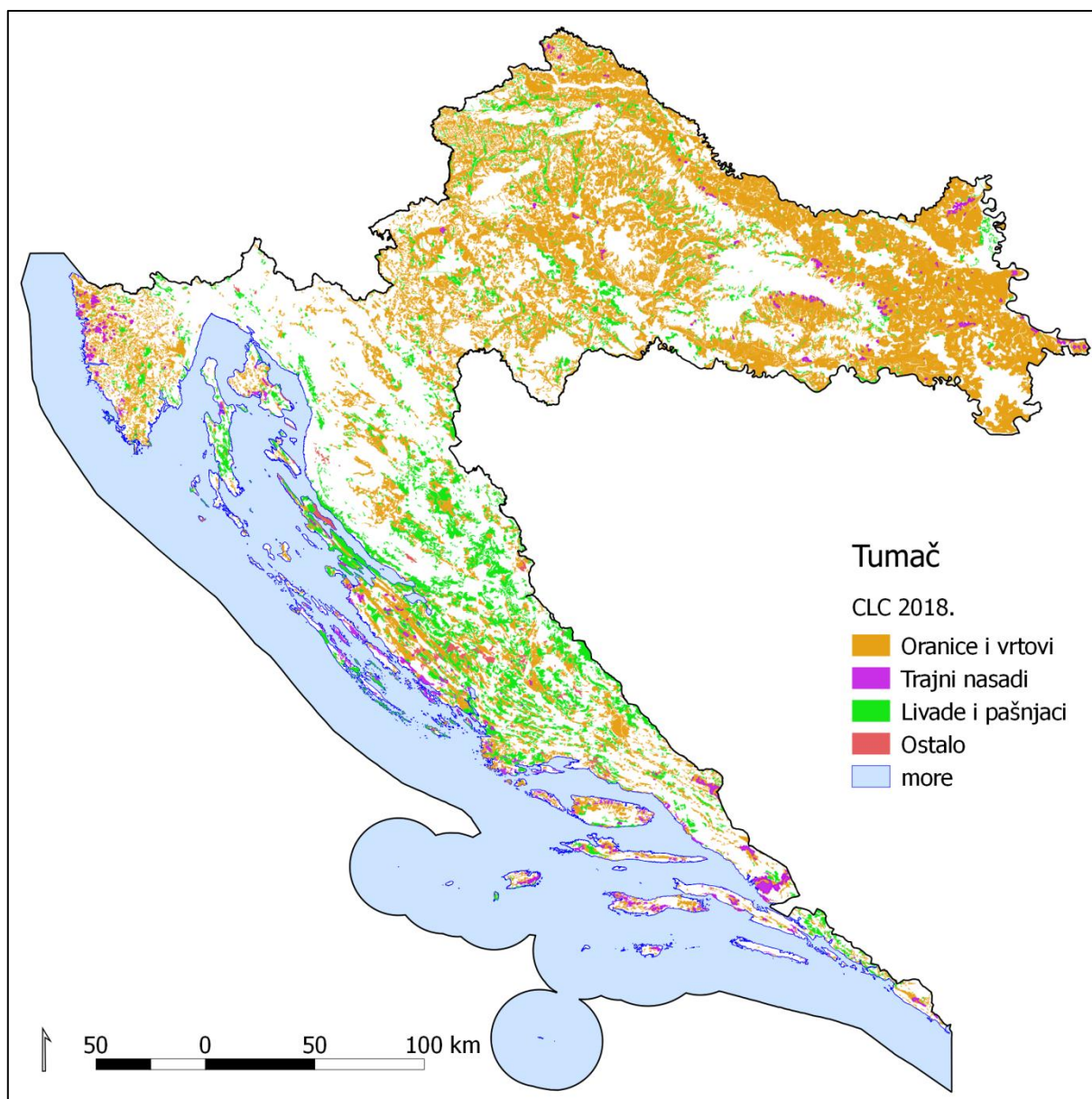
Slika 2-2. Pokrivenost teritorija Republike Hrvatske Google snimkama u 2017.



Slika 2-3. Pokrivenost teritorija Republike Hrvatske digitalnim ortofoto snimkama tijekom 2014.-2016.



Slika 2-4. Osnovne kategorije poljoprivrednog zemljišta kartirane u karti nešumskih staništa Republike Hrvatske tijekom 2014.-2016.

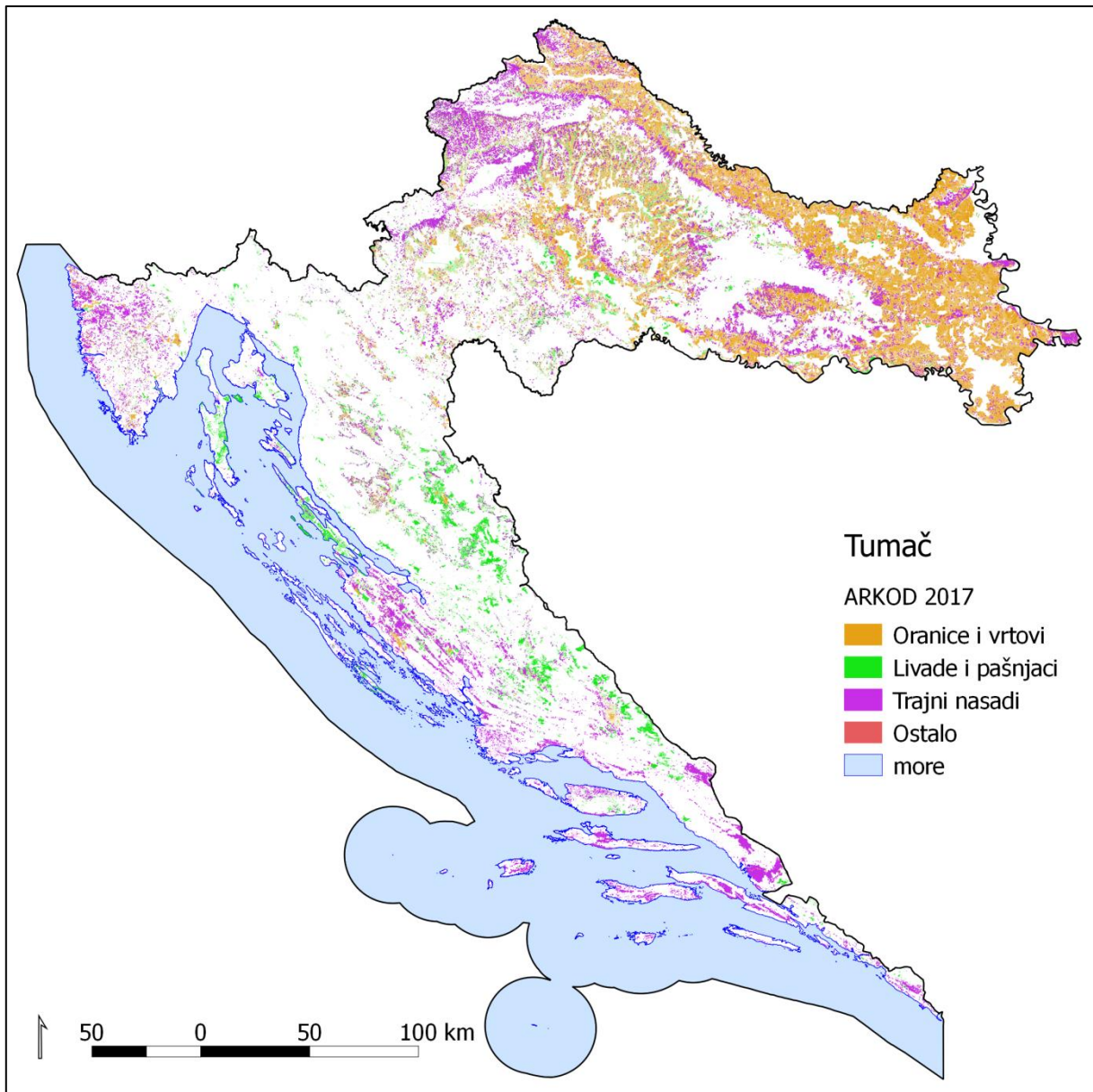


Slika 2-5. Osnovne kategorije poljoprivrednog zemljišta kartirane u karti pokrova zemljišta prema CLC metodologiji

Kao ključna baza podataka za izradu karte poljoprivrednog zemljišta korišten je ARKOD (2017.) s upisanim kulturama. Međutim, za parcele koje nisu upisane u ARKOD, provedena je klasifikacija snimaka za svaku kulturu u tzv. optimalnom fenološkom stadiju (vršna vegetacijska aktivnost kulture – od početka cvatnje do početka zriobe). Kao kontrola klasifikaciji, te za područja na kojima nije bilo moguće odrediti kulturu sa zadovoljavajućom preciznošću, koristile su se vremenske serije snimaka iz vegetacijskog razdoblja (od 1.3. do 30. 10.) i to u onoj dužini serije (za svaku kulturu) koja pokriva fenološke karakteristike svake kulture.

Temeljem podataka iz ARKOD-a kartirane su kulture prema stvarnim veličinama parcela upisanima u sustav. Za preostalo područje najmanja površina kartiranja je bila 1 ha, budući da je to bilo najbolje moguće postići sa satelitskim snimkama prostorne rezolucije 10 m (Sentinel 2). Područja na kojima su parcele bile manje od 1 ha, kartirane su kao mozaici poljoprivrednih kultura, a za svaki poligon unutar mozaika u atributnoj tablici definiran je način korištenja zemljišta kao udio pojedine procijenjene kulture u površini mozaika. Procjena je obavljena vizualnom interpretacijom Google servisa i satelitske snimke Sentinel 2.

Podaci o korištenju zemljišta iz ARKOD-a dobiveni su u obliku shape filea (slika 2-6.), a za njegove poligone zasebno su dobiveni podaci o kulturama iz tzv. baze AGRONET, za koje su tražene potpore u 2017. Ukupno je u ARKOD-u za 2017. bilo 224 različitih kultura svrstanih u 24 kategorija (tablica 2-2.), a što je primjerice 7 kategorija kultura više u odnosu na projekt SAGRA 1 (2014.).



Slika 2-6. Karta osnovnih kategorija korištenja poljoprivrednog zemljišta (ARKOD, 2017.)

Tablica 2-2. Popis poljoprivrednih kultura i kategorija (ARKOD, 2017.)

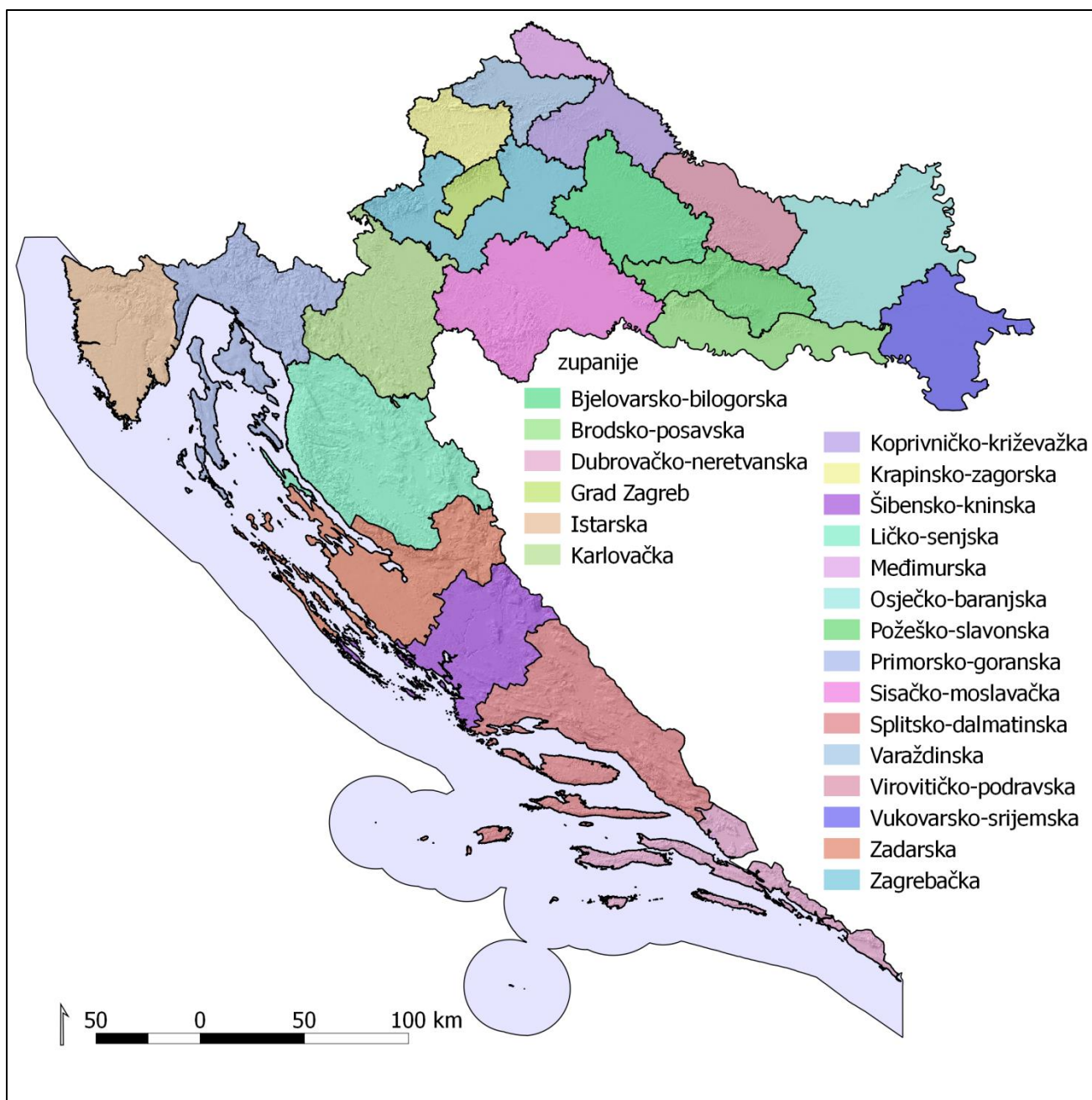
Kategorija	Žitarice	Kukuruz	Krmiva	Duhan	Uljarice	Soja	Suncokret	Šećerna repa	Krumpir	Kupusnjače
Akronim	ZITARICE	KUKURUZ	KRMIVA	DUHAN	ULJARICE	SOJA	SUNCOKRET	SREPA	KRUMPIR	KUPUS
Kultura	heljda ječam-jari ječam-ozimi pravi pir pšenica-jara pšenica-ozima raž-jara raž-ozima tritikale-jare tritikale-ozime tvrda pšenica-jara tvrda pšenica-ozima zob-jara zob-ozima	kukuruz kukuruz kokičar kukuruz šećerac	djetelina esparzeta (grahorka) grahor satrica grahorica jara grahorica ozima krmna repica lucerna lupine smiljkita (svinđuša) smjesa leguminoza i žitarica stočna koraba stočna repa stočni bob stočni grašak stočni kelj stočni sirak	duhan	podlanak, lanik tikva uljanica (uljna buča) uljana repica uljna rotkva, rauola	soja soja za stočnu hranu	suncokret	šećerna repa	krumpir	brokula cvjetača kelj kelj pupčar koraba kupus

Kategorija	Povrće		Začinsko i ljekovito bilje		Ostalo	Vinogradi
Akronim	POVRCE		ZACINI		OSTALO	VINOGR
Kultura	batat	novozelandski špinat	anis	smilje	amarant,ščir	plemenita vinova
	bijela rotkva,	paprika	bijela gorušica	stevia	artičoka	loza
	daikon	pastrnjak	bijeli sljez	stolisnik	bamija	vinove loze
	bijeli korijen	patišon	boražina, boreč	timijan	cvijeće	
	blitva	patlidžan	bosiljak		čičoka	
	bob	peršin	buhač		čija, chia	
	buča	poriluk	crna gorušica		ehinacea, rudbekija	
	bundeva	postrna repa	crni sljez		facelija	
	bundeva šećerka	povrtni komorač,	divlji komorač		kivano	
	celer	finocchio	gavez		konoplja	
	cikla	radič	hren		kvinoa	
	cikorija	rajčica	kadulja		lan	
	crna rotkva,	ricula	kamilica		mak	
	povrtnica	rotkvica	kopar		pasja ruža, divlja	
	češnjak	salata	kopriva		ruža, ružin šipak	
	dinja	slatka paprika	korijandar		pasji trn	
	endivija	šparoge	lavanda		peruanska jagoda	
	grah	špinat	limunska trava,		planika	
	grašak	tikva, tikvice	citronela		proso	
	jagoda	vigna grah	lovor		rabarbara	
	krastavci i kornišoni	zimski luk	maslačak		rasadnik	
	leća		mažuran		različak	
	lubenica		melisa - matičnjak		sirak	
	luk		menta		slanutak	
	luk kozjak (ljutika)		neven		sudanska trava	
	luk vlasac		origano		ukrasnog bilja	
	matovilac		pelin		žuti noćurak	
	miješane povrtne		ružmarin			
kulture		sikavica, badelj				
mrkva		smeđa gorušica				

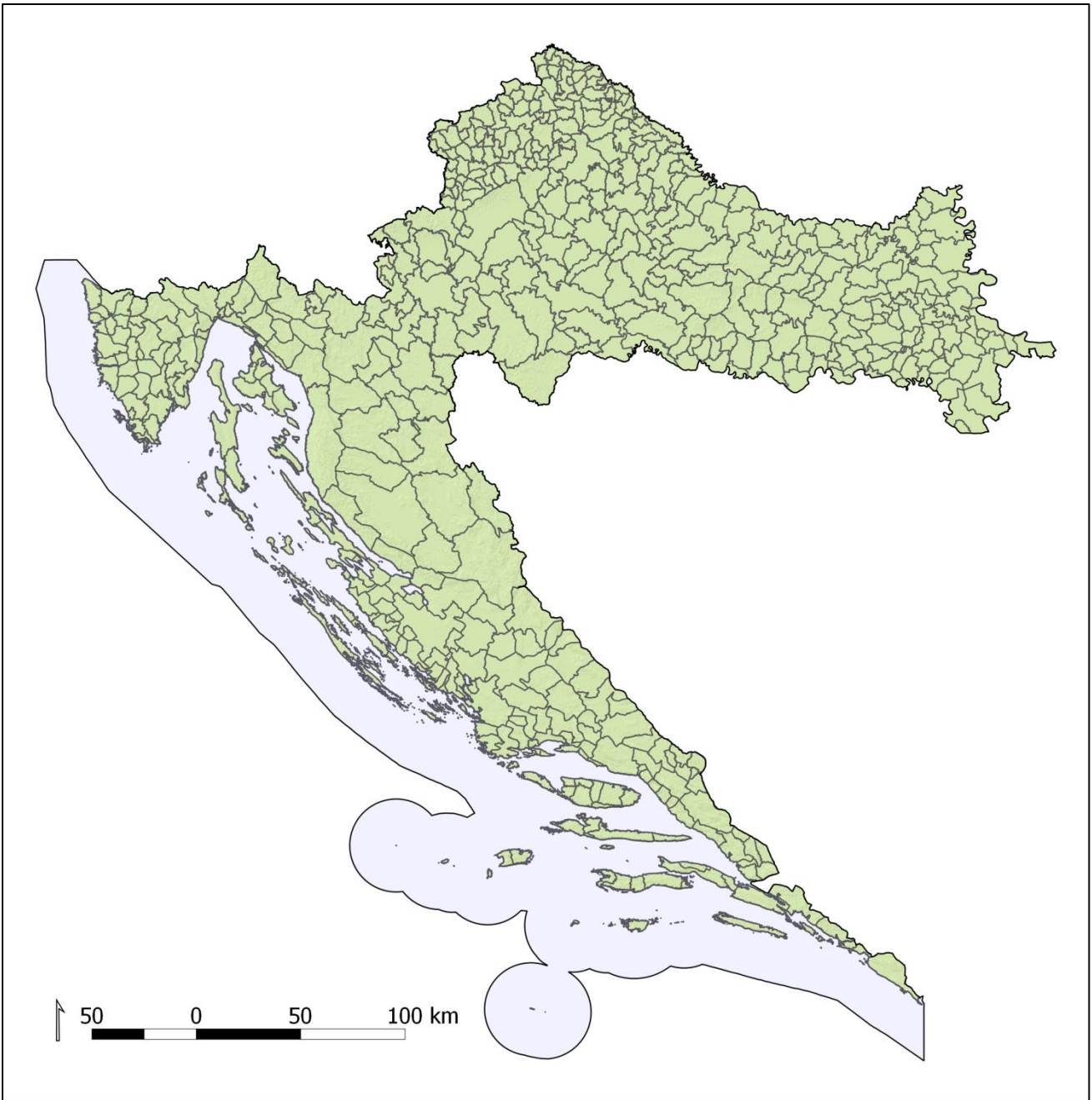
Kategorija	Masline	Voćnjaci	Bobičasto voće	Livade	Pašnjaci	Ugar
Akronim	MASLINE	VOCE	BVOCE	LIVADE	PASNJACI	UGAR
Kultura	maslina	badem breskva drijenak dud dunja jabuka kesten kruška lijeska limun mandarina marelica miješani nasad voćnih vrsta mušmula naranča nektarina orah oskoruša rogač smokva šipak šljiva trešnja višnja voćnih vrsta žižula, ćićindula, čičimak, cicindra	aronija bazga borovnica brusnica goji kivi kumkvat kupina malina merala, kozja jabučica, rušvica, hruščica, aronika ogrozd ribiz sibirska borovnica, haskap tayberry	kontinentalni travnjak livade	krški pašnjak trave i travolika paša	privremeno nepoljoprivredna površina ugar

Kategorija	Nekorišteno	Krajobrazni elementi	Drvenaste kulture	Zaštićeni prostori	Ne ulazi
Akronim	NEKOR	KRAJOBOR	DRVEN	ZAST_PR	NEULAZI
Kultura		cvjetne trake granični pojasevi uz vodotokove prihvatljivi pojasevi duž rubova šume travne trake živica	bagrem božična drvca breza crna joha grab nasadi kratkih ophodnji jasen topola vrba	plastenici staklenici	drveća i grmlja drvored jarak jezerce/lokva pojedinačno stablo suhozid šumarak

Na temelju podataka iz ARKOD-a i rezultata klasifikacije satelitskih snimaka izrađena je jedinstvena karta korištenja poljoprivrednog zemljišta. Kako ovaj postupak nije dao zadovoljavajuće rezultate u primorskom području za vinograde, voćnjake i maslinike, te su kategorije iz pripadajućih županija kartirane i tzv. vizualnom interpretacijom digitalnog ortofota i Google servisa. Osim toga, ukupna površina poljoprivrednog zemljišta za cijeli teritorij Republike Hrvatske dopunjena je i provjerena na temelju podataka karte staništa i CLC baze. Tako je nastao najveći broj poligona s mozaicima. Za svaki poligon klasificiran kao mozaik procijenjen je udio svake pojedine kulture (kategorije) koja je sastavni dio poligona. Stoga je za svaki poligon u atributnoj tablici upisan udio pojedine kategorije. Na temelju tih podataka i ukupne površine poligona izračunata je površina svake pojedine kategorije. Izrađena karta je preklapljena s kartom županija (Slika 2-7.) i jedinica lokalne samouprave (Slika 2-8.) kako bi se moglo izračunati strukturu poljoprivrednog načina korištenja zemljišta za svaku jedinicu lokalne samouprave i županiju. Podaci o županijama i jedinicama lokalne samouprave preuzeti su iz službenog registra prostornih jedinica DGU.



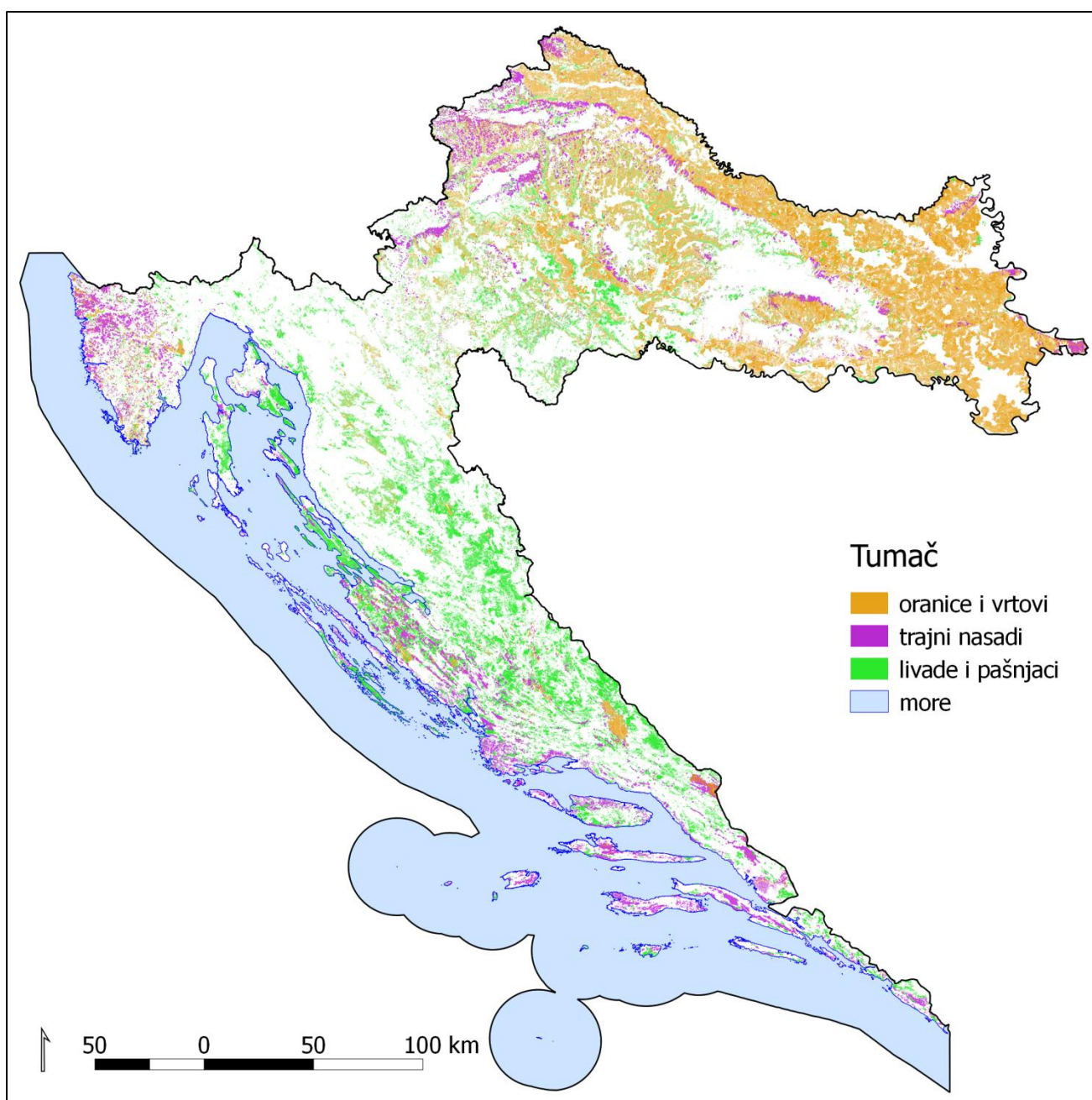
Slika 2-7. Karta županija Republike Hrvatske



Slika 2-8. Karta jedinica lokalne samouprave u Republici Hrvatskoj (općine i gradovi)

2.3 Utvrđene površine poljoprivrednih kultura u 2017.

Opisanom metodom kartiranja poljoprivrednog zemljišta u Republici Hrvatskoj u 2017. godini je iskartirano ukupno 1.642.065 poligona, a prosječna površina poligona iznosila je 1,52 ha (slika 2-9).



Slika 2-9. Karta korištenog poljoprivrednog zemljišta u 2017. godini na području Republike Hrvatske

Ukupno je utvrđeno 2.503.169 ha poljoprivrednog zemljišta, od čega je korišteno zemljište zauzimalo 1.908.405 ha, a nekorišteno 594.764 ha. Obradenog poljoprivrednog zemljišta (oranica i trajnih nasada) u 2017. godini je ukupno bilo 1.054.101 ha. Točnost kartiranja pojedine kategorije poljoprivrednog zemljišta (tablica 2-3.) procijenjena je tako da je za svaku kategoriju nasumično kreirano 500 točaka unutar poligona kategorije. Za svaku točku je ocijenjeno (točno ili netočno) da li se nalazi u poligonu koji je kartiran. Točnost je procijenjena na temelju vizualne interpretacije Google satelitskih snimaka i digitalnog ortofota. Ukupna točnost kartiranja je bila 91,9 %, a točnosti po kategorijama poljoprivrednog zemljišta je bila u rasponu od 87,2 % (povrće) do 100 % (šećerna repa) (tablica 2-3.).

Tablica 2-3. Struktura načina korištenja poljoprivrednog zemljišta u 2017. s intervalom procjene i procjenom točnosti kartiranja pojedine kategorije

KATEGORIJA	Površina (ha)	Točnost (%)	Interval procjene (ha)	
			od	do
ŽITARICE	247.318	94,2	221.498	268.834
KUKURUZ	312.750	93,3	268.747	344.182
KRMIVA	66.270	91,3	51.280	74.918
DUHAN	4.485	95,2	4.098	4.808
ULJARICE	57.613	98,3	56.438	58.886
SOJA	91.966	98,5	90.173	94.036
SUNCOKRET	40.519	99,8	40.438	40.608
ŠEĆERNA REPA	19.410	100,0	19.383	19.443
KRUMPIR	13.817	89,1	9.750	16.226
KUPUSNJAČE	5.277	88,8	3.740	6.223
POVRĆE	34.142	87,2	22.343	41.572
ZAČINI	9.467	95,6	8.592	9.967
OSTALO	309	92,3	250	345
VINOGRADI	41.219	94,3	34.875	44.978
MASLINICI	56.827	92,6	46.314	63.135
VOĆNJACI	51.032	90,1	37.391	59.621
BOBIČASTO VOĆE	1.077	90,1	811	1.237
LIVADE	324.776	90,2	245.206	372.518
PAŠNJACI	529.448	90,1	393.168	602.830

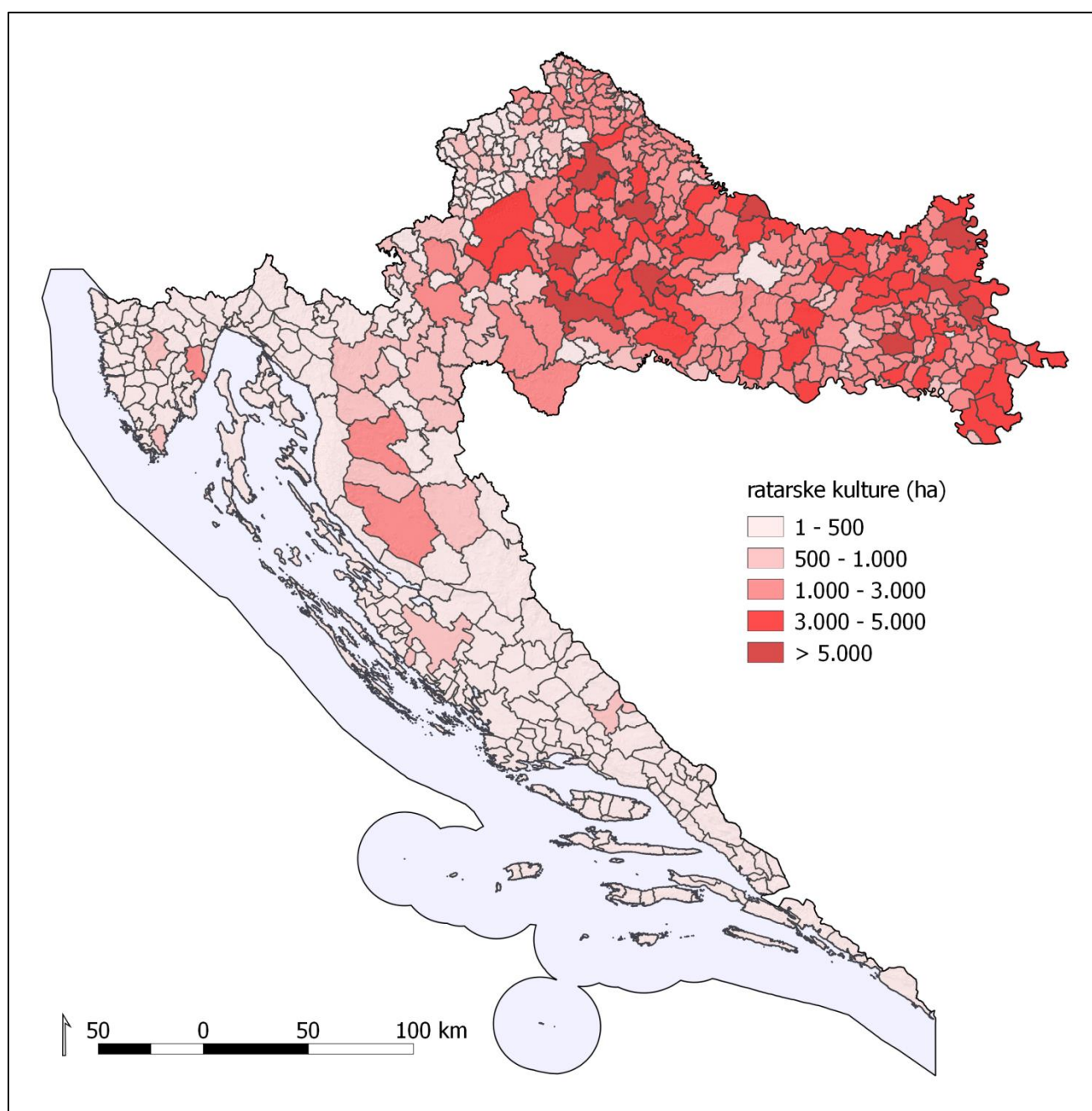
UGAR	29.239	94,2	25.678	31.783
NEKORIŠTENO	542.760	90,2	409.784	622.546
<i>UKUPNO</i>	<i>2.479.725</i>	<i>91,9</i>	<i>1.989.957</i>	<i>2.778.698</i>
KRAJOBRAZ	68			
DRVENASTO	80			
ZAŠTIĆENI PROSTORI	600			
NEULAZI	22.696			
OBRADENO	1.054.101			
KORIŠTENO	1.908.405			
NEKORIŠTENO	594.764			
Sveukupno	2.503.169			

Tablica 2-4. Površine poljoprivrednih kultura po županijama u Republici Hrvatskoj (ha)

Kategorija	Bjelovarsko-bilogorska županija	Brodsko-posavska županija	Dubrovačko-neretvanska županija	Grad Zagreb	Istarska županija	Karlovačka županija	Koprivničko-križevačka županija	Krapinsko-zagorska županija	Ličko-senjska županija	Međimurska županija	Osječko-baranjska županija	Požeško-slavonska županija	Ptrimorsko-goranska županija	Šibensko-kninska županija	Sisačko-moslavačka županija	Splitsko-dalmatinska županija	Varaždinska županija	Virovitičko-podravska županija	Vukovarsko-srijemska županija	Zadarska županija	Zagrebačka županija	Ukupno Republika Hrvatska
ŽITARICE	20.299	24.914	3	2.137	3.443	3.865	16.000	2.960	3.272	8.799	59.684	12.840	4	358	9.855	446	7.223	18.260	38.075	807	14.073	247.318
KUKURUZ	40.764	23.837	23	2.221	1.933	6.006	32.604	7.188	686	13.190	52.376	12.289	14	178	20.615	517	15.111	23.507	30.796	348	28.546	312.750
KRMIVA	4.501	7.009	120	561	5.468	2.487	4.773	2.430	2.478	2.721	8.087	2.545	52	891	5.858	952	1.887	1.950	5.880	959	4.663	66.270
DUHAN	28	1					71				54	743						3.569	18			4.485
ULJARICE	2.327	5.651	0	143	91	347	4.415	706	18	2.089	18.313	2.658	1		2.390		2.060	6.069	8.246	1	2.089	57.613
SOJA	5.556	8.759	0	119	91	700	1.330	1	19	1.344	20.490	4.552			4.751		800	12.299	26.669	2	4.486	91.966
SUNCOKRET	188	1.591	0	14	3	4	341		2	242	21.612	686			27		42	3.123	12.518	5	120	40.519
ŠEĆERNA REPA	36	761					100			194	8.987	660					56	921	7.695			19.410
KRUMPIR	1.207	111	79	161	939	436	159	581	532	3.090	315	441	36	191	1.214	657	1.076	639	878	275	799	13.817
KUPUSNJAČE	84	52	62	123	682	311	51	5	66	178	103	142	13	8	664	574	425	674	847	144	68	5.277
POVRĆE	1.781	1.721	1.017	593	2.662	1.302	919	916	273	955	1.123	1.035	76	776	3.048	2.064	2.181	4.362	3.382	1.480	2.477	34.142
ZAČINI	196	24	22	3	92	29	162	11	10	90	1.621	112	18	402	271	638	34	5.147	91	355	140	9.467
OSTALO	7	21	1	6	1	4	12	4		5	14		1	59		1	18	4		141	11	309
VINOGR	544	243	3.389	340	6.011	358	1.455	2.698	33	1.060	2.340	1.742	291	2.556	1.084	5.477	2.720	1.162	1.853	3.115	2.746	41.219
MASLINE			7.124		8.104				447				3.159	11.587		16.239				10.167		56.827
VOĆE	3.281	2.822	3.141	536	1.583	2.106	1.912	1.420	1.658	1.502	5.196	3.286	239	546	6.183	1.776	1.577	3.029	2.702	2.635	3.903	51.032
B. VOĆE	103	14		12	320	123	60	46	8	72	67	53	7		58	2	32	19	21	3	56	1.077
LIVADE	26.932	3.792	3.517	6.127	17.664	26.974	12.806	16.681	55.798	7.020	4.177	9.806	12.171	5.019	38.616	8.601	10.379	11.257	3.040	13.366	31.036	324.776
PAŠNJACI	6.942	2.806	22.862	3.364	21.362	30.197	9.021	6.222	34.358	598	5.383	4.868	31.815	81.418	47.869	89.295	7.789	3.960	2.169	108.750	8.399	529.448
UGAR	2.190	2.702	315	358	1.466	1.872	884	484	302	311	2.527	1.149	118	217	2.904	490	581	1.663	598	1.635	6.475	29.239
NEKORIŠTENO	14.649	11.477	35.174	4.137	27.897	35.765	5.964	7.379	56.847	3.955	160	11.445	25.587	87.827	31.536	79.968	6.512	6.778	9.089	50.515	30.100	542.760
KRAJOBRAZ								45												23		68
DRVENASTO	5	4				6	10	1		3	9		10		12		1	5	1		13	80
ZAST. PROSTORI	16	17	49	40	23	5	24	12	1	7	81	8	3	2	17	62	32	89	17	27	67	600
NEULAZI	1.404	1.714	1.462	520	677	180	20	792	1.297	467	5	425	334	1.208	2.358	2.570	1.169	822	1.785	1.433	2.052	22.696
UKUPNO	133.040	100.044	78.359	21.515	100.513	113.077	93.094	50.582	158.104	47.892	212.722	71.486	73.948	193.244	179.331	210.330	61.703	109.308	156.373	196.186	142.319	2.503.169

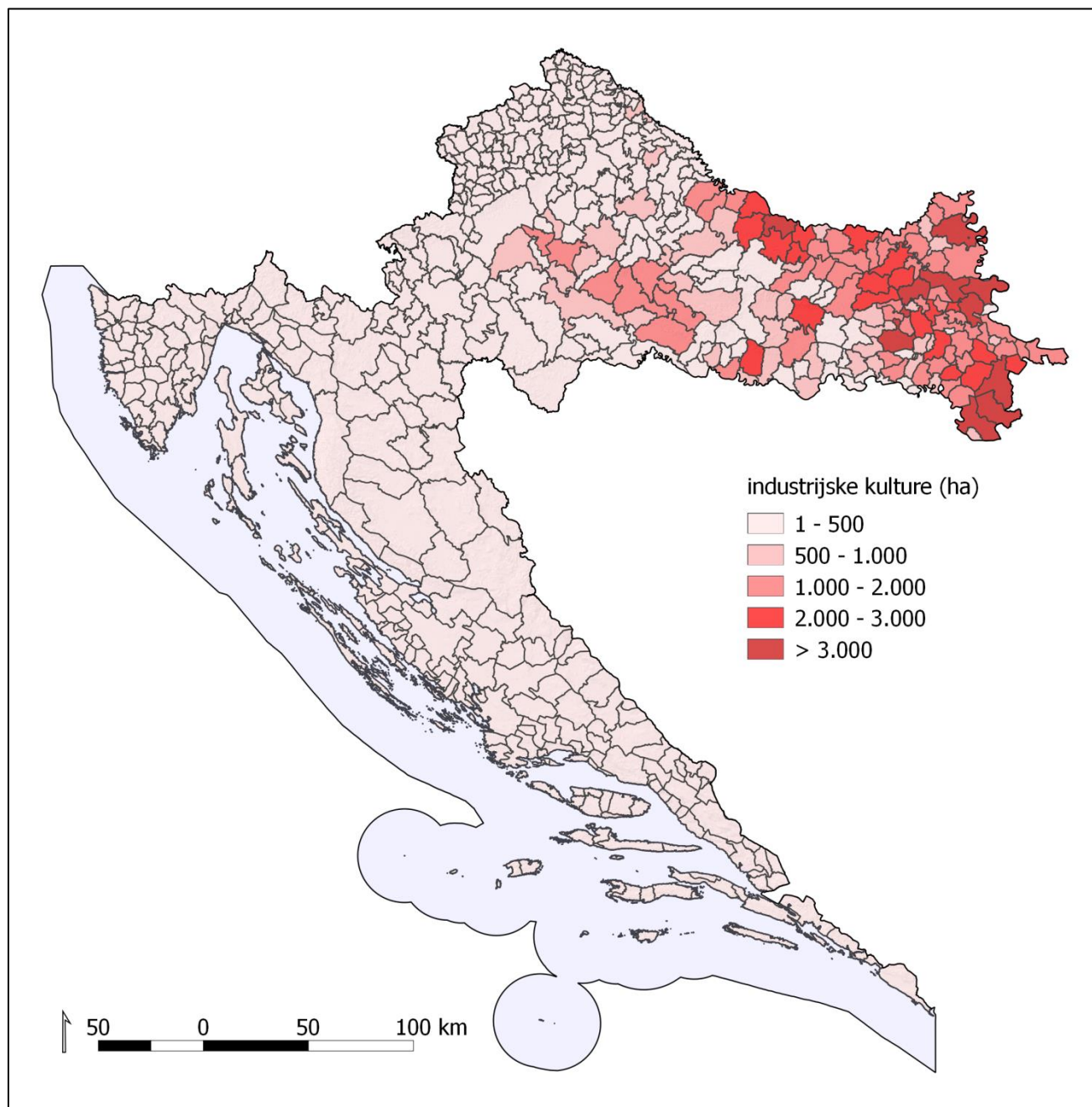
2.3.1 Prostorni raspored poljoprivrednih kultura u 2017.

Prostorni raspored pojedinih kultura ukazuje na strukturu i način korištenja poljoprivrednog zemljišta u određenom području. Za analizu prostornog rasporeda kulture su grupirane u skupine. Primjerice, ratarske kulture (žitarice, kukuruz i krmiva) su bile najzastupljenije u središnjem i istočnom dijelu kontinentalnog područja (slika 2-10.).



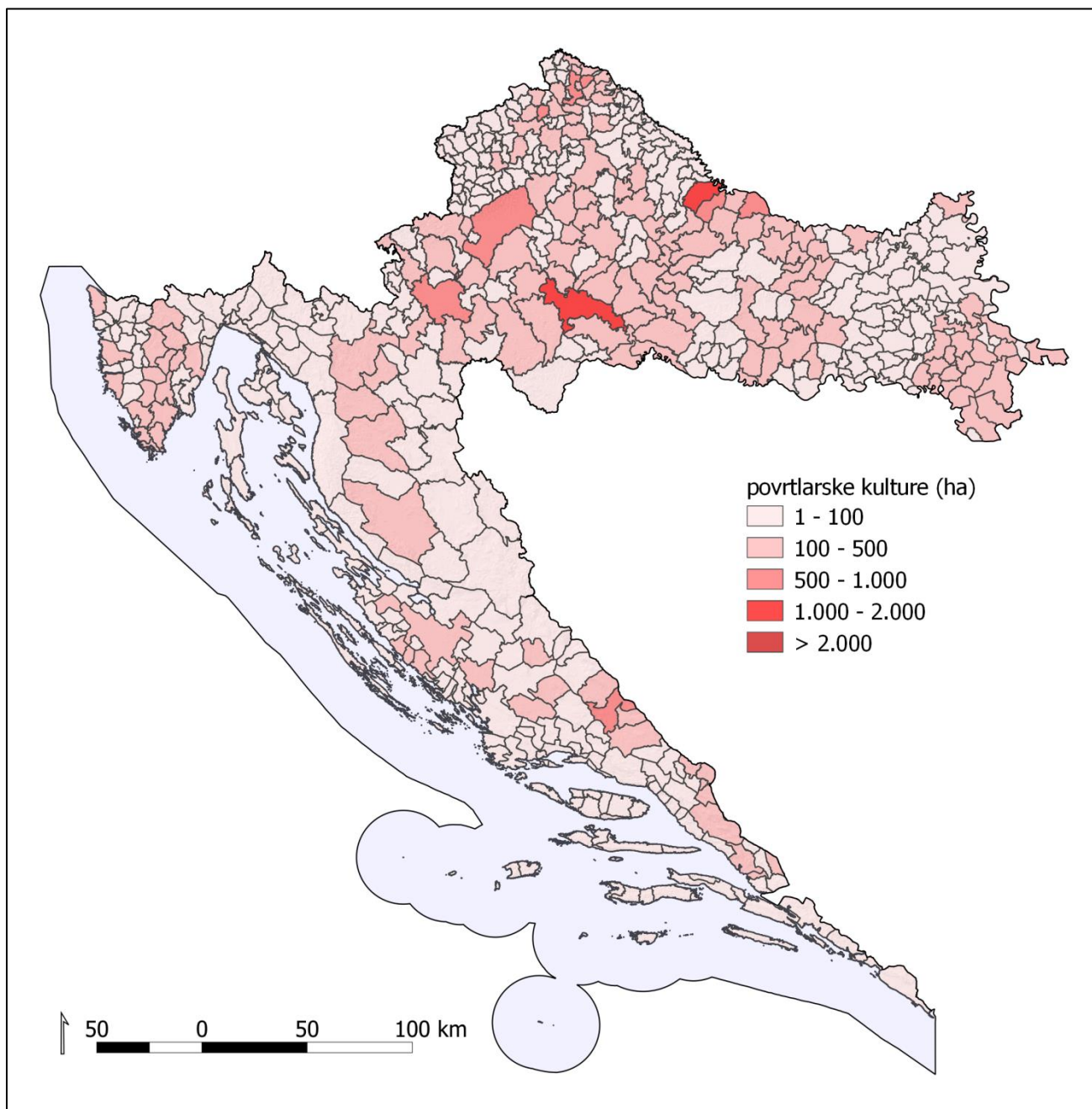
Slika 2-10. Površine s uzgojem ratarskih kultura po jedinicama lokalne samouprave u 2017.

Uzgoj industrijskog bilja (šećerna repa, soja, uljarice, duhan, suncokret) prevladava u istočnom dijelu kontinentalne Hrvatske (slika 2-11.).



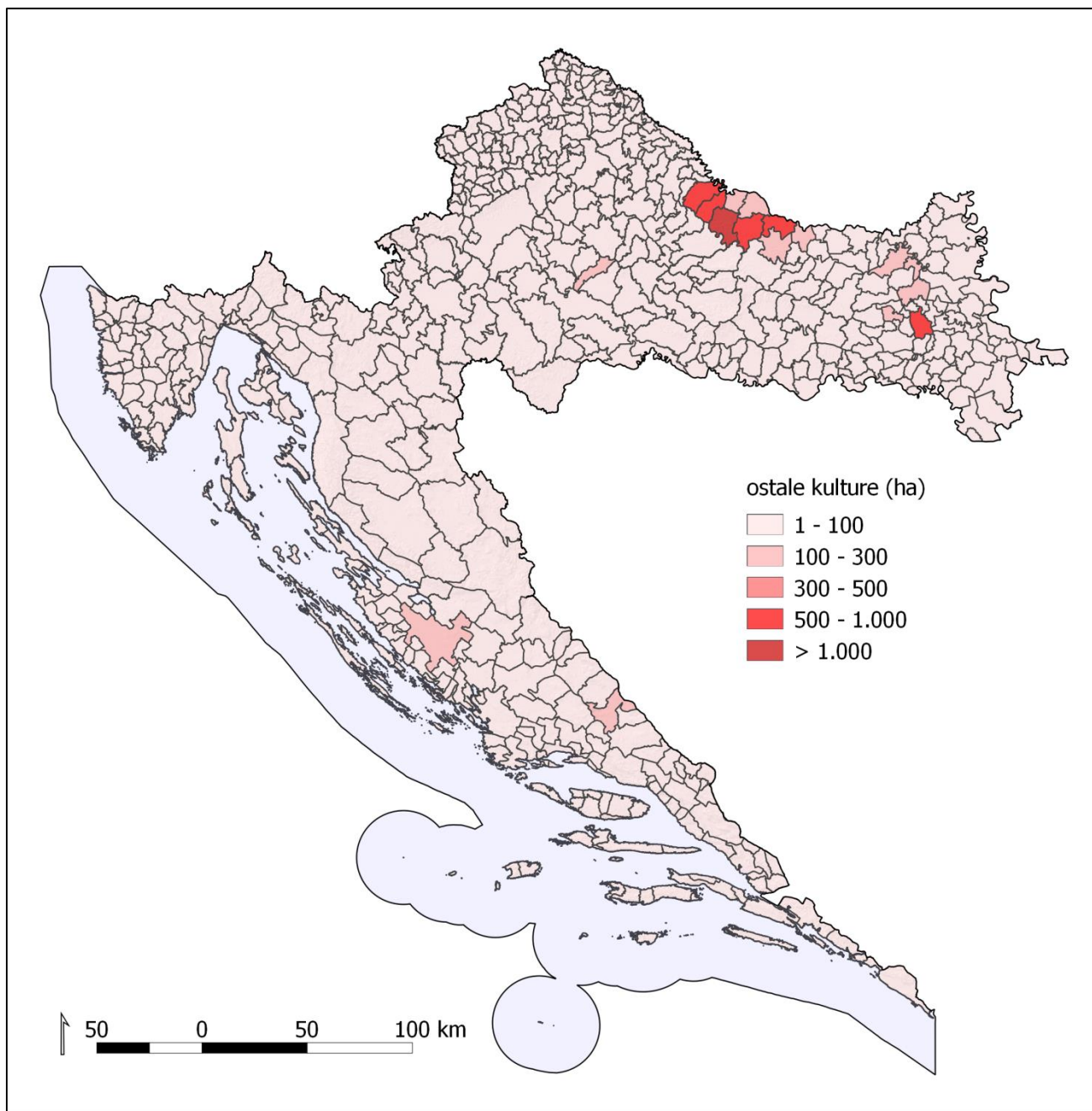
Slika 2-11. Površine s uzgojem industrijskog bilja po jedinicama lokalne samouprave u 2017. godini

Povrtlarske kulture (krumpir, kupusnjače i sve ostalo povrće) su bile podjednako raspoređene na cijelom teritoriju Hrvatske, s povećanim udjelom u tradicionalno povrtlarskim područjima (Podravina, Međimurje, Ravni Kotari) i u okruženju većih gradova (slika 2-12.).



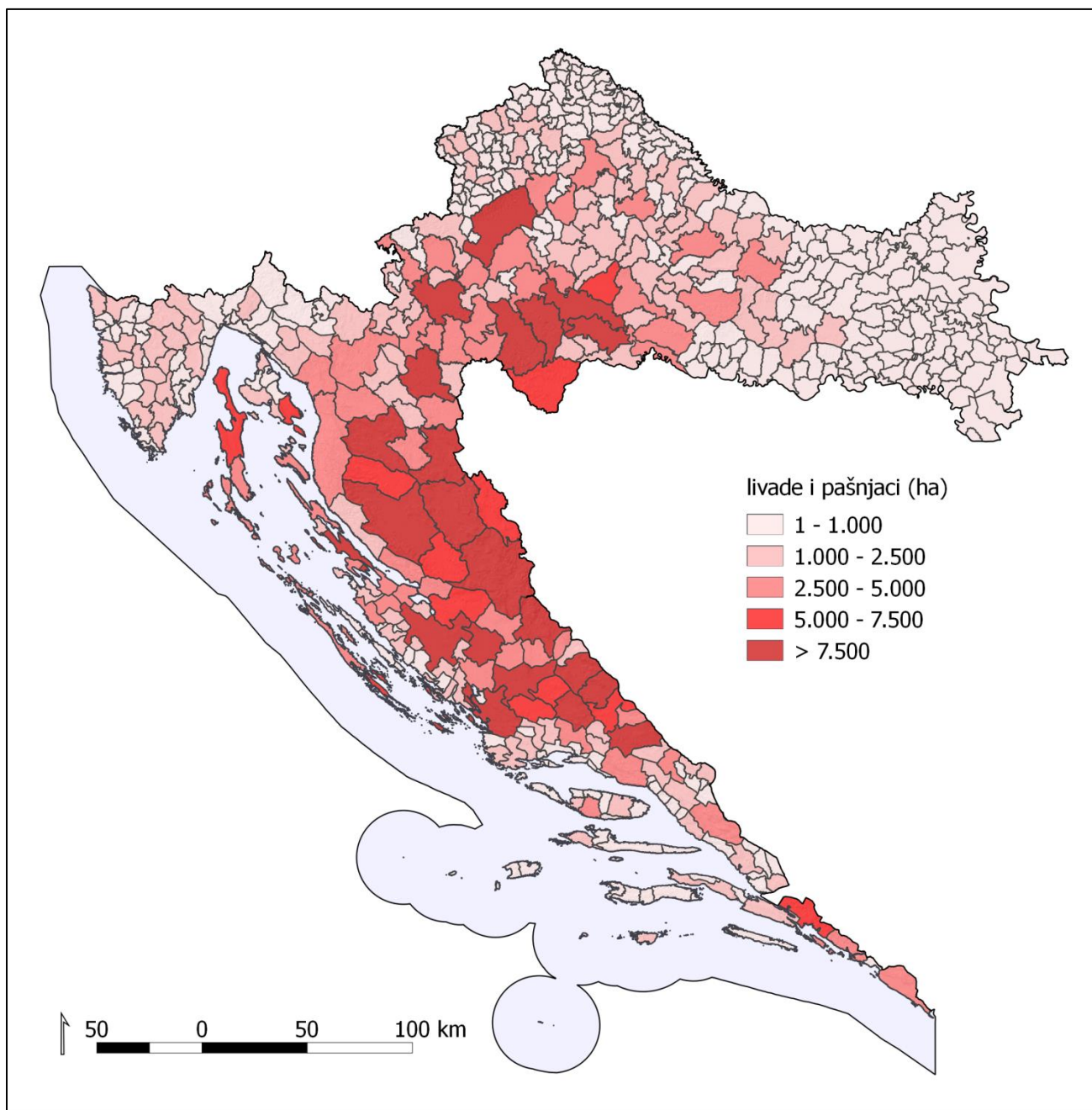
Slika 2-12. Površine s uzgojem povrtlarskih kultura po jedinicama lokalne samouprave u 2017. godini

Sve ostale kulture, uključujući začinsko i ljekovito bilje, svrstane su u istu kategoriju. Iako te kulture zauzimaju razmjerno malu površinu (slika 2-13.), izdvaja se područje Podravine (oko Pitomače i Virovitice) gdje postoji dugogodišnja tradicija uzgoja ljekovitog bilja, a koja se značajno razvija u posljednjih nekoliko godina.



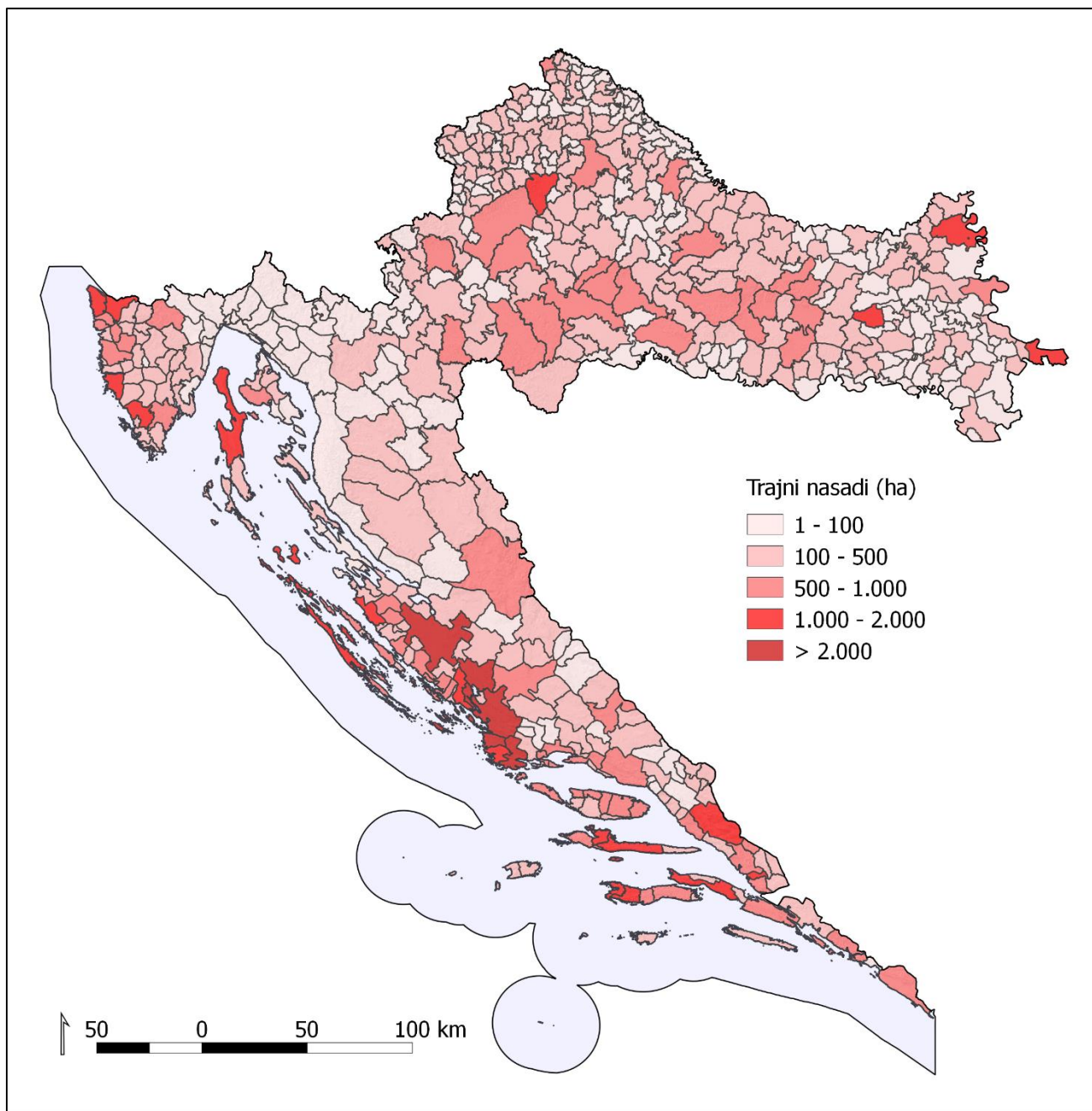
Slika 2-13. Površine s uzgojem ostalih kultura po jedinicama lokalne samouprave u 2017. godini

Livade i pašnjaci prevladavaju u brdsko-gorskim područjima, sjevernoj i srednjoj Dalmaciji te na otocima s tradicionalnim stočarstvom, poput Paga, Cresa i Krka (slika 2-14.).



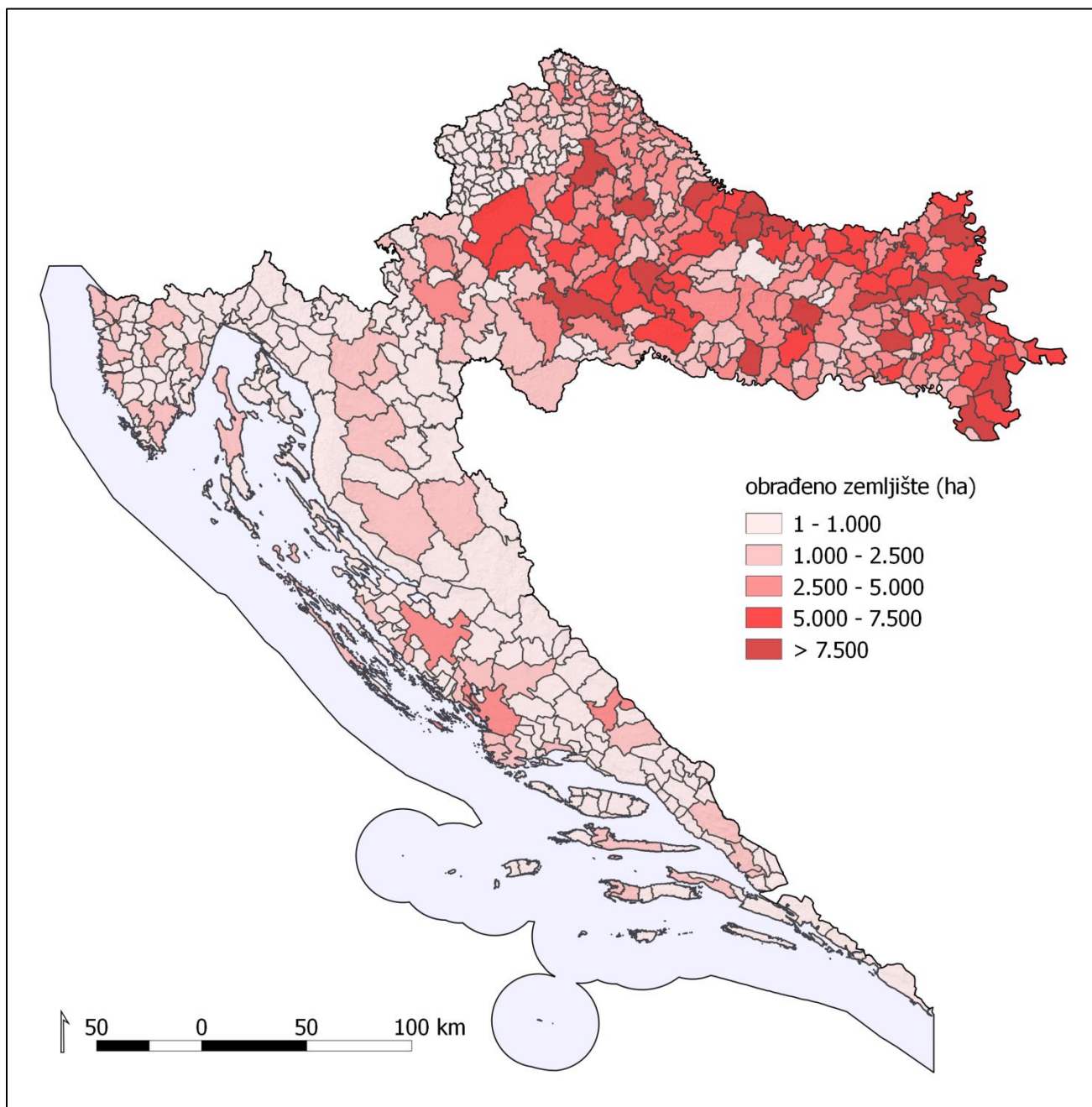
Slika 2-14. Površine pod livadama i pašnjacima po jedinicama lokalne samouprave u 2017. godini

Trajni nasadi, dominantno maslinici i vinogradi, prevladavaju u primorskom dijelu Hrvatske (slika 2-15.). U kontinentalnom dijelu povećani udio površina trajnih nasada je u tradicionalnim vinogradarskim područjima, te manjim dijelom u brdskim područjima središnje Hrvatske gdje se u zadnjih 10-ak godina intenzivnije razvija voćarska proizvodnja.



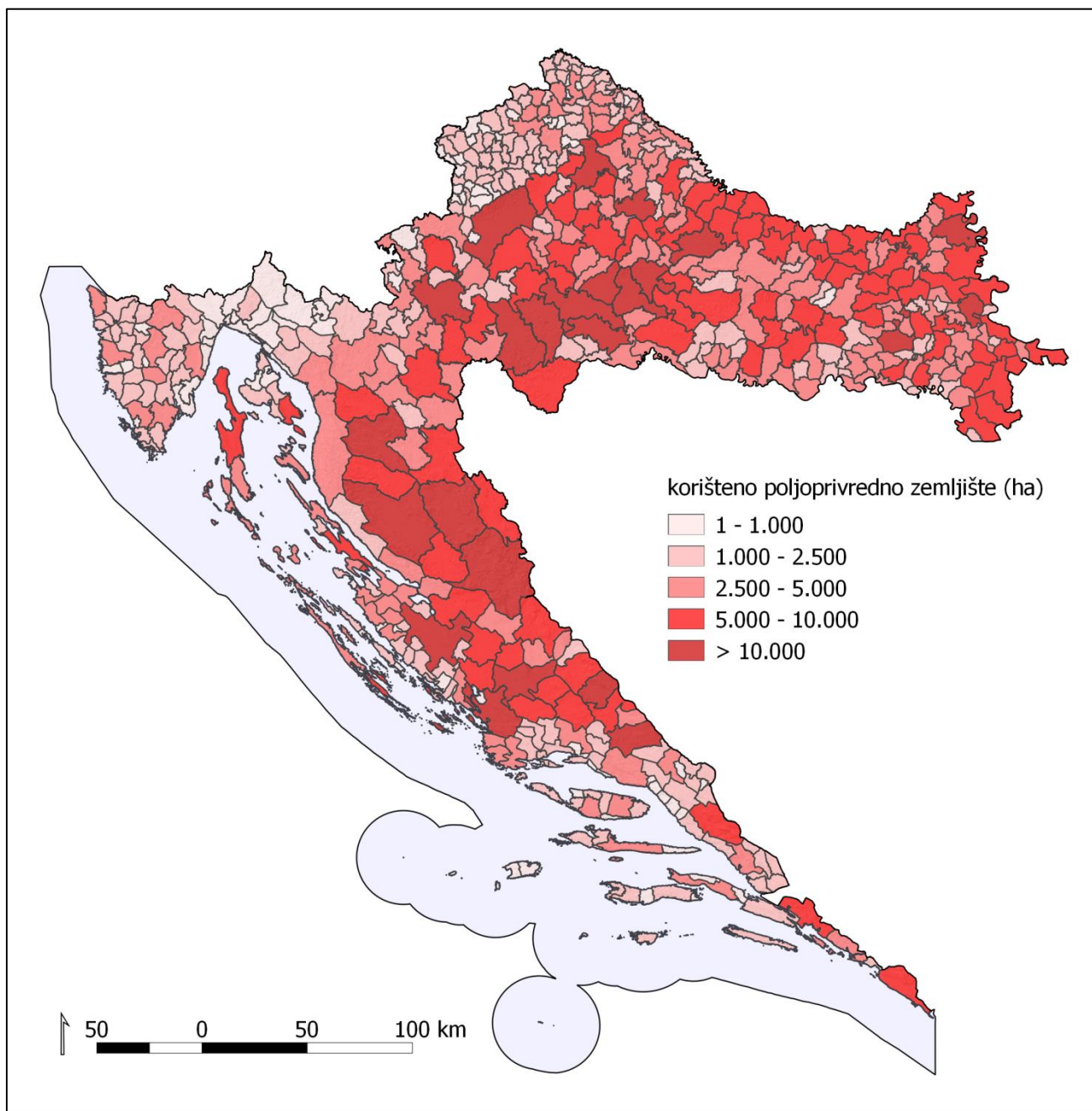
Slika 2-15. Površine pod trajnim nasadima po jedinicama lokalne samouprave u 2017. godini

U kategoriju obrađenog zemljišta uvrštene su sve ratarske, industrijske, povrtlarske i ostale kulture te trajni nasadi (slika 2-16.). Najveći udio obrađenog poljoprivrednog zemljišta u 2017. godini nalazio se u središnjem i istočnom dijelu kontinentalne Hrvatske.



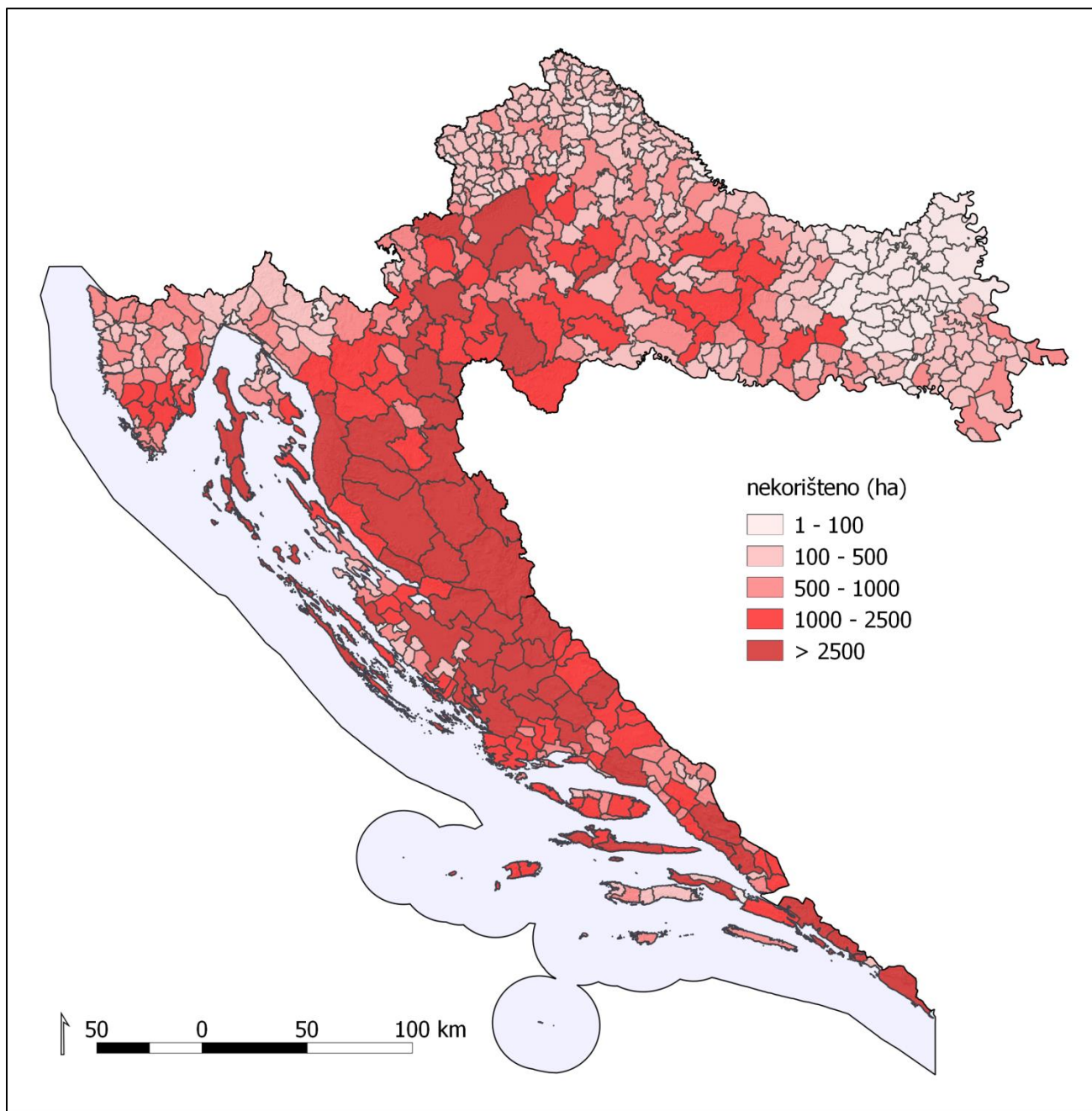
Slika 2-16. Površine obrađenog poljoprivrednog zemljišta po jedinicama lokalne samouprave u 2017. godini

U korišteno poljoprivredno zemljište, osim obrađenog poljoprivrednog zemljišta, uvrštene su livade i pašnjaci (slika 2-17.). Površine korištenog poljoprivrednog zemljišta podjednako su bile raspoređene na cijelom teritoriju Republike Hrvatske, izuzev određenih područja Hrvatskog Zagorja, Istre i južne Dalmacije (zbog izrazito malih jedinica lokalne samouprave), te na području Gorskog Kotara (zbog velike šumovitosti).



Slika 2-17. Površine korištenog poljoprivrednog zemljišta po jedinicama lokalne samouprave u 2017.

Površine nekorištenog poljoprivrednog zemljišta (slika 2-18.) u 2017. godini su bile značajno zastupljene u područjima središnje i brdske kontinentalne Hrvatske, gorske Hrvatske i otocima, zatim u područjima izražene urbanizacije u okruženju velikih gradova, kao i na području Dalmacije gdje je također u zadnjih nekoliko desetljeća zapušteno mnogo poljoprivrednog zemljišta.



Slika 2-18. Površine nekorištenog poljoprivrednog zemljišta po jedinicama lokalne samouprave u 2017.

Detaljan prikaz površina s uzgojem pojedinih poljoprivrednih kultura u 2017. godini je prikazan u Prilogu 2.6.1.

2.3.2 Usporedba SAGRA i ARKOD površina u 2017.

Usporedba utvrđenih kategorija poljoprivrednog zemljišta u sklopu projekta SAGRA s podacima iz baze ARKOD (tablica 2-5.) pokazuju da se pojedine kategorije razlikuju. Udio površina upisanih u ARKOD u odnosu na kartirane kategorije je različit i kreće od 0,6 % kod nekorištenog poljoprivrednog zemljišta do 100 % kod šećerne repe, krajobraza i zaštićenih prostora. Kod ostalih važnih poljoprivrednih kategorija (korišteno poljoprivredno zemljište) taj udio se kreće od 29,2 % kod pašnjaka do 99,7 % kod suncokreta. Prostorni raspored pojedinih kategorija kultura prema jedinicama lokalne samouprave detaljno je prikazan u Prilogu 2.6.2.

Tablica 2-5. Usporedba SAGRA i ARKOD kategorija poljoprivrednih površina (ha) u 2017.

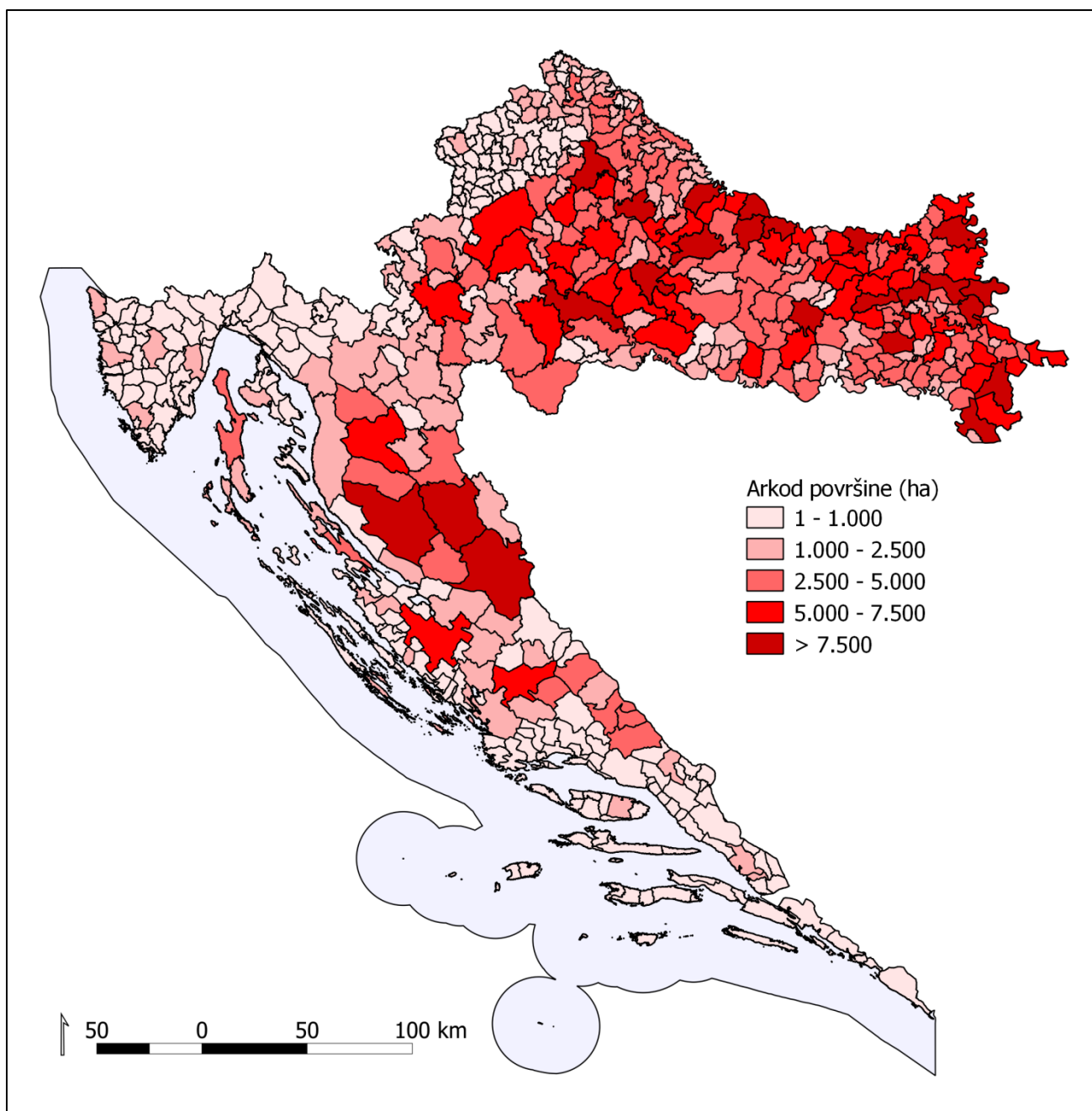
Kategorija	SAGRA 2017.	ARKOD 2017.	Udio (%)
ŽITARICE	247.318	218.926	88,5
KUKURUZ	312.750	277.526	88,7
KRMIVA	66.270	41.704	62,9
DUHAN	4.485	3.942	87,9
ULJARICE	57.613	56.101	97,4
SOJA	91.966	90.089	98,0
SUNCOKRET	40.519	40.394	99,7
ŠEĆERNA REPA	19.410	19.403	100,0
KRUMPIR	13.817	7.016	50,8
KUPUSNJAČE	5.277	1.724	32,7
POVRĆE	34.142	15.212	44,6
ZAČINI	9.467	8.858	93,6
OSTALO	309	253	81,7
VINOGRADI	41.219	20.580	49,9
MASLINICI	56.827	18.767	33,0
VOĆNJACI	51.032	35.504	69,6
BOBIČASTO VOĆE	1.077	526	48,8
LIVADE	324.776	124.821	38,4
PAŠNJACI	529.448	154.404	29,2
UGAR	29.239	27.288	93,3
NEKORIŠTENO	542.760	3.245	0,6
KRAJOBRAZ	68	68	100,0
DRVENASTO	80	71	87,9
ZAŠTIĆENI PROSTORI	600	600	100,0
NE ULAZI	22.696	224	1,0
Ukupno	2.503.169	1.167.179	46,6

Prostorni raspored poljoprivrednih površina (parcela) upisanih u ARKOD prema jedinicama lokalne samouprave (slika 2-19.) sličan je prostornom rasporedu ukupno korištenog poljoprivrednog zemljišta (slika 2-17.). Udio poljoprivrednog zemljišta upisanog u ARKOD (slika 2-19.) prema jedinicama lokalne samouprave je izračunat u odnosu na ukupno korišteno poljoprivredno zemljište, te je najveći u kontinentalnom dijelu Hrvatske (60-100%), dok je u ostalim dijelovima Republike Hrvatske udio poljoprivrednog zemljišta upisanog u ARKOD značajno manji.

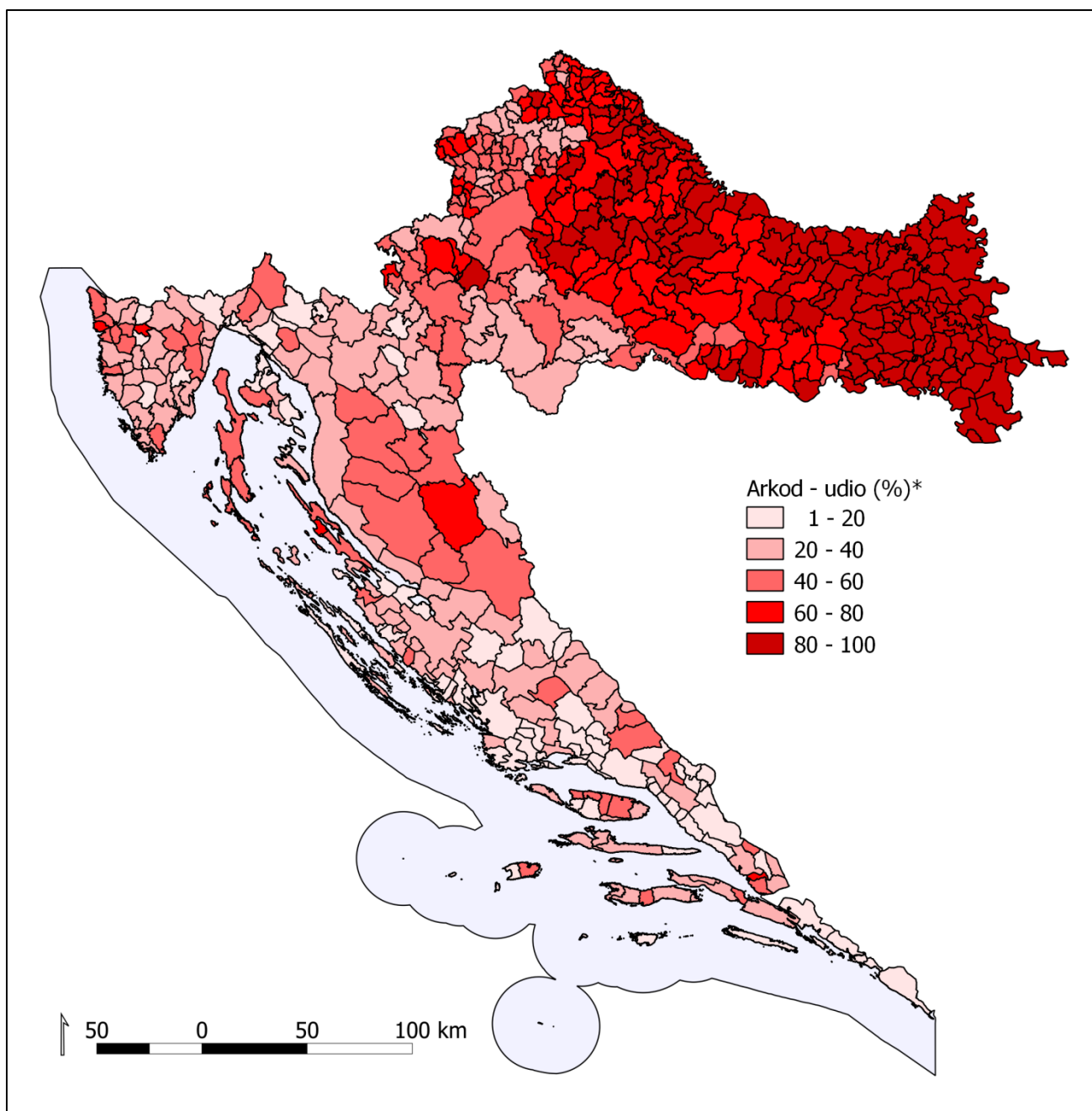
Udio poljoprivrednih površina upisanih u ARKOD u odnosu na kartirane korištene poljoprivredne površine prema županijama također je različit (tablica 2-6., slika 2-21.) te se kreće od 24,1 % u Splitsko-dalmatinskoj županiji pa do 100 % u Osječko-baranjskoj županiji. Šibensko-kninska (24,7 %) i Dubrovačko-neretvanska (25,9 %) županija također imaju vrlo mali udio površina upisanih u ARKOD (slika 2-21.).

Tablica 2-6. Usporedba SAGRA i ARKOD poljoprivrednog zemljišta po županijama u 2017.

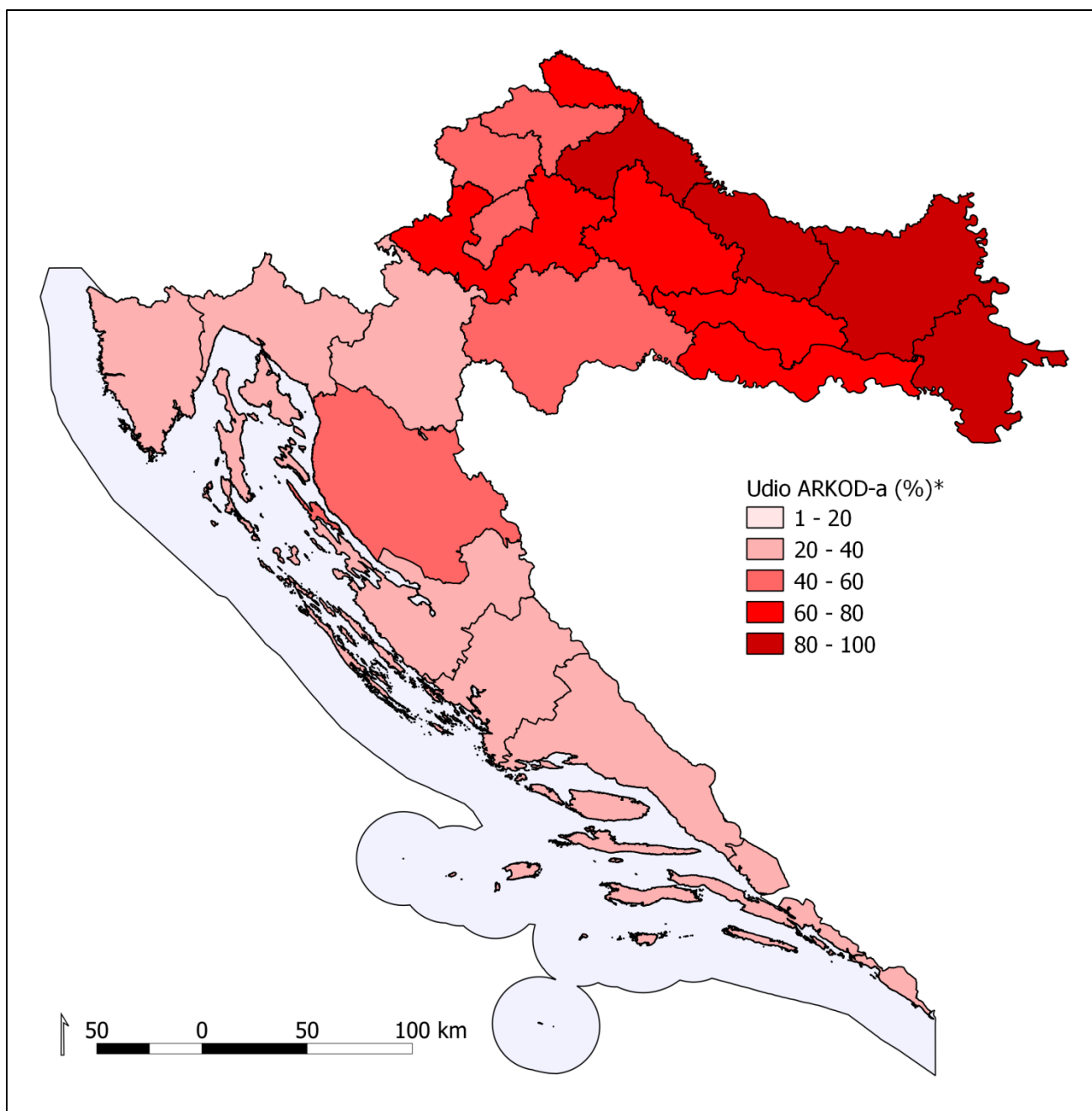
Županija	Ukupno poljoprivredno zemljište SAGRA	Korišteno poljoprivredno zemljište SAGRA	Korišteno poljoprivredno zemljište ARKOD	Udio 2017.
	ha			%
Bjelovarsko-bilogorska	133.040	116.983	93.274	79,7
Brodsko-posavska	100.044	86.848	67.161	77,3
Dubrovačko-neretvanska	78.359	41.724	10.796	25,9
Grad Zagreb	21.515	16.857	7.424	44,0
Istarska	100.513	71.938	25.192	35,0
Karlovačka	113.077	77.126	29.422	38,1
Koprivničko-križevačka	93.094	87.099	71.248	81,8
Krapinsko-zagorska	50.582	42.363	20.500	48,4
Ličko-senjska	158.104	99.960	48.987	49,0
Međimurska	47.892	43.467	29.980	69,0
Osječko-baranjska	212.722	212.546	212.722	100,0
Požeško-slavonska	71.486	59.616	45.130	75,7
Primorsko-goranska	73.948	48.017	15.661	32,6
Šibensko-kninska	193.244	104.209	25.765	24,7
Sisačko-moslavačka	179.331	145.425	68.405	47,0
Splitsko-dalmatinska	210.330	127.791	30.809	24,1
Varaždinska	61.703	54.021	30.728	56,9
Virovitičko-podravska	109.308	101.704	84.765	83,3
Vukovarsko-srijemska	156.373	145.498	130.892	90,0
Zadarska	196.186	144.215	46.538	32,3
Zagrebačka	142.319	110.154	71.781	65,2
Ukupno RH	2.503.169	1.937.564	1.167.179	60,2



Slika 2-19. Površine poljoprivrednog zemljišta upisanog u ARKOD po jedinicama lokalne samouprave u 2017. godini



Slika 2-20. Udio poljoprivrednog zemljišta upisanog u ARKOD po jedinicama lokalne samouprave u 2017. godini



Slika 2-21. Udio poljoprivrednog zemljišta upisanog u ARKOD po županijama u 2017. godini

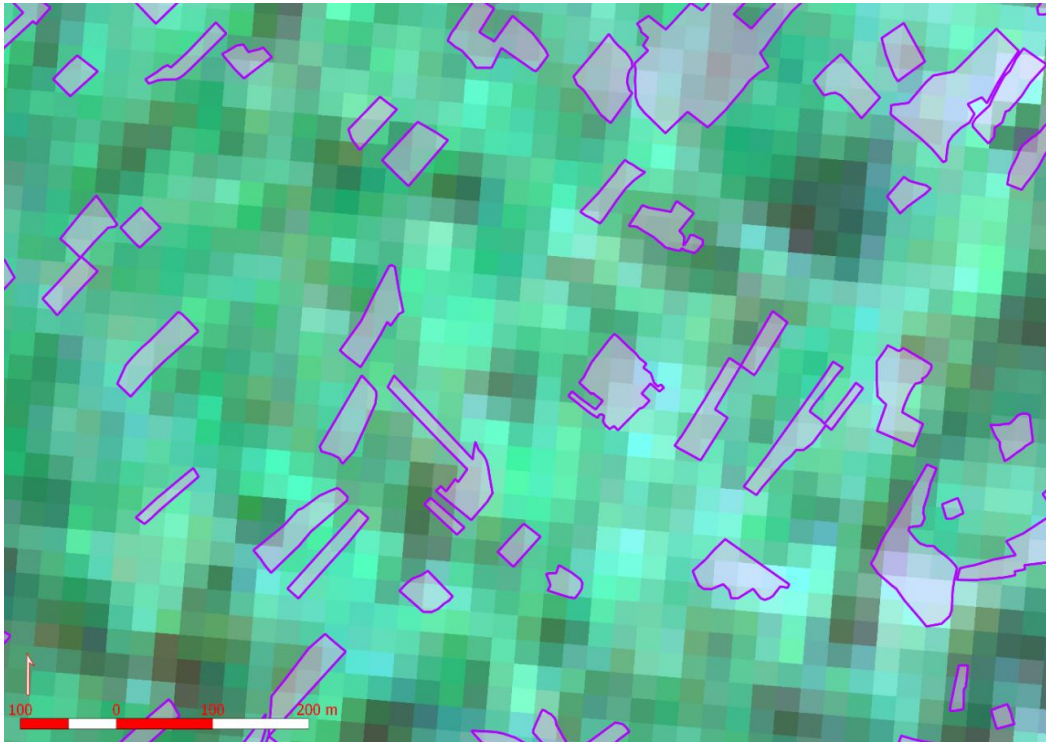
2.4 Usporedba SAGRA i ARKOD površina u razdoblju 2012.-2017.

Usporedbom SAGRA i ARKOD površina u 2017. i 2012. godini može se uočiti da postoje određene razlike u ukupnoj površini poljoprivrednog zemljišta te po pojedinim kategorijama (tablica 2-7.).

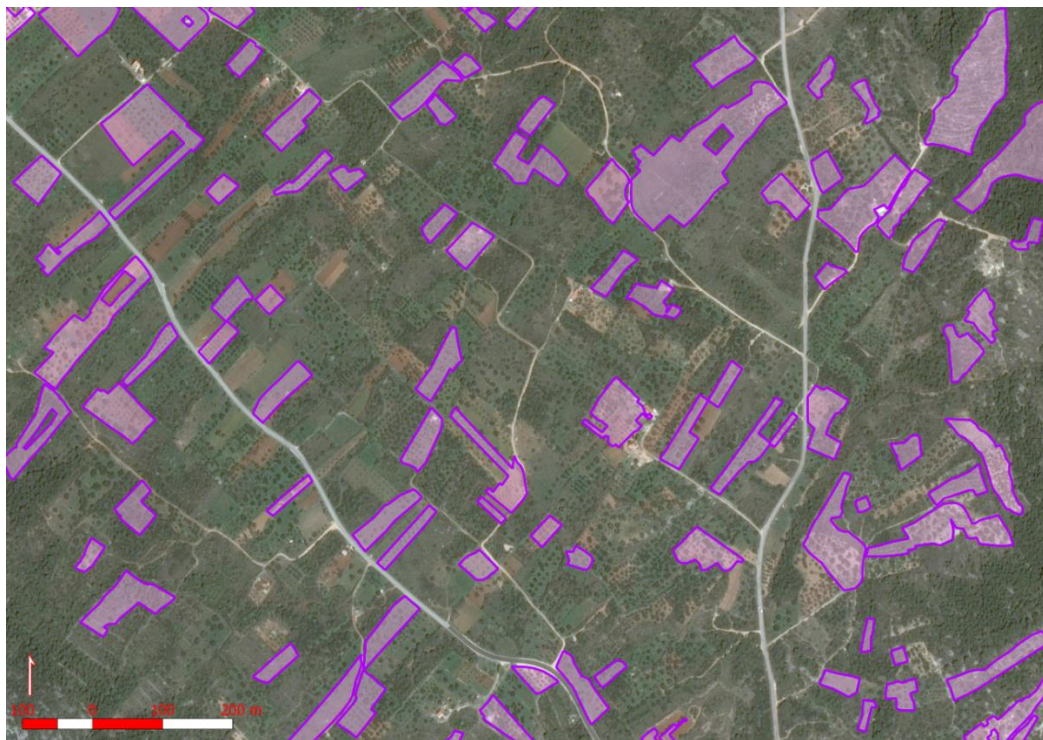
Tablica 2-7. Promjene u strukturi korištenja poljoprivrednog zemljišta u razdoblju 2017. i 2012.

Kategorija	SAGRA 2017.	ARKOD 2017.	SAGRA 2012.	ARKOD 2012.	SAGRA Razlika 2017.-2012.	ARKOD Razlika 2017.-2012.
	ha					
ŽITARICE	247.318	218.926	322.359	242.582	-75.041	-23.655
KUKURUZ	312.750	277.526	412.177	256.845	-99.427	20.681
KRMIVA	66.270	41.704	107.195	73.032	-40.925	-31.328
DUHAN	4.485	3.942	6.658	5.961	-2.172	-2.018
ULJARICE	57.613	56.101	16.047	11.976	41.567	44.125
SOJA	91.966	90.089	59.052	53.022	32.915	37.067
SUNCOKRET	40.519	40.394	35.027	33.044	5.492	7.350
ŠEĆERNA REPA	19.410	19.403	24.565	22.684	-5.155	-3.280
KRUMPIR	13.817	7.016	13.712	8.493	105	-1.477
KUPUSNJAČE	5.277	3.329	2.805	1.023	2.472	2.305
POVRĆE	34.142	15.212	23.194	16.528	10.948	-1.316
ZAČINI	9.467	8.858				
OSTALO	309	253				
VINOGRAD	41.219	20.580	35.950	16.568	5.269	4.012
MASLINE	56.827	18.767	29.811	11.842	27.016	6.925
VOĆNJACI	51.032	35.504	27.780	22.163	23.252	13.341
BOBIČASTO VOĆE	1.077	526				
LIVADE	324.776	124.821	288.451	58.439	36.325	66.383
PAŠNJACI	529.448	154.404	486.527	39.204	42.922	115.201
UGAR	29.239	27.288			29.239	27.288
NEKORIŠTENO	542.760	3.245	746.735		-203.975	3.245
KRAJOBRAZ	68	0				
DRVENASTO	80	71				
ZAŠTIĆENI PROSTORI	600	599				
NE ULAZI	22.696	224				
UKUPNO	2.503.169	1.167.179	2.638.044	873.405	-134.876	293.774

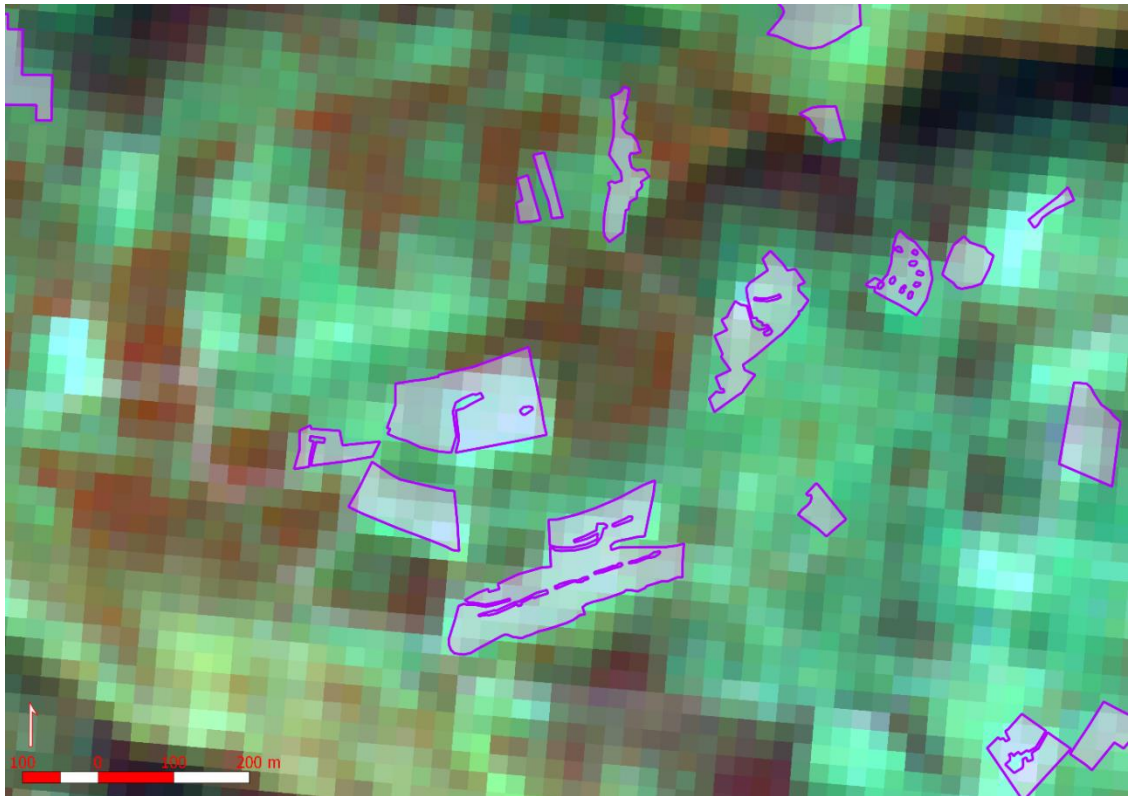
Među glavnim razlozima smanjenja ukupnih poljoprivrednih površina SAGRA 2017.-2012. potrebno je istaknuti: a) promjenu u metodologiji kartiranja; b) korištenje novijih kvalitetnijih satelitskih snimaka, te c) povećanje preciznosti kartiranja (slika 2-22. - slika 2-26.)



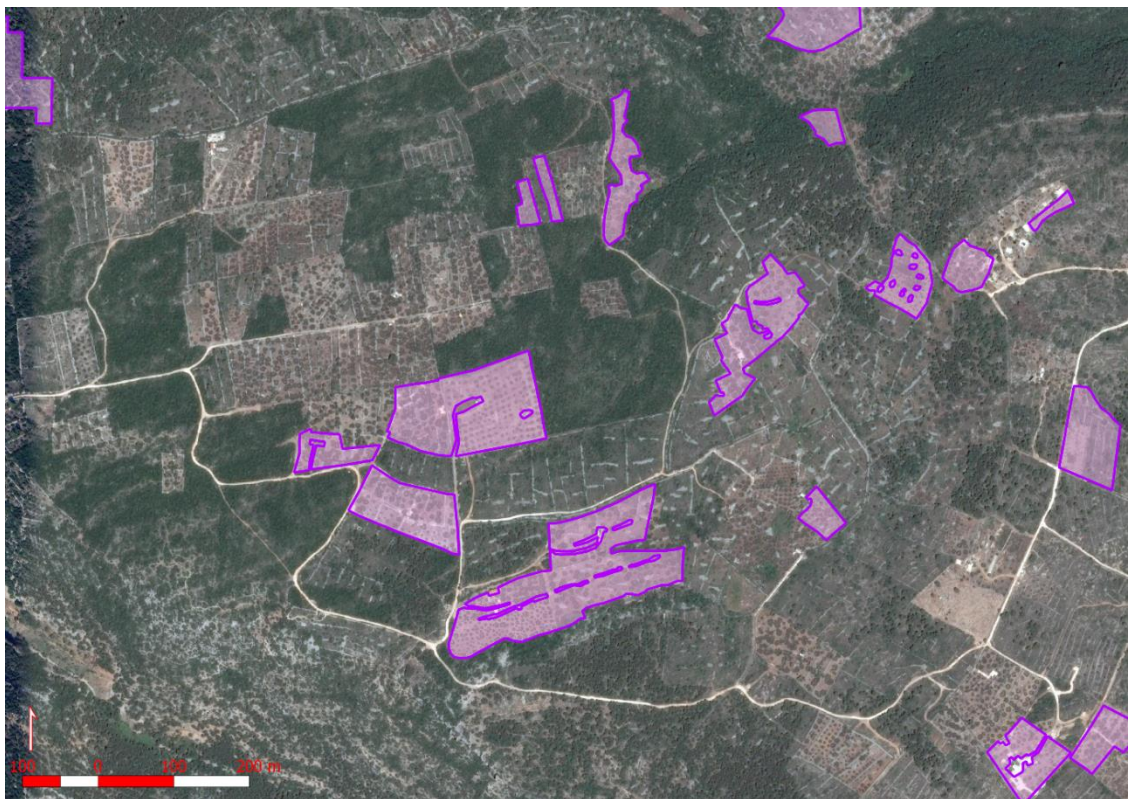
Slika 2-22. Poligoni maslinika (ljubičasto) kartirani na IRS satelitskim snimkama u 2012.



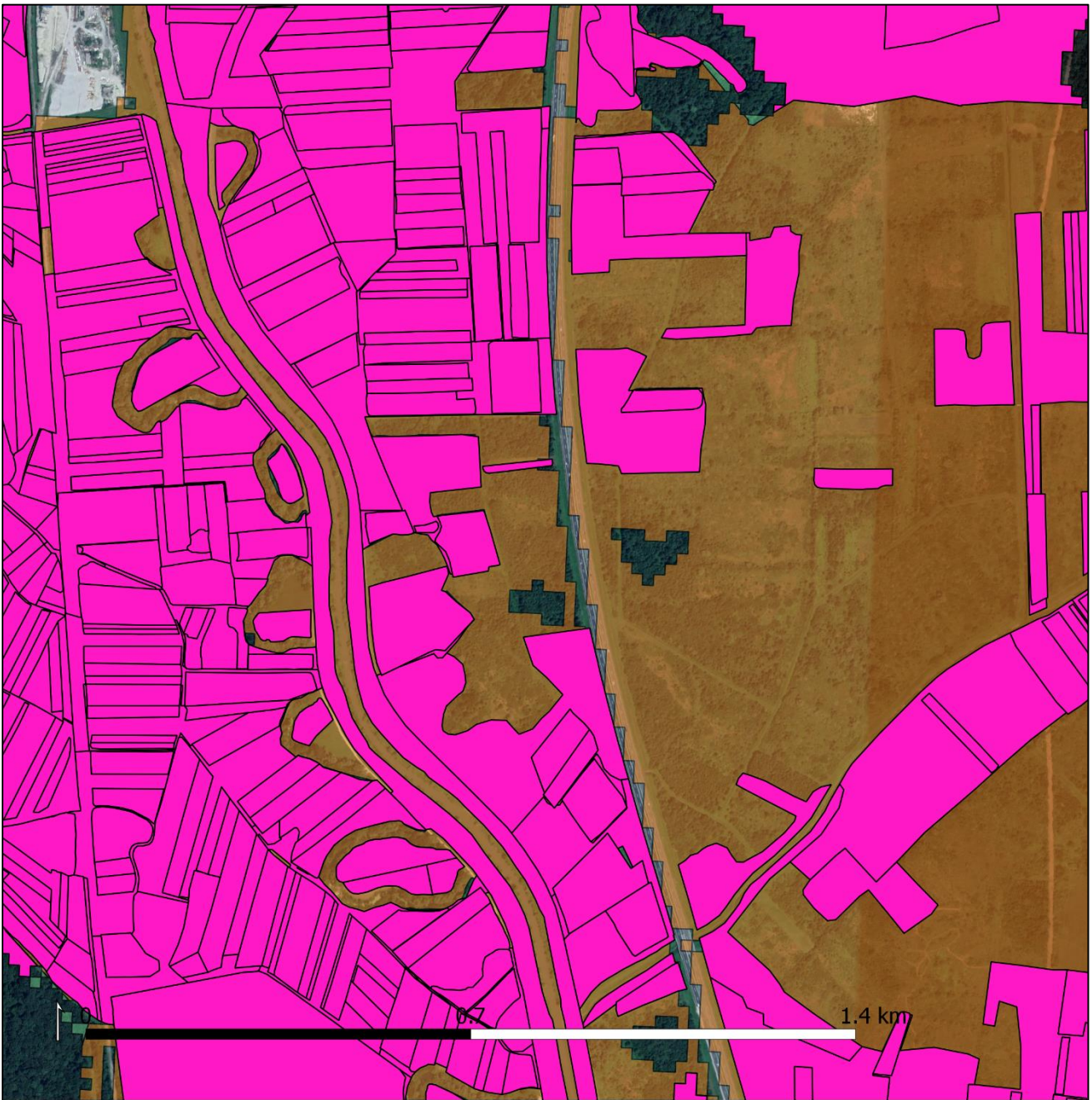
Slika 2-23. Poligoni maslinika (ljubičasto) kartirani na IRS satelitskim snimkama 2012. godine preklopljeni preko Google satelitskih snimaka u 2017.



Slika 2-24. Poligoni maslinika (ljubičasto) kartirani na IRS satelitskim snimkama u 2012.



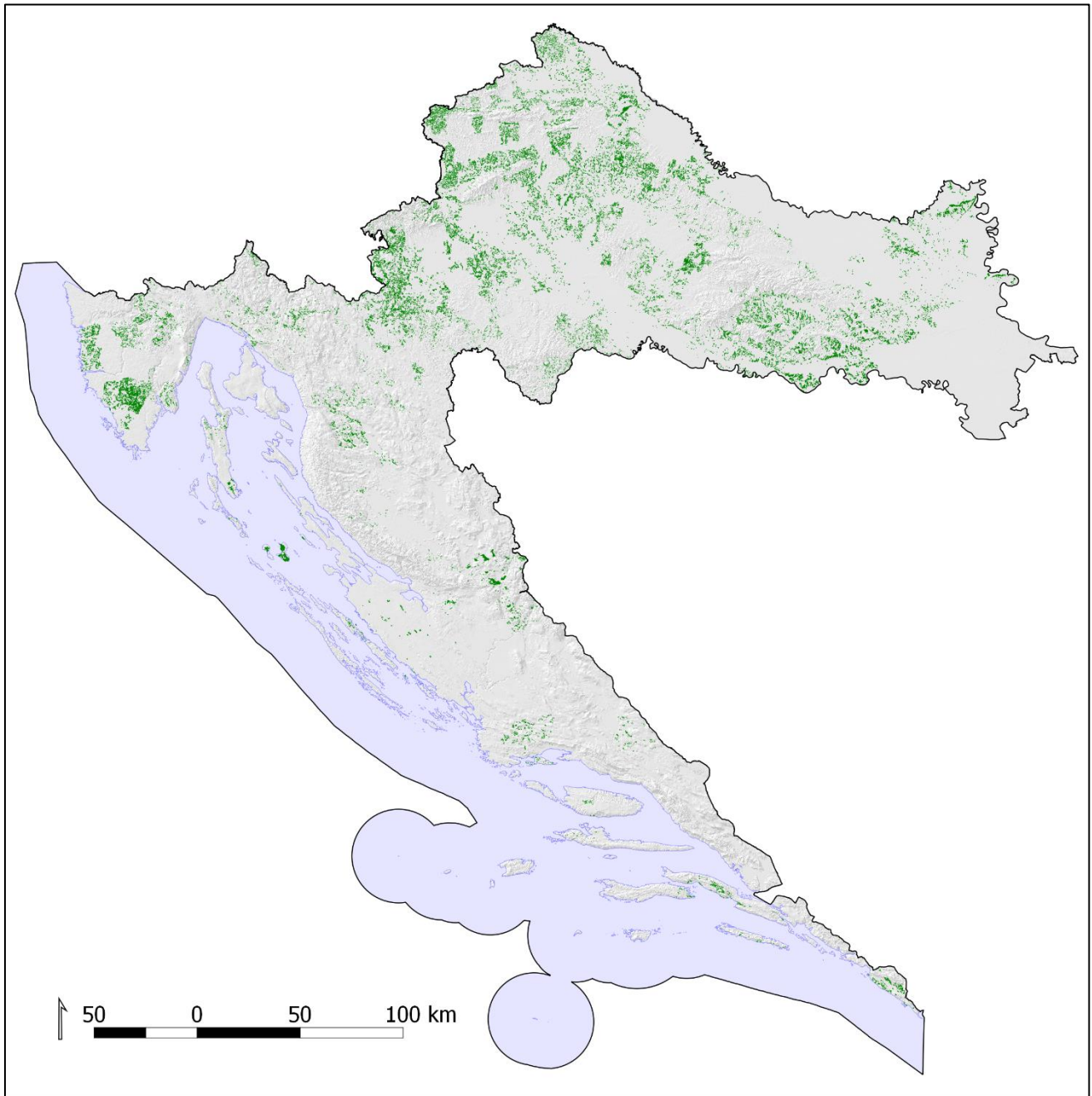
Slika 2-25. Poligoni maslinika (ljubičasto) kartirani na IRS satelitskim snimkama u 2012. preklopljeni s Google satelitski, snimkama iz 2017.



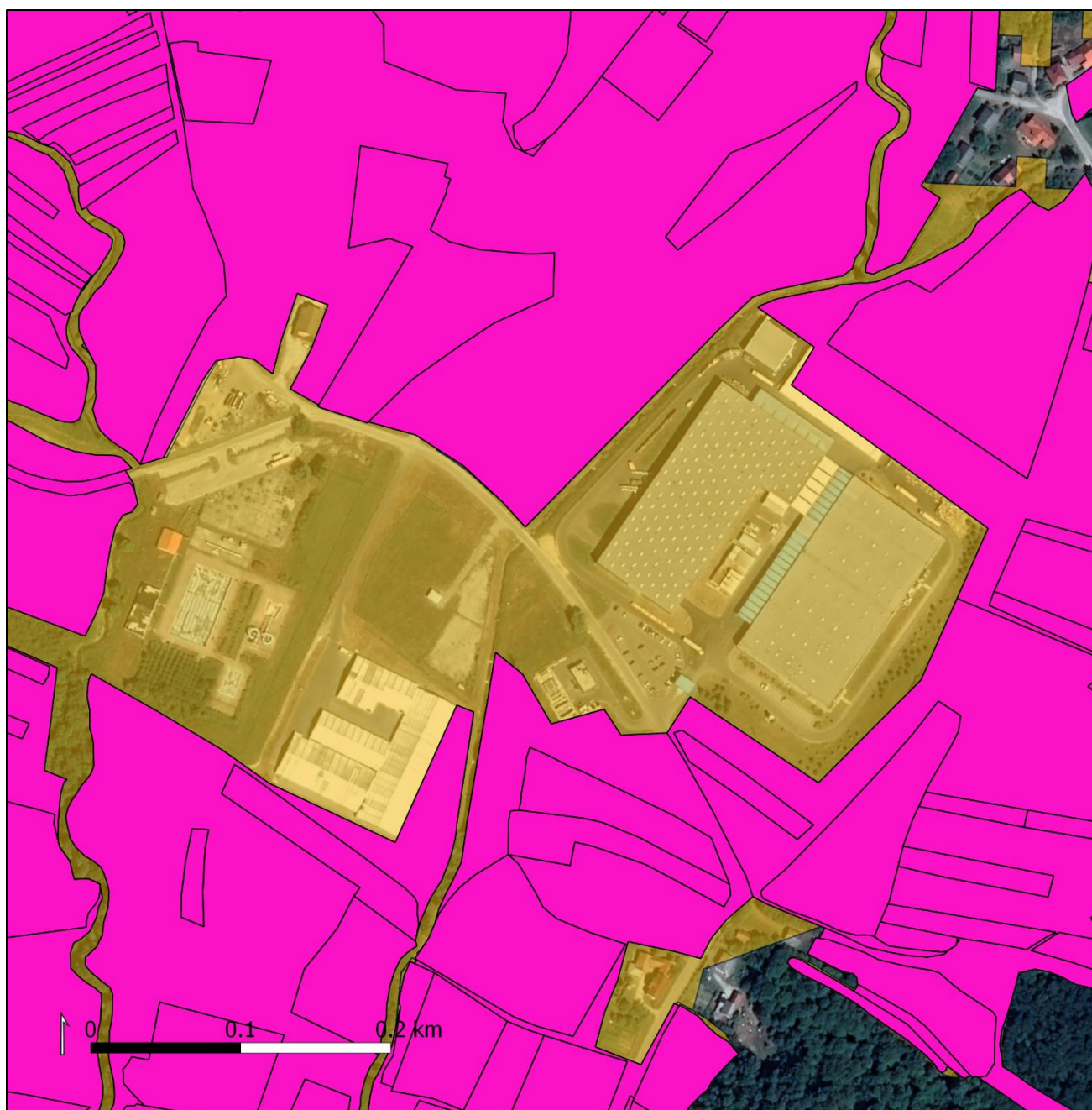
Slika 2-26. Povećanje preciznosti kartiranja

* Ljubičasto su površina kartirane 2017., a smeđe površine su kartirane 2012.

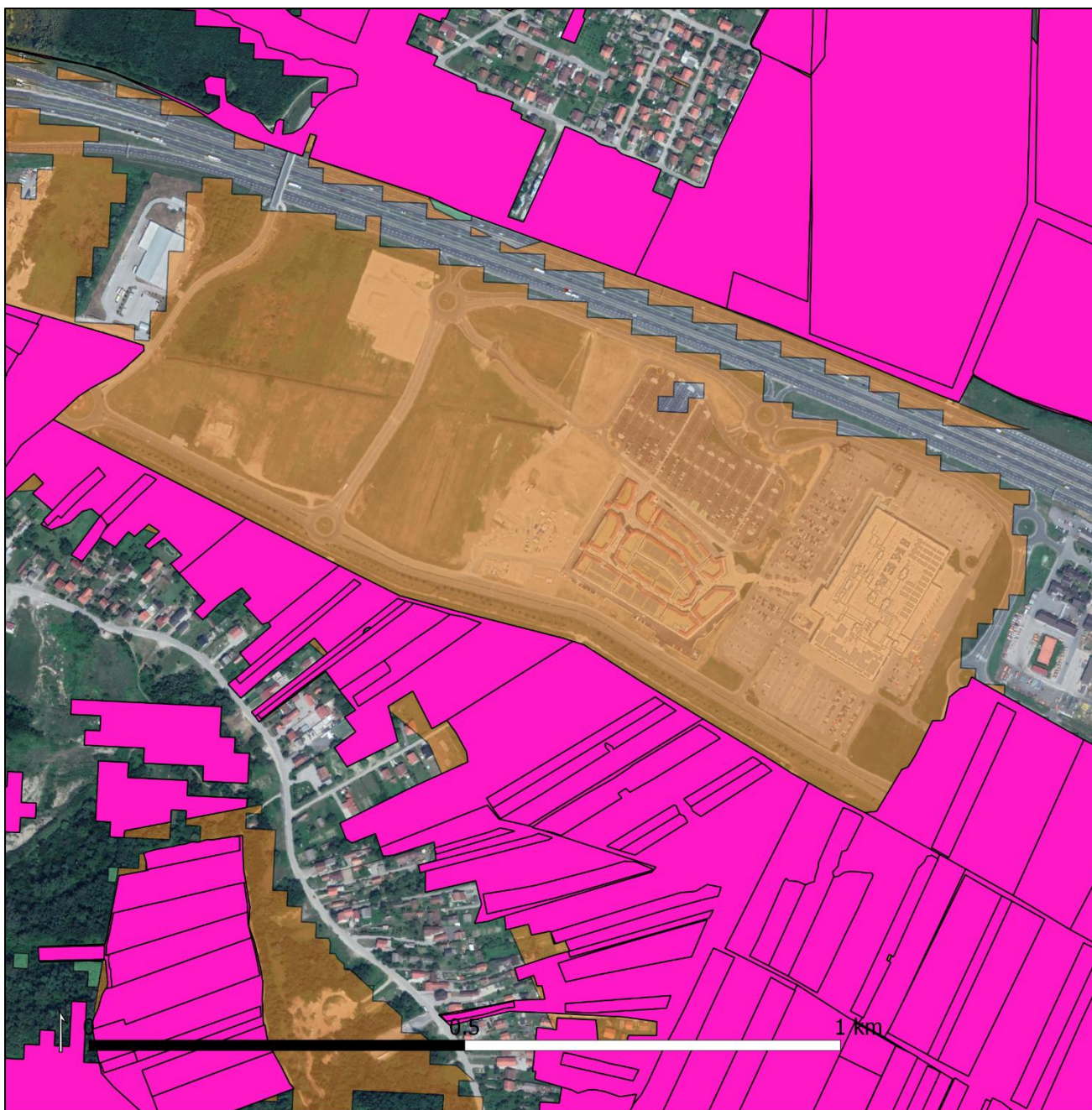
Također, potrebno je istaknuti i uključivanje značajnih poljoprivrednih površina u zarastanju u programe gospodarenja šumama privatnih šumoposjednika (slika 2-27.), zatim urbanizaciju, odnosno izgradnju na poljoprivrednim površinama (slika 2-28., slika 2-29., slika 2-95., slika 2-96.).



Slika 2-27. Površine kartirane 2012. koje su do 2017. uključene u programe gospodarenja šumama



Slika 2-28. Primjer prenamjene zemljišta iz poljoprivrednog u građevinsko
* Ljubičasto su površina kartirane 2017., a smeđe površine su kartirane 2012.



Slika 2-29. Izgradnja na poljoprivrednim površinama

* Ljubičasto su površina kartirane 2017., a smeđe površine su kartirane 2012.

Razlike koje su utvrđene između kategorija pojedinih poljoprivrednih kultura, kao što je primjerice smanjenje površina s uzgojem ratarskih kultura (tablica 2-7.) ili povećanje površina s uzgojem industrijskog bilja. Razlike zabilježene u kategoriji povrtlarskih kultura (povećanje) posljedica su povećanja preciznosti kartiranja, osobito u kategoriji vrtova. Značajnije promjene, odnosno povećanje površina su utvrđene i kod svih kategorija trajnih nasada, vinograda, maslinika i voćnjaka.

2.4.1 Razlike u površini vinograda

Razlike koje su nastale u površini vinograda imaju dva glavna uzroka, a to su a) uspostavljanje novih vinograda (slika 2-30., slika 2-31., slika 2-97., slika 2-103.) i b) preciznije kartiranje vinograda u odnosu na 2012. (slika 2-32.).



Slika 2-30. Područja pod vinogradima u 2012.



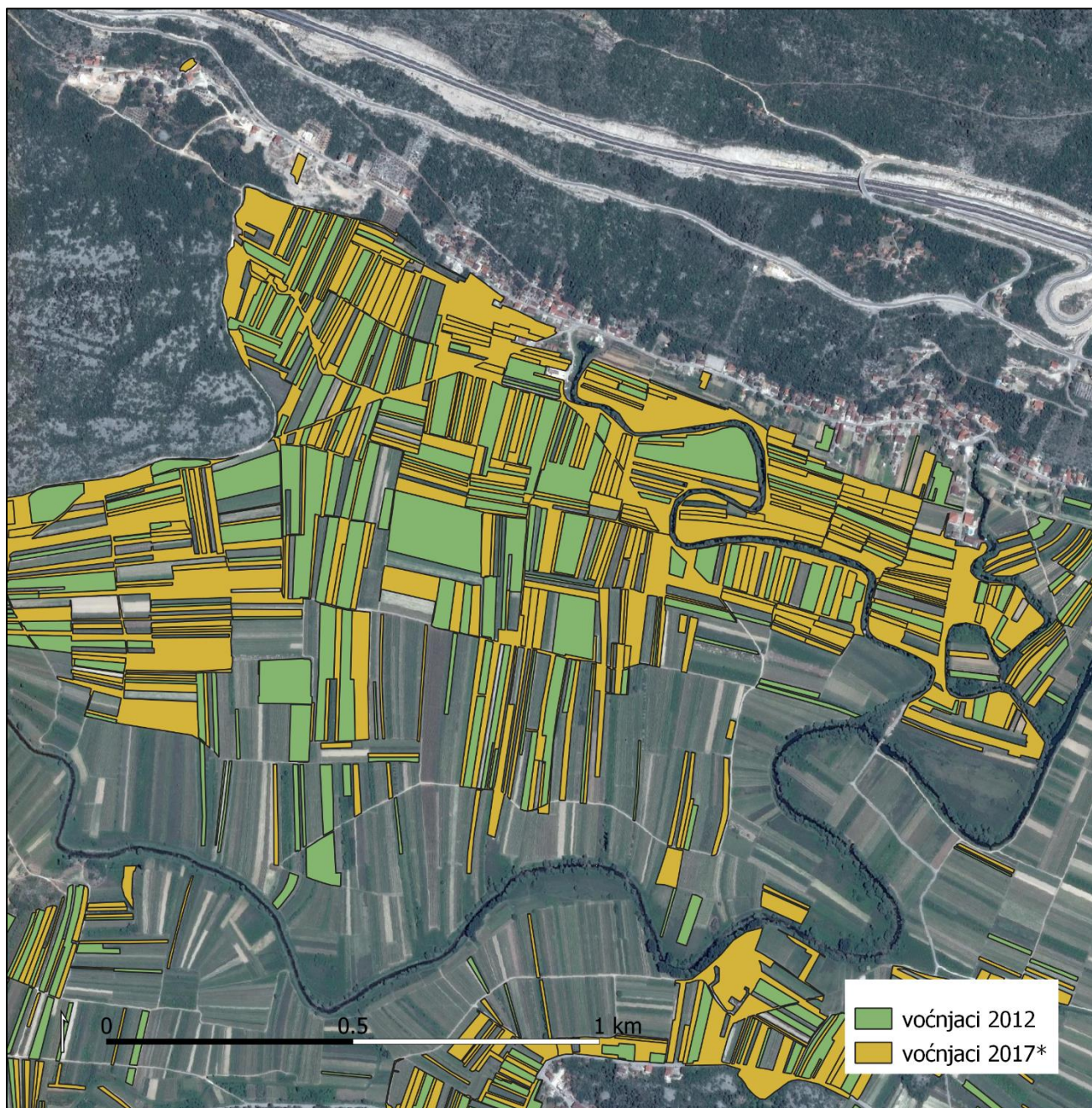
Slika 2-31. Isto područje (s prethodne slike) s kartiranim novim vinogradima 2017.



Slika 2-32. Vinogradi kartirani u 2012. (svjetlo žuto)

2.4.2 Razlike u površinama voćnjaka

Razlike koje su nastale u površini voćnjaka imaju dva glavna uzroka, a to su a) preciznije kartiranje voćnjaka u odnosu na 2012. (slika 2-33.) i b) uspostavljanje novih voćnjaka (slika 2-34., slika 2-35., slika 2-36., slika 2-104., slika 2-109.).



Slika 2-33. Preciznije kartiranje voćnjaka u 2017.

* ukupna površina voćnjaka 2017. predstavljena je voćnjacima kartiranim 2012. (zeleno) i voćnjacima kartiranim 2017. (žuto)



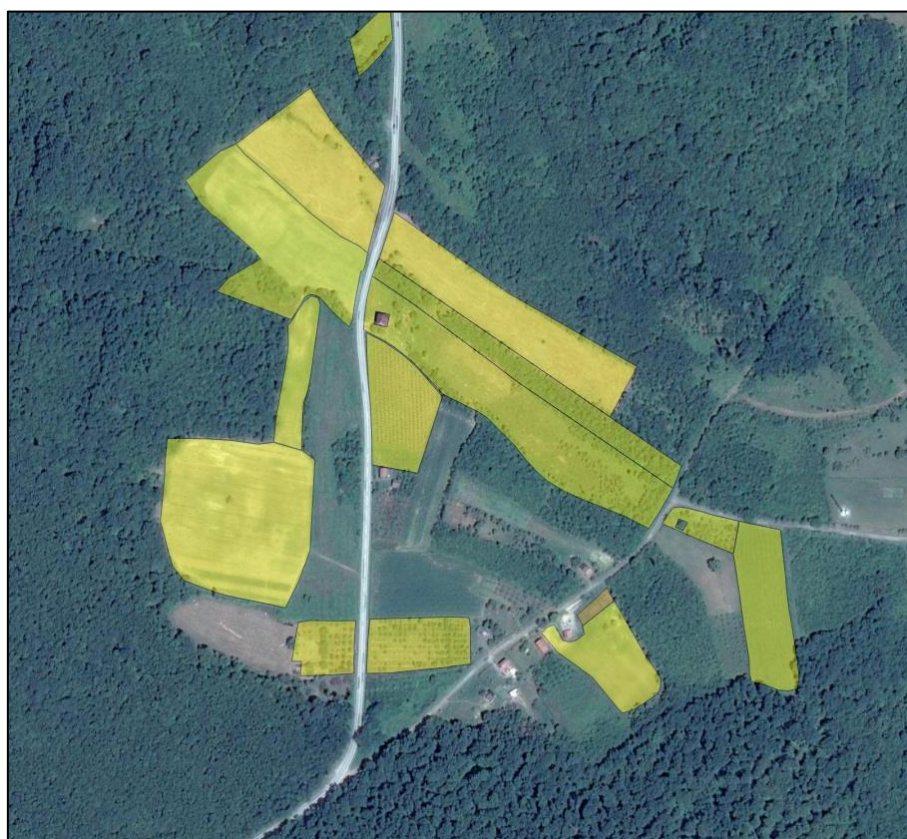
Slika 2-34. Stanje područja 2012.



Slika 2-35. Isto područje (s prethodne slike) s novo uspostavljenim voćnjacima 2017.



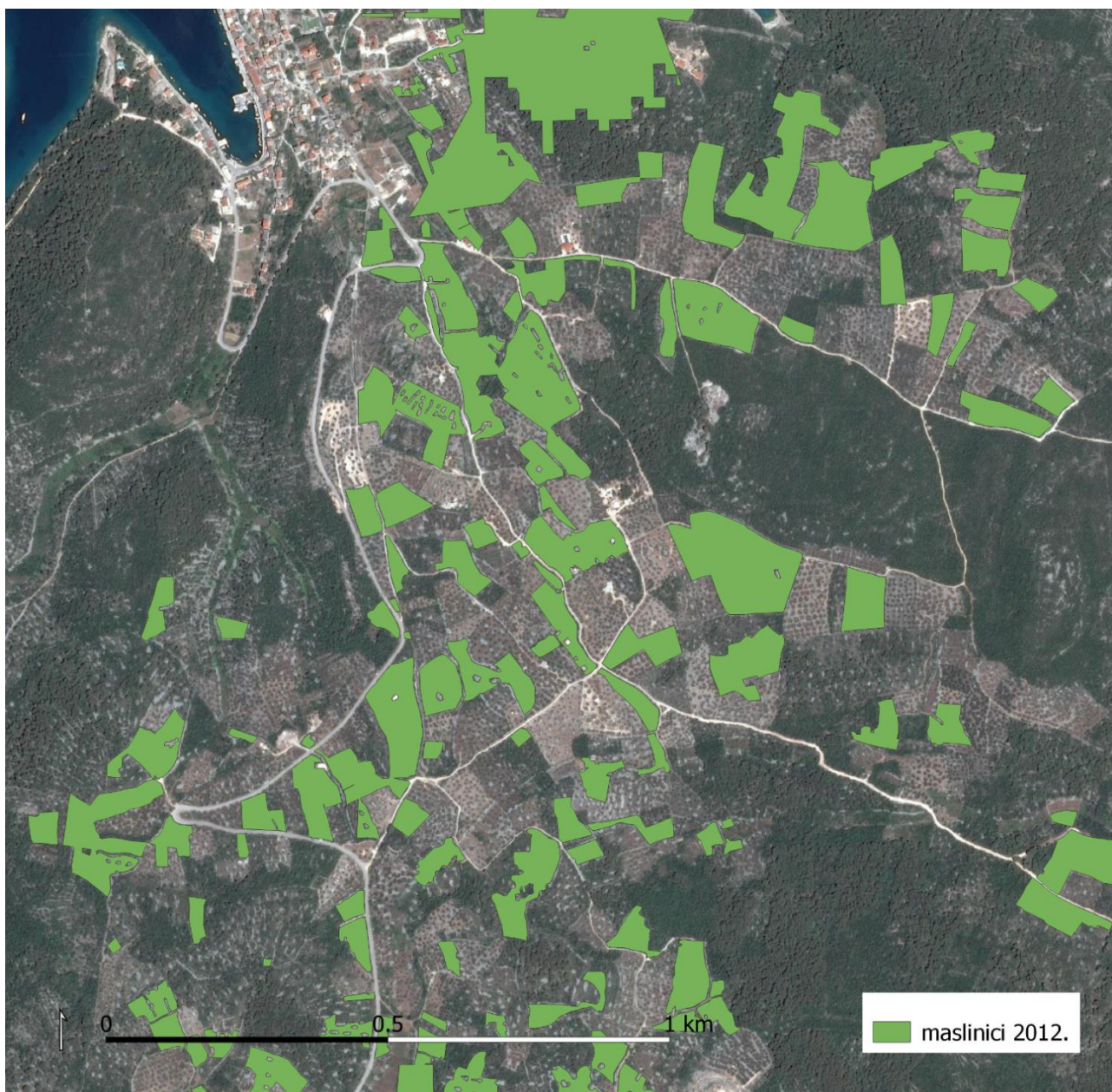
Slika 2-36. Stanje područja 2012.



Slika 2-37. Isto područje (s prethodne slike) s novo uspostavljenim voćnjacima 2017.

2.4.3 Razlike u površinama maslinika

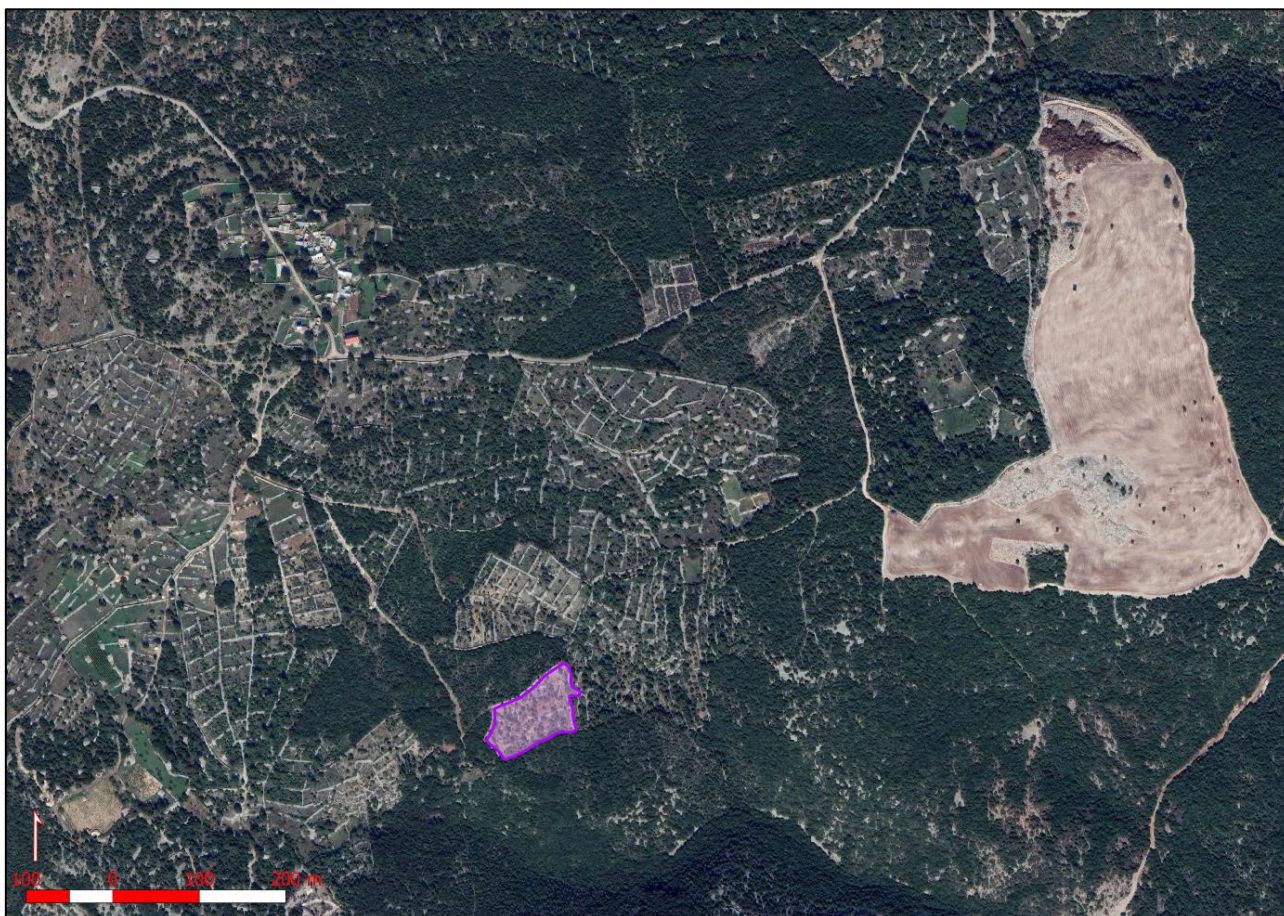
Glavni uzroci promjena, odnosno povećanja površina pod maslinicima su: a) preciznije kartiranje 2017., b) revitalizacija starih i zapuštenih maslinika od prirodne šumske vegetacije i c) uspostavljanje novih nasada maslinika. Na slici 2-38. je naveden grafički primjer preciznijeg kartiranja maslinika 2017. u odnosu na 2012.



Slika 2-38. Maslinici kartirani 2012.

Na slici 2-38. vidljivo je da značajne površine maslinika nisu kartirane 2012., a najvjerojatnije zbog tadašnje lošije kvalitete podloga (snimaka) i zbog toga što je dio nekartiranih maslinika bio obrašten prirodnom vegetacijom.

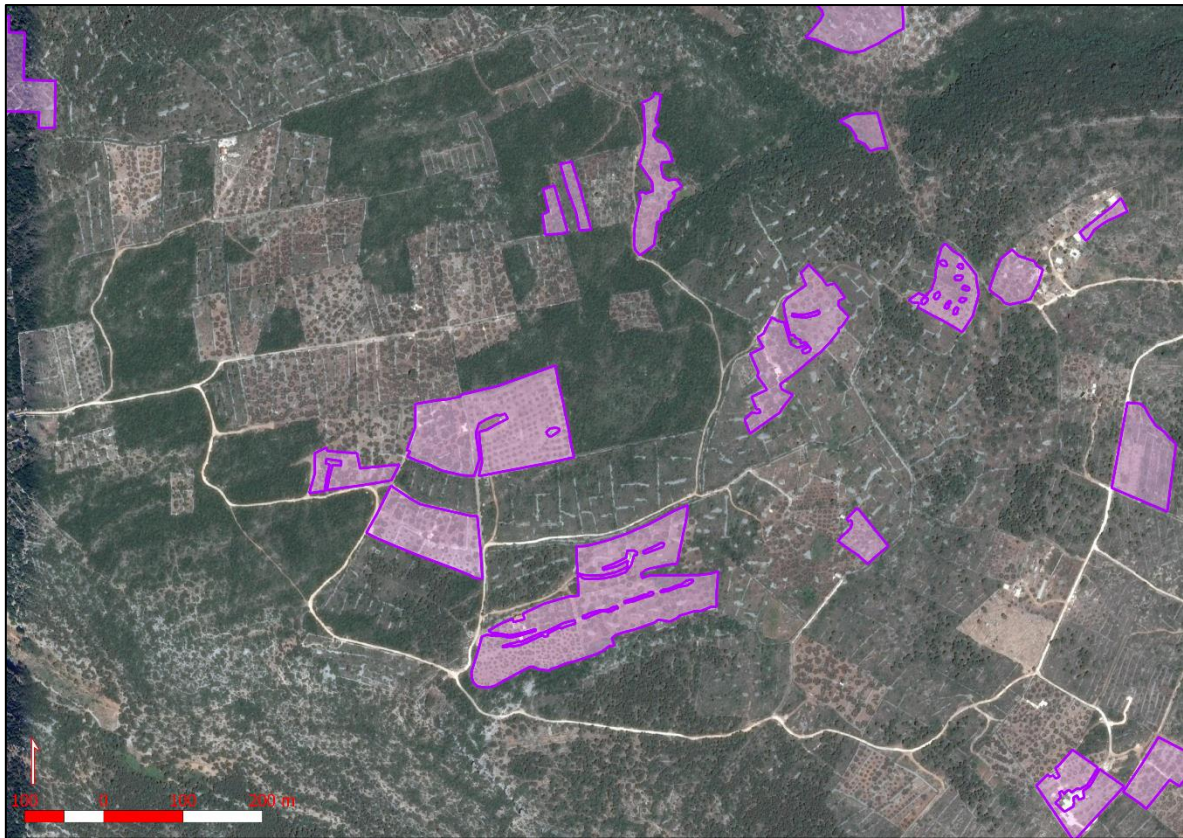
Na sljedeća tri grafička primjera (slika 2-39. - slika 2-41.) prikazana su područja na kojima su uspostavljeni novi nasadi maslinika ili je provedeno čišćenje starih i zapuštenih maslinika od prirodne šumske vegetacije.



Slika 2-39. Maslinici kartirani 2012. (ljubičasto) preklopljeni sa snimkama iz 2017.



Slika 2-40. Maslinici kartirani 2012. (ljubičasto) preklopljeni sa snimkama iz 2017.



Slika 2-41. Maslinici kartirani 2012. (ljubičasto) preklapljeni sa snimkama iz 2017.

Također, na određenim područjima u 2012. nije bilo nasada maslinika (slika 2-42.), ali su u međuvremenu na njima priređeni tereni te su podignuti nasadi novih maslinika (slika 2-43.). Dodatni detaljni primjeri za opisane situacije prikazani su u prilogu (slika 2-110. – slika 2-116.).



Slika 2-42. Područje bez maslinika 2012.

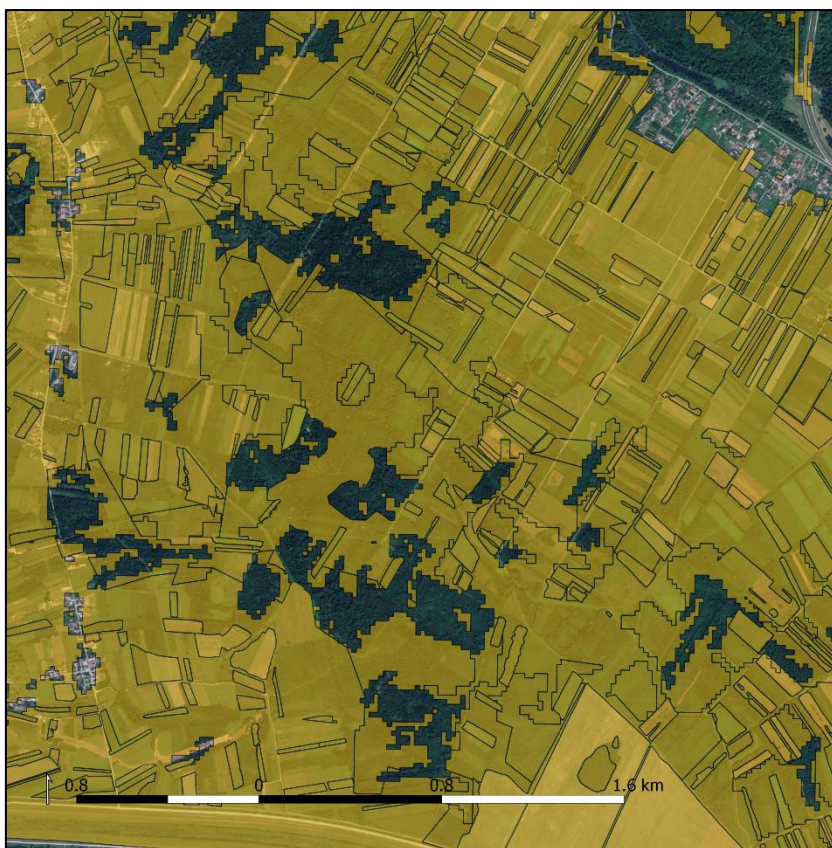


Slika 2-43. Priređen teren na istome području (s prethodne slike) i započeto podizanje maslinika (prijavljeno u ARKODU 2017.)

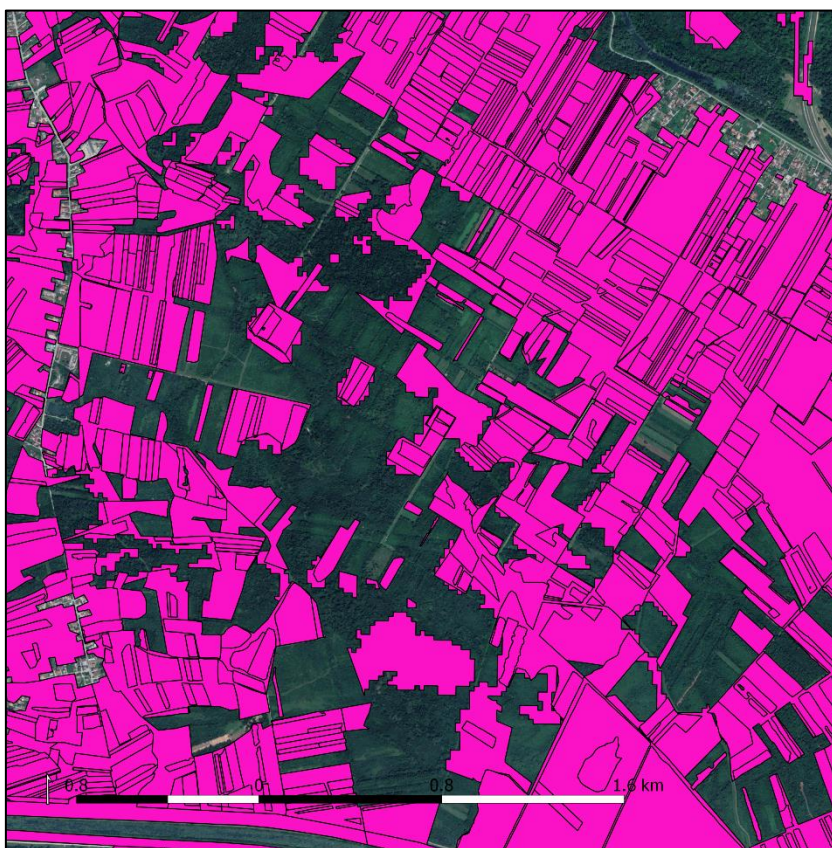
2.4.4 Razlike u SAGRA površinama nekorištenog poljoprivrednog zemljišta

SAGRA površine kartiranog nekorištenog poljoprivrednog zemljišta u 2017. godini u odnosu na 2012. su se smanjila za gotovo 204.000 ha, a najznačajniji razlozi smanjenja su:

- uključivanje značajnih površina u zarastanju (nekorištenog poljoprivrednog zemljišta) u programe gospodarenja šumama privatnih šumoposjednika (slika 2-27.)
- urbanizacija, izgradnja na poljoprivrednim površinama (slika 2-28., slika 2-29., slika 2-95., slika 2-96.).
- revitalizacija značajnih površina starih i zapuštenih nasada maslinika koji su 2012. kartirane kao nekorišteno poljoprivredno zemljište, odnosno uspostava novih maslinika na do tada nekorištenom poljoprivrednom zemljištu (slika 2-39. – slika 2-43., slika 2-110. – slika 2-116.)
- podizanje novih voćnjaka na nekorištenim poljoprivrednim površinama (slika 2-34. - slika 2-37., slika 2-104. - slika 2-109.)
- podizanje novih vinograda na nekorištenom poljoprivrednom zemljištu (slika 2-97. – slika 2-103.) te
- preciznije kartiranje nekorištenog poljoprivrednog zemljišta ispuštanjem zemljišta koje je u značajnoj mjeri obraslo šumskom vegetacijom (slika 2-44. – slika 2-46.).



Slika 2-44. Poljoprivredno zemljište kartirano 2012.



Slika 2-45. Poljoprivredno zemljište kartirano 2017.



Slika 2-46. Poljoprivredne kulture kartirane 2012. (žuto) i 2017. (ljubičasto)

2.5 Literatura

Corine Land Cover 2006, <http://isiteadmin.azo.hr/CORINELandCover?dm=2>, pristupljeno 21. siječanj, 2013.

DZS (2018) Biljna proizvodnja u 2017., priopćenje

https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2018/01-01-14_01_2018.htm, pristupljeno: 28. ožujak 2018.

HAOP (2017a). Karta kopnenih nešumskih staništa Republike Hrvatske 2016, <http://envi-metapodaci.azo.hr/geonetwork/srv/hrv/catalog.search#/metadata/182b8309-0cde-4050-8044-a9f803e9c04b>, pristupljeno 21. ožujak 2018.

HAOP (2017b). Karta kopnenih nešumskih staništa Republike Hrvatske 2016, završno izvješće, https://www.dropbox.com/s/nxscgka5baefe50/Konacno_izvjesce_Karta_2016.zip?dl=0, pristupljeno 21. ožujak 2018.

Koričančić, N. (2012). Izvješće u stanju u prostoru RH 2008. - 2012., Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja, Zavod za prostorno planiranje, Zagreb, 240 str.

Kušan, V. (2010). CORINE LAND COVER Pokrov i namjena korištenja zemljišta u Republici Hrvatskoj - stanje i trendovi, Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb, 132 str.

Kušan, V. (2015a). Pokrov i korištenje zemljišta u RH - stanje i smjerovi razvoja 2012., publikacija, Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, 61 str., <http://isiteadmin.azo.hr/CORINELandCover?dm=2>

Kušan, V. (2015b). CORINE pokrov zemljišta Hrvatska – prikaz projekta, publikacija, Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, 29 str., <http://isiteadmin.azo.hr/CORINELandCover?dm=2>

Narodne Novine 6/2013. Izvješće o stanju u prostoru Republike Hrvatske 2008. - 2012. Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja RH, Zagreb

Ostroški, Lj. (2013). Statistički ljetopis RH 2013., Državni zavod za statistiku, Zagreb, 588 str.

Peternel, H., Kušan, V., Antonić, O., Pernar, R., Jelaska, S. D. (2009). Testiranje točnosti klasifikacije satelitskih snimaka prilikom kartiranja vegetacije (Accuracy assessment of remotely sensed data in vegetation mapping process), Zbornik sažetaka, 10. Hrvatski biološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem (Osijek, 14.-20. rujna 2009.), 141 str.

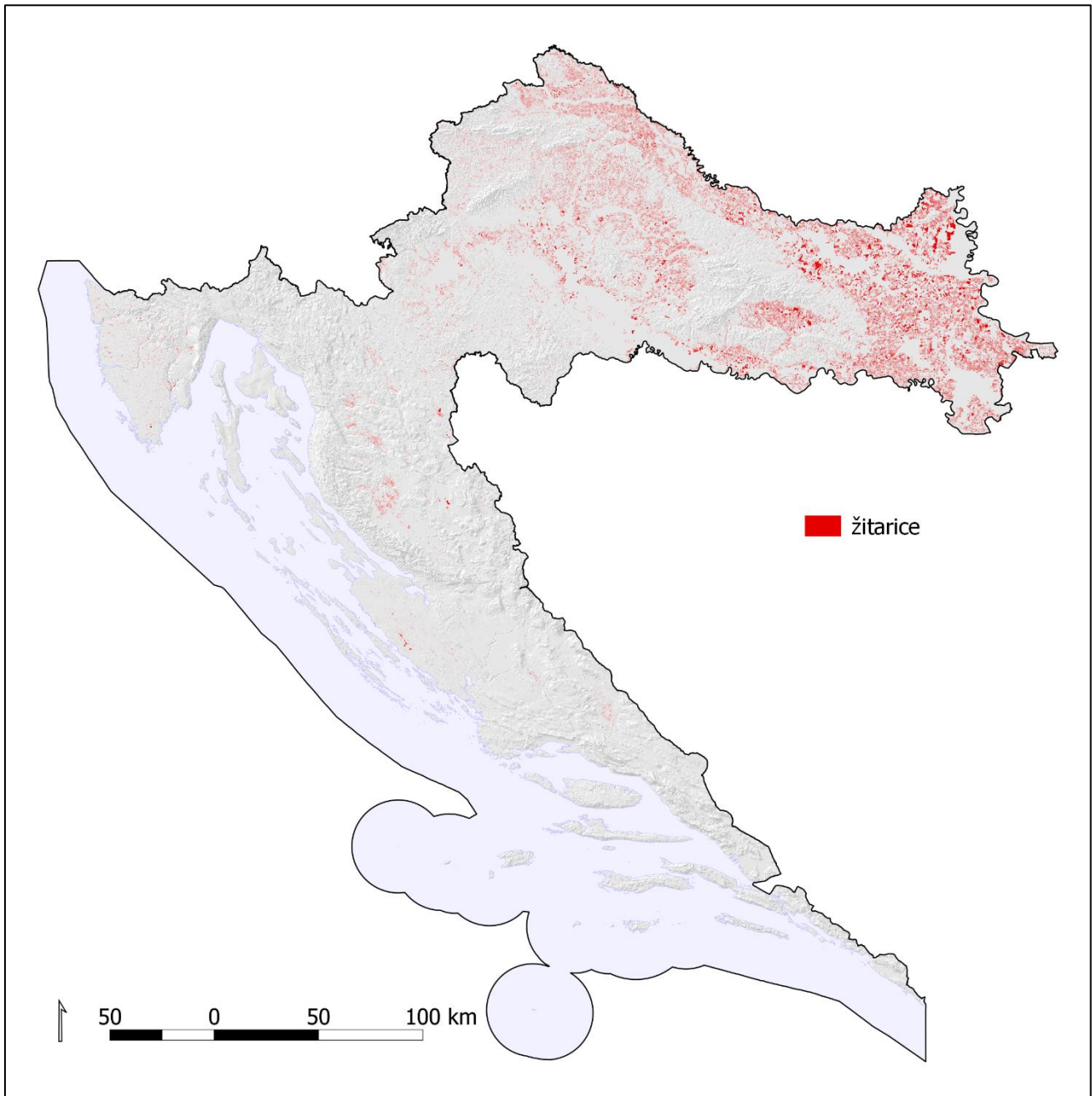
Statističko izvješće 1485, Državni zavod za statistiku, Zagreb, 32 str.

*** (2008): Strategija ruralnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje 2008. – 2013. godine, Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, Zagreb, 46 str.

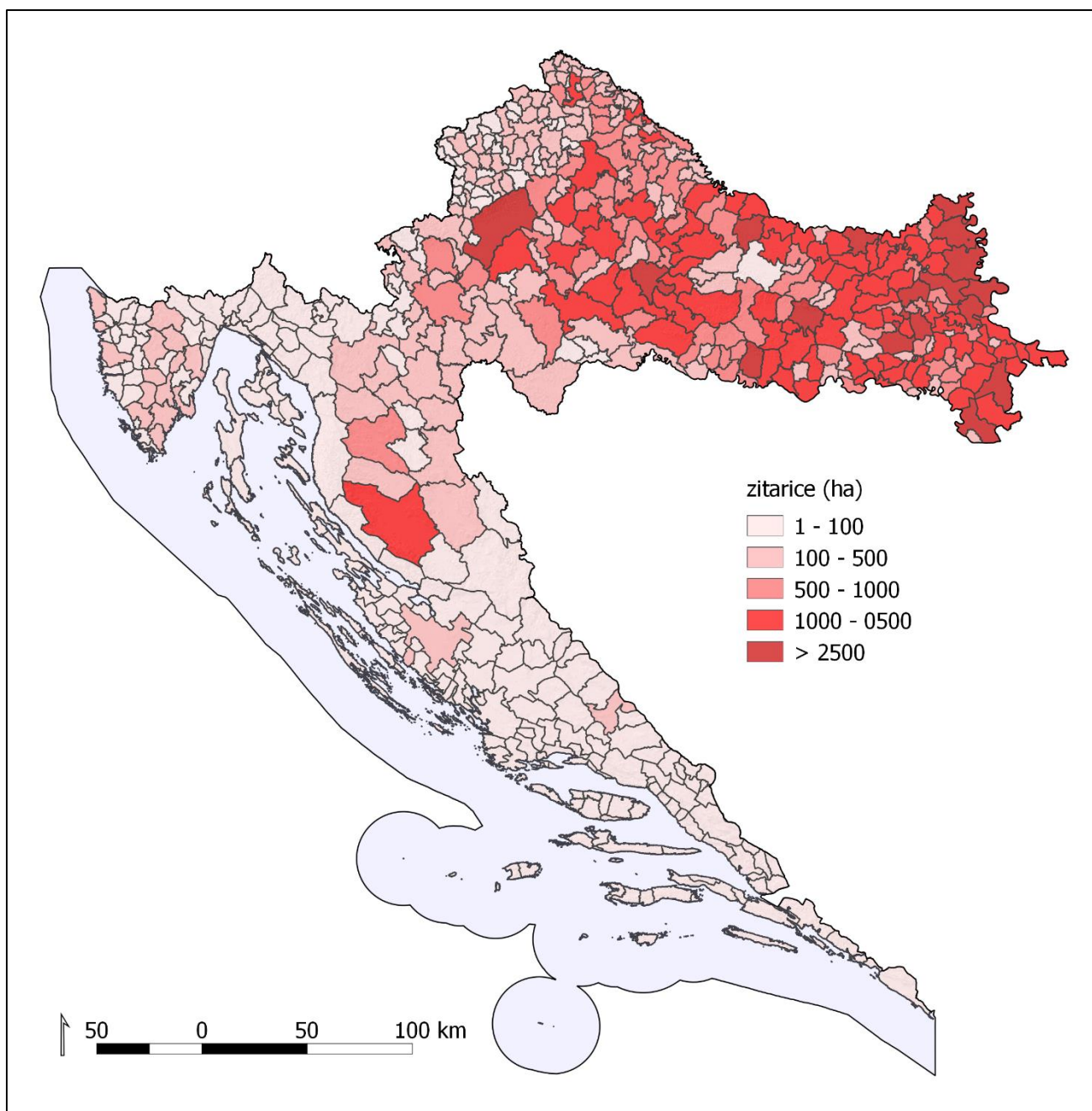
Šimanović, M., Bago, I., Kanižaj, Ž., Valentić, M., Grlica, A. (2013): Poljoprivredna proizvodnja u 2012.,
Zakon o poljoprivrednom zemljištu (NN 20/2018)
Zakon o šumama (NN 68/2018)

2.6 Prilozi

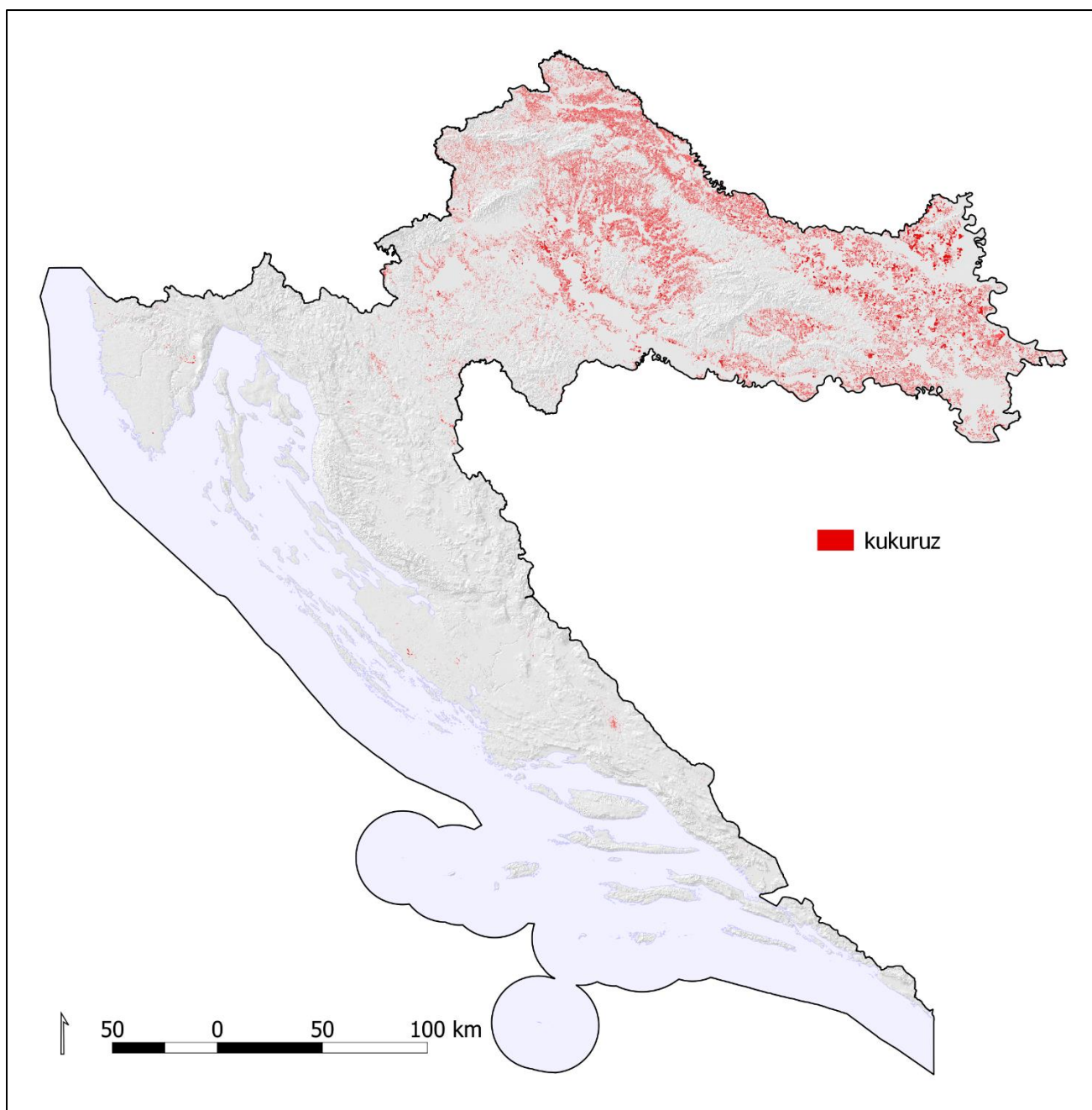
2.6.1 Karte kultura



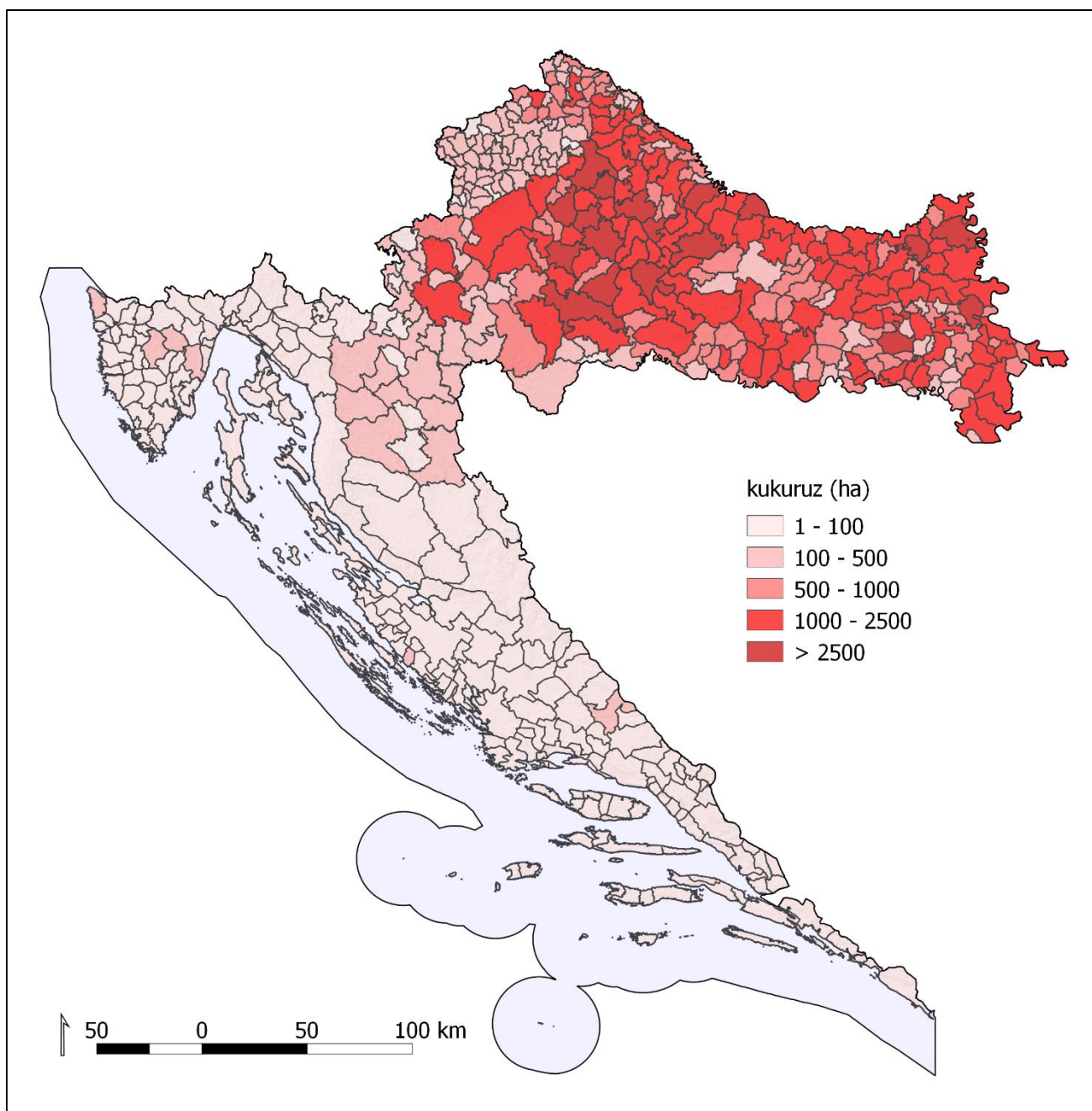
Slika 2-47. Prostorni raspored žitarica 2017.



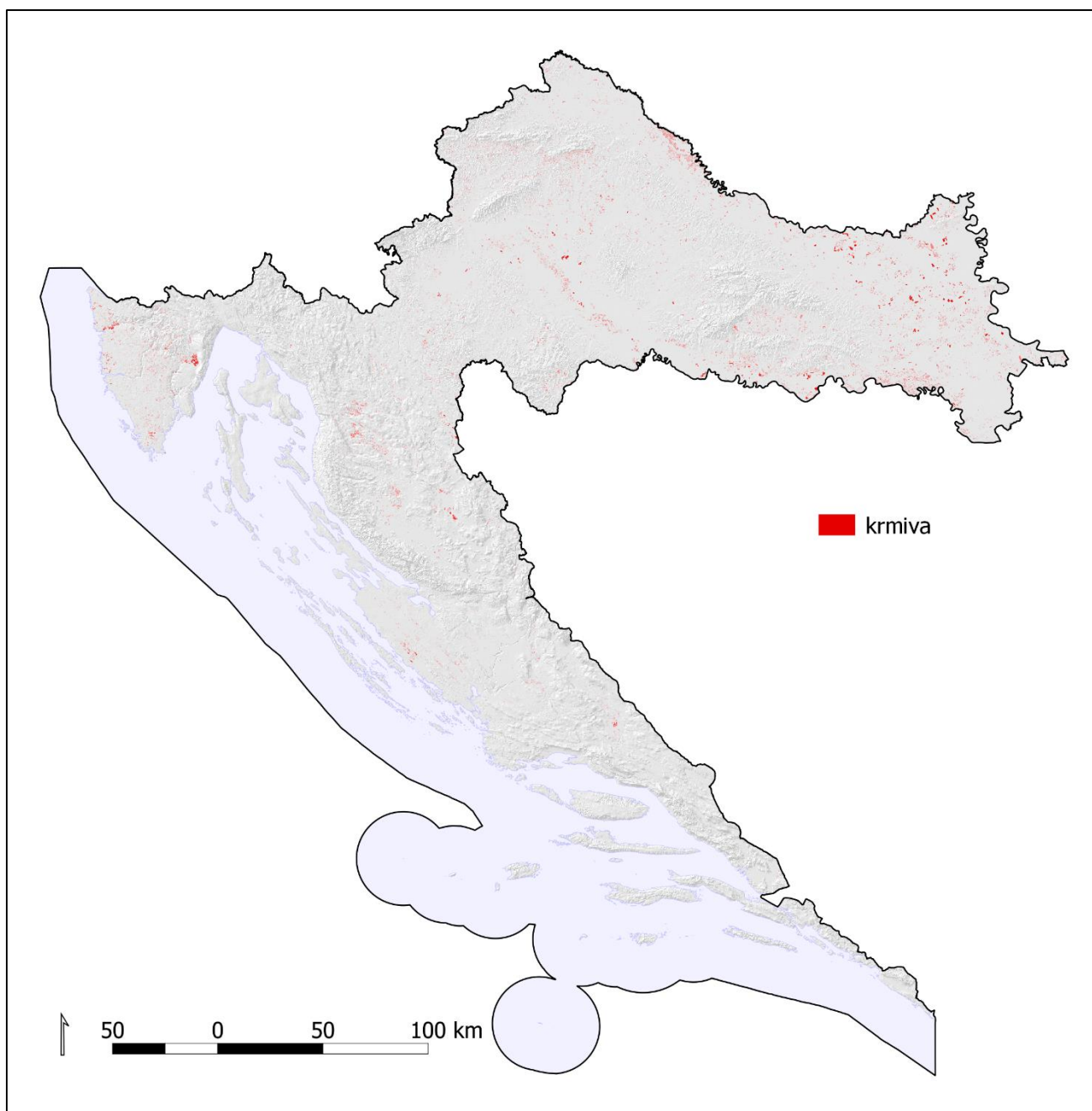
Slika 2-48. Površine žitarica po jedinicama lokalne samouprave u 2017.



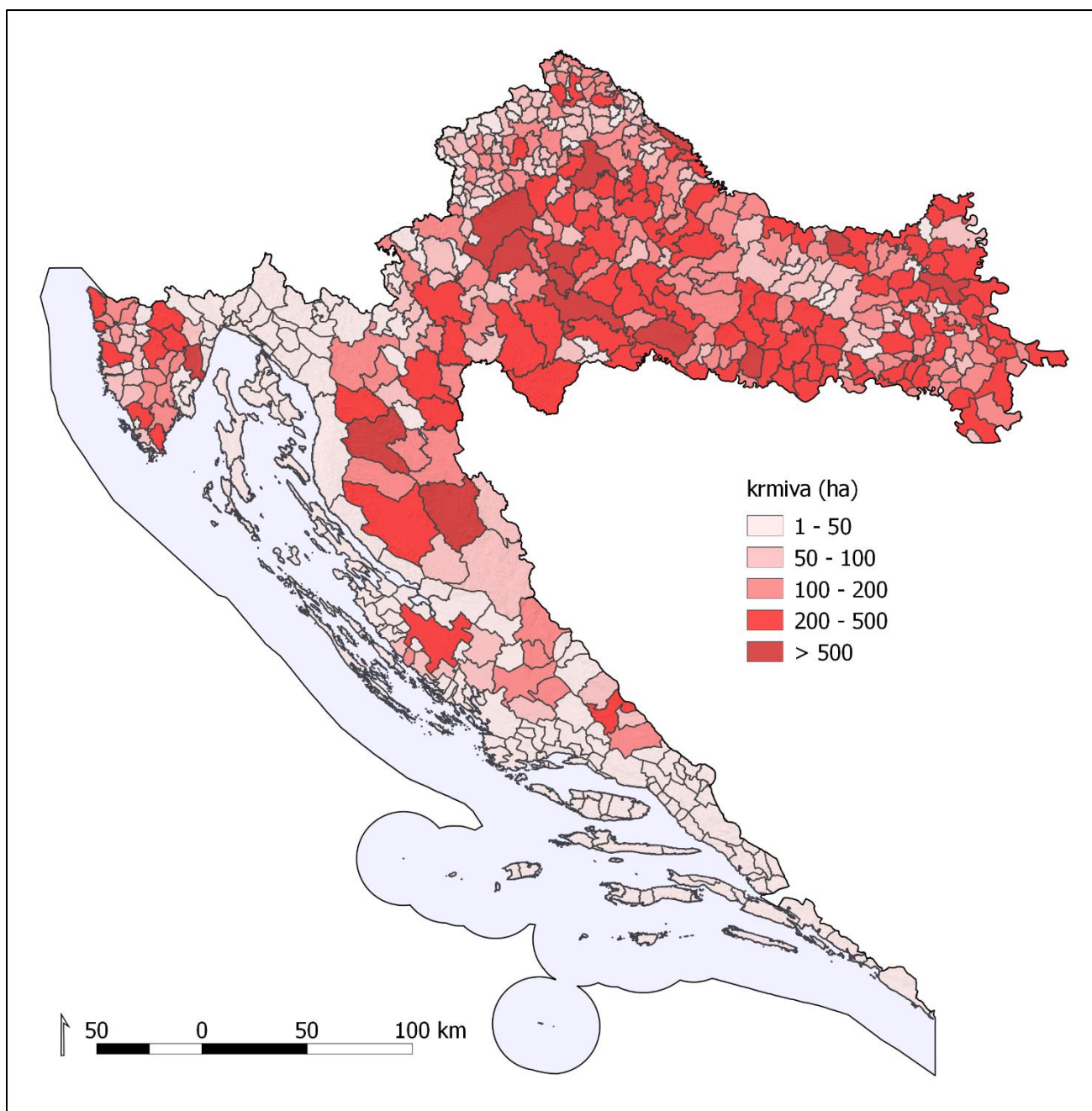
Slika 2-49. Prostorni raspored kukuruza 2017.



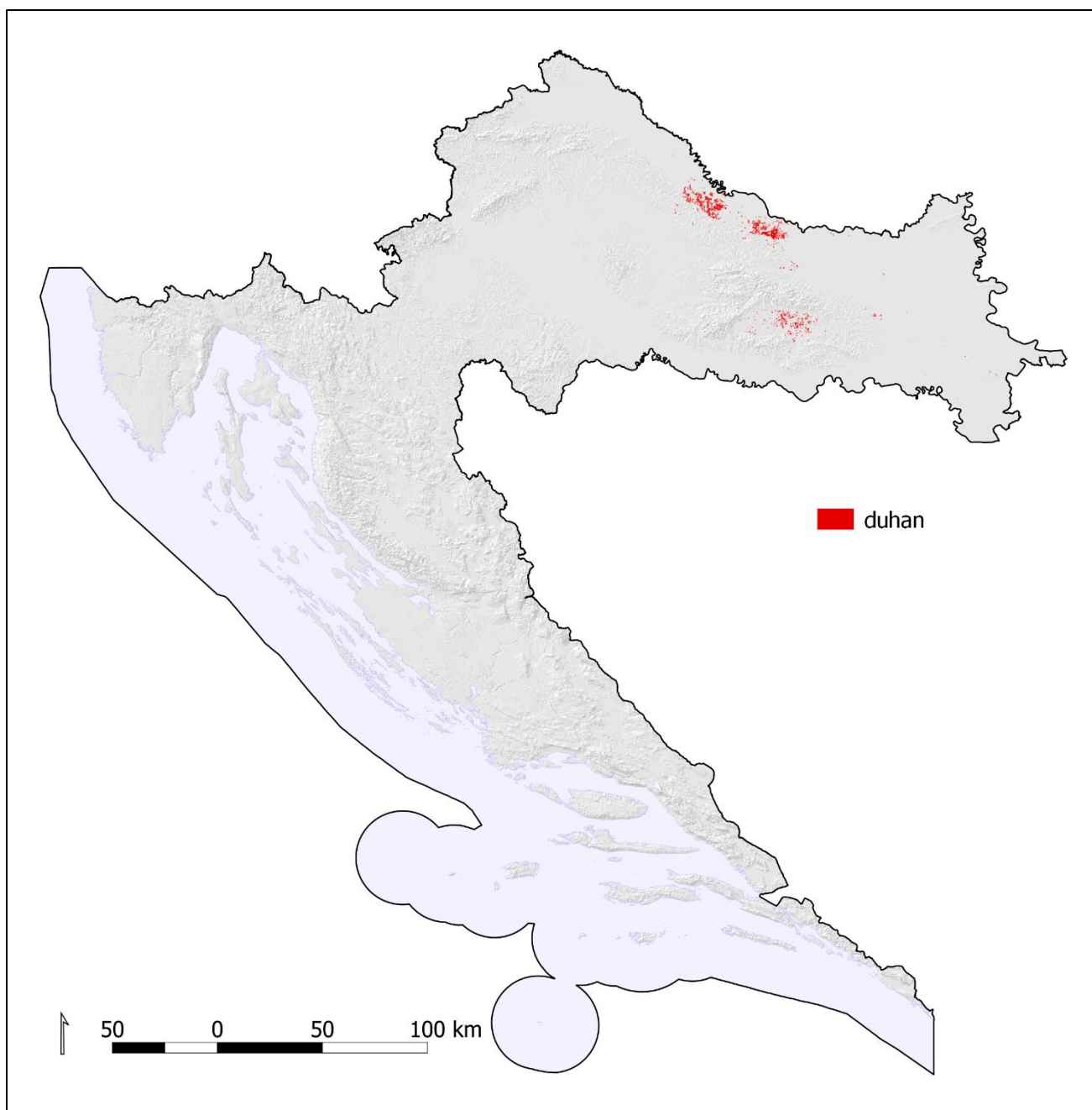
Slika 2-50. Površine kukuruza po jedinicama lokalne samouprave u 2017.)



Slika 2-51. Prostorni raspored krmiva 2017.

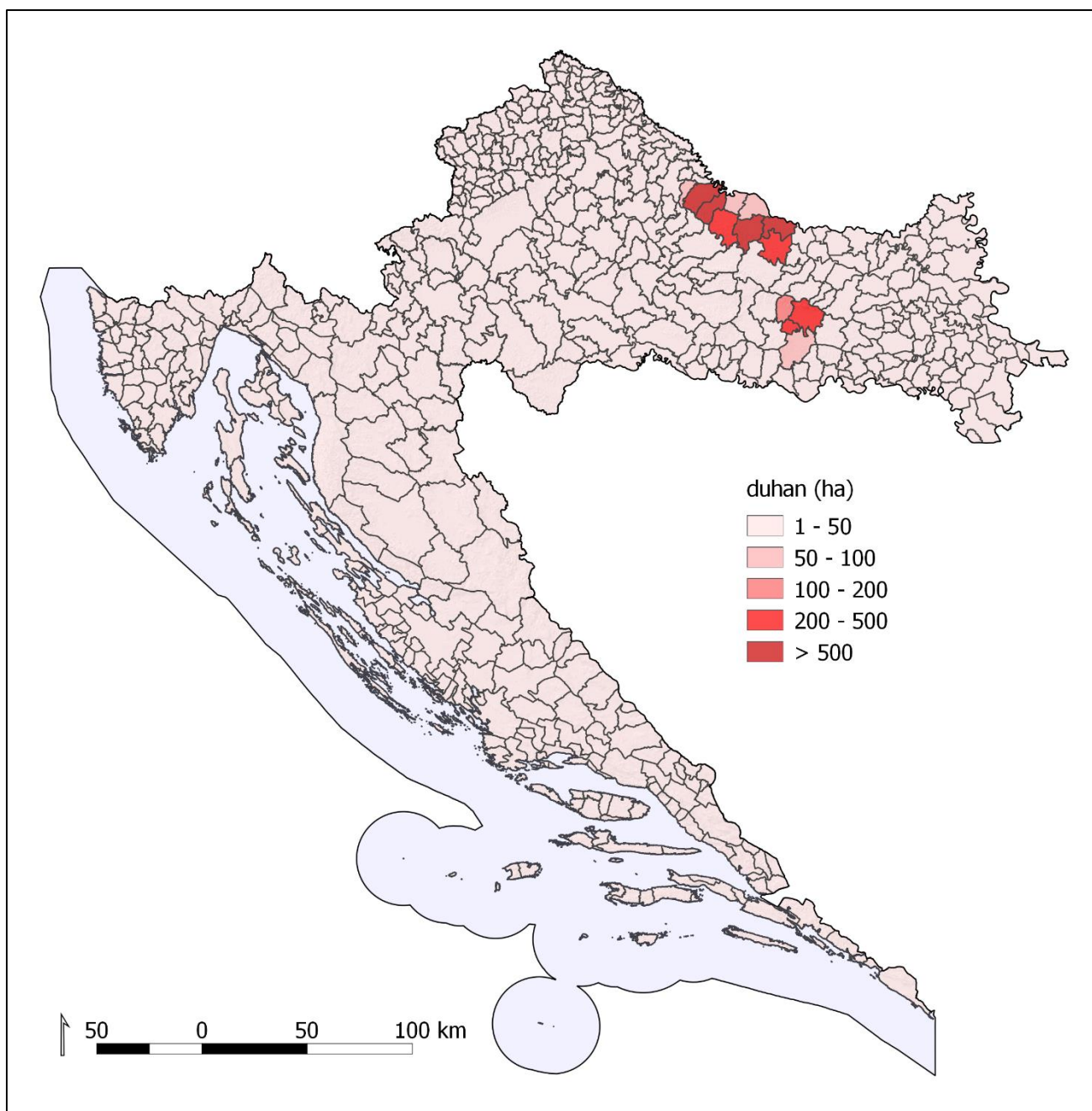


Slika 2-52. Površine krmiva po jedinicama lokalne samouprave u 2017.

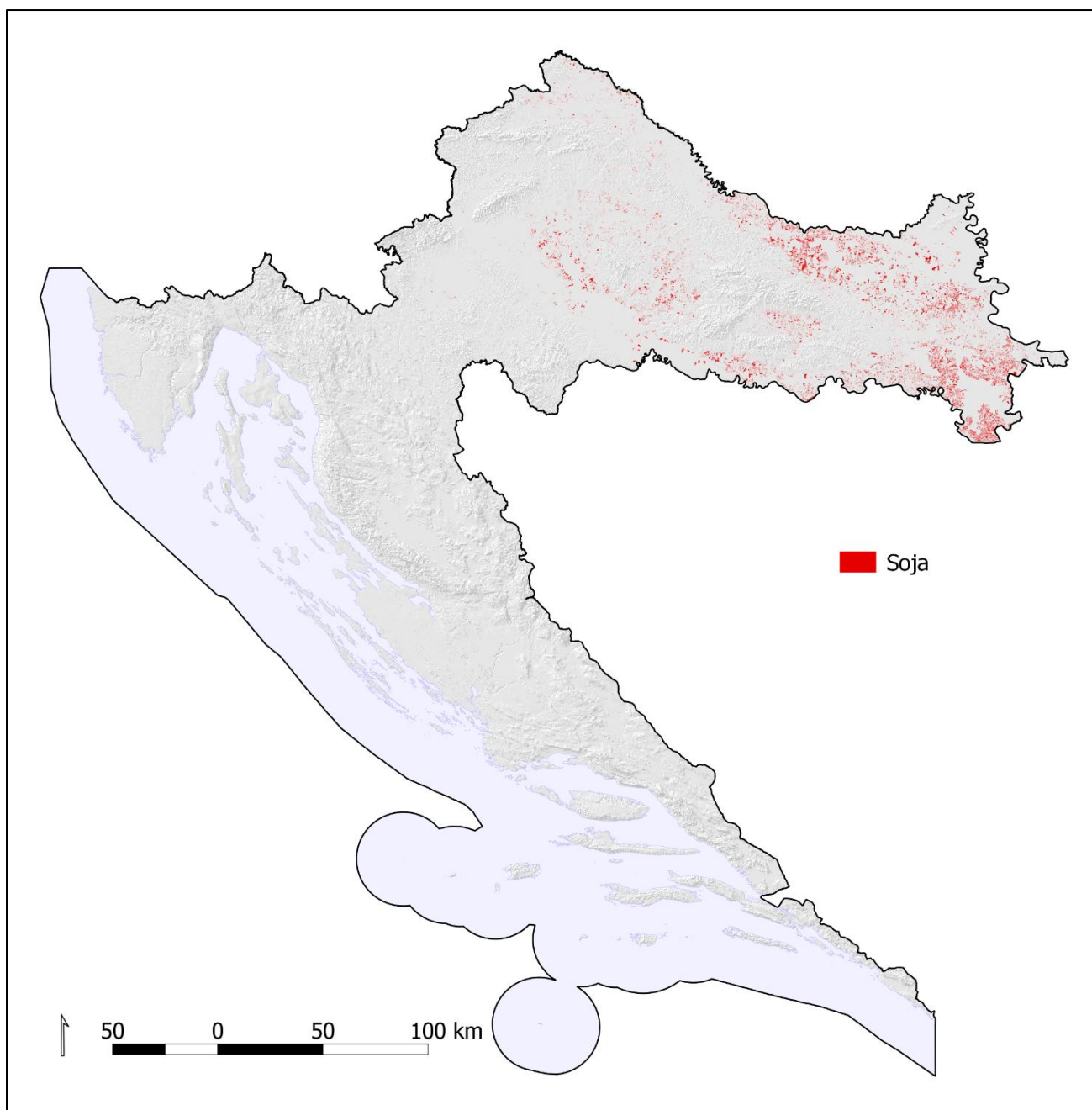


Slika 2-53. Prostorni raspored duhana 2017.

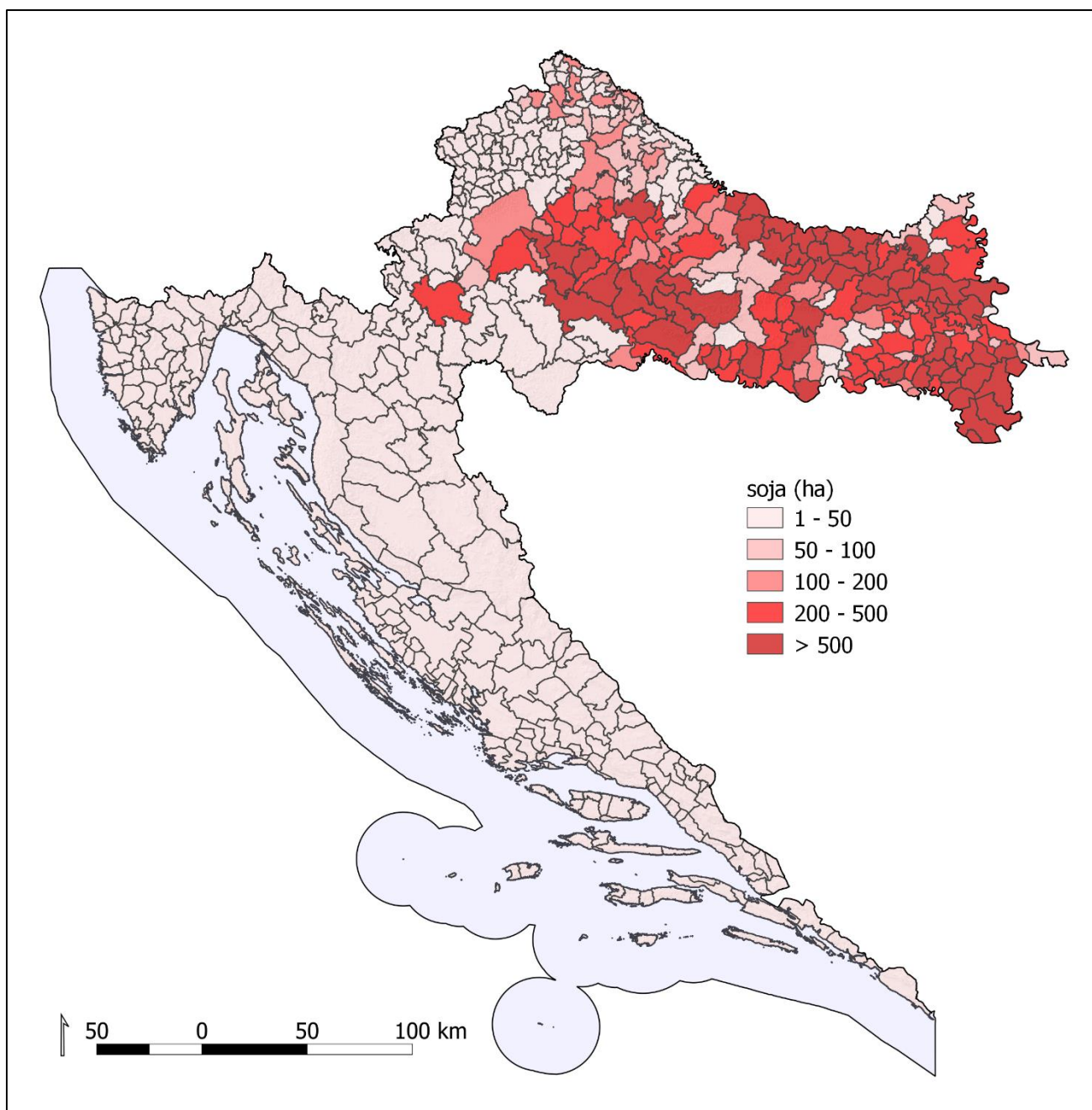
* zbog male količine i veličine zasijanih parcela poligoni su naglašeni kako bi bili uočljivi



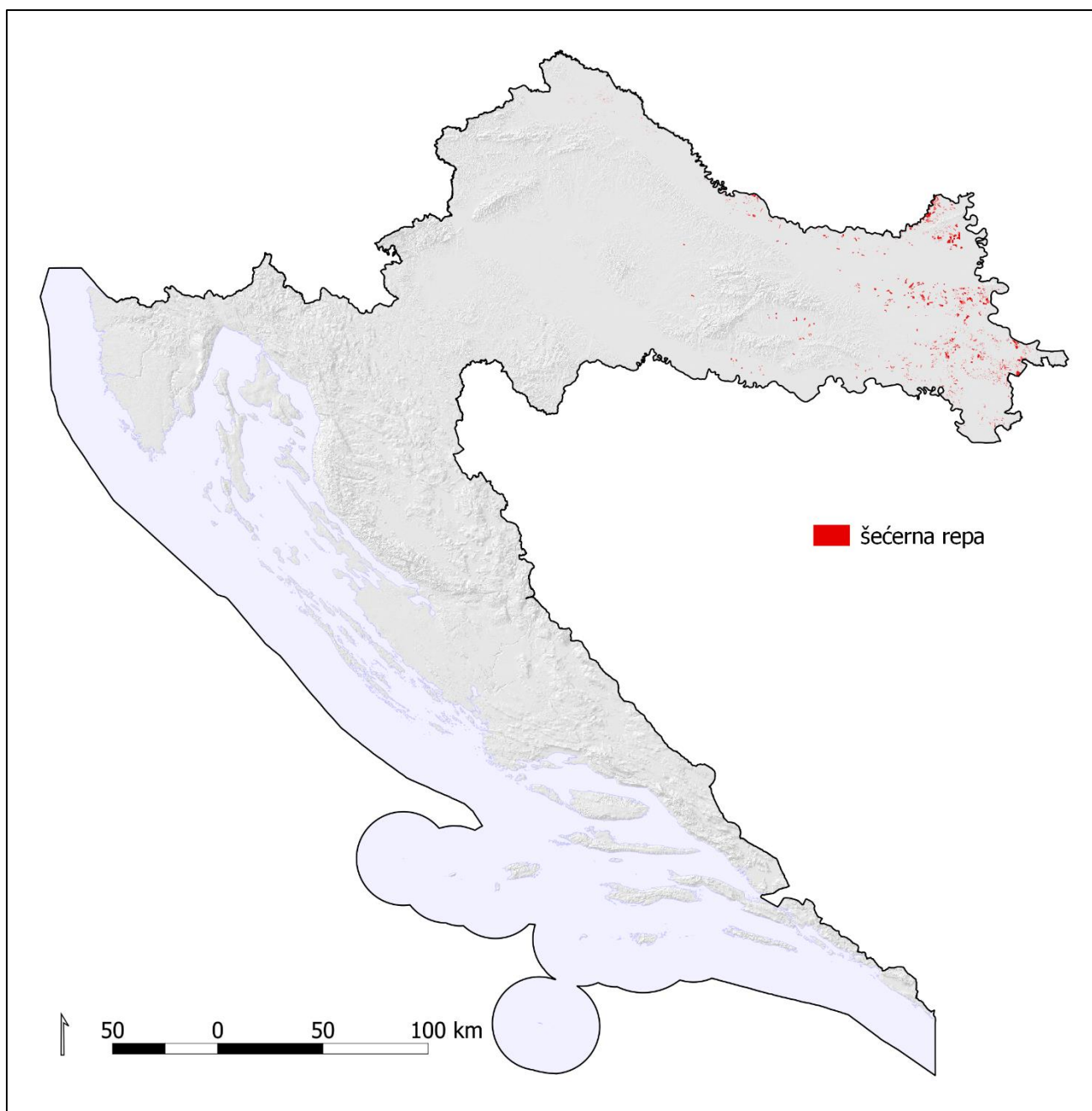
Slika 2-54. Površine duhana po jedinicama lokalne samouprave u 2017.



Slika 2-55. Prostorni raspored soje 2017.

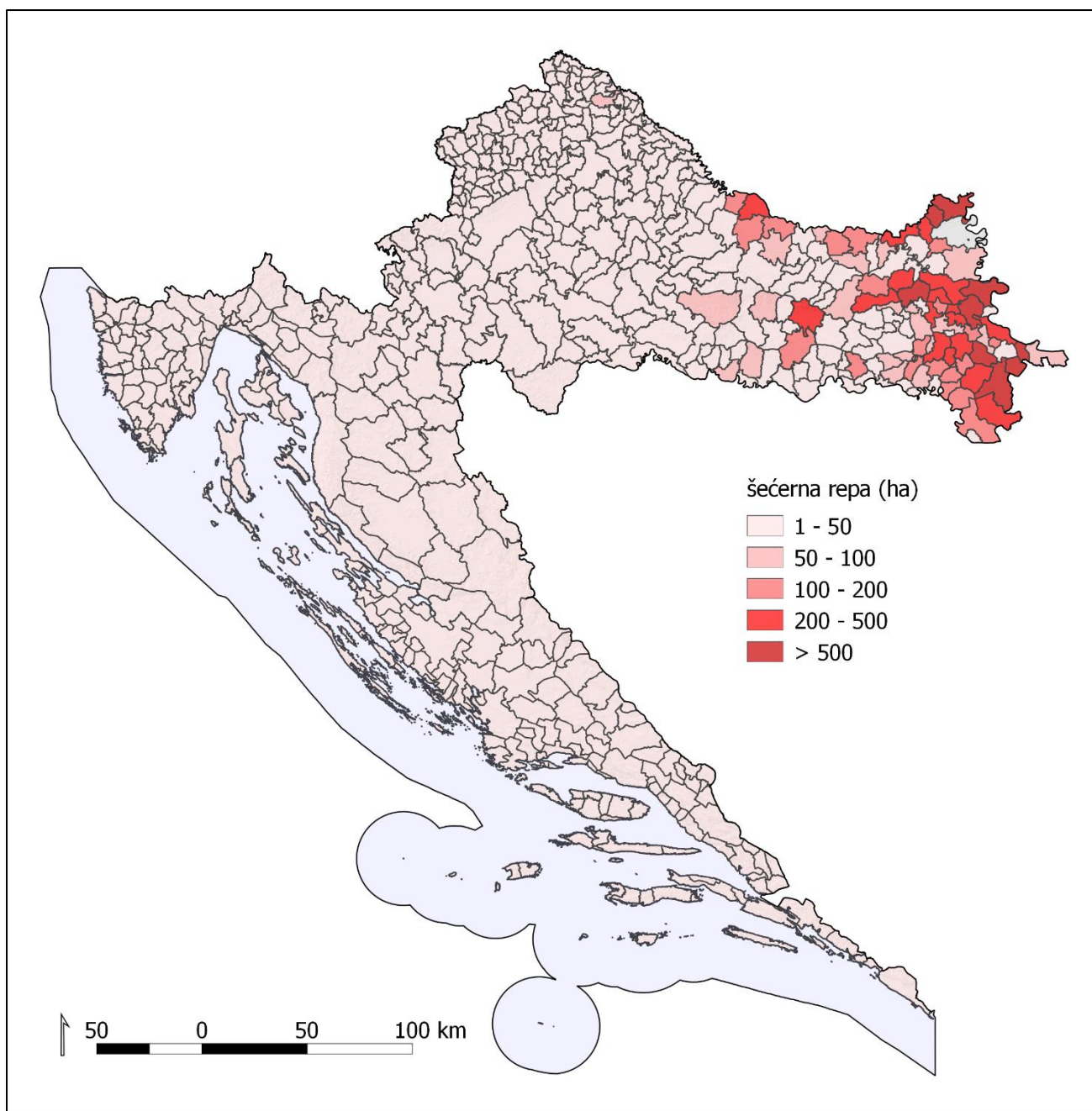


Slika 2-56. Površine soje po jedinicama lokalne samouprave u 2017.

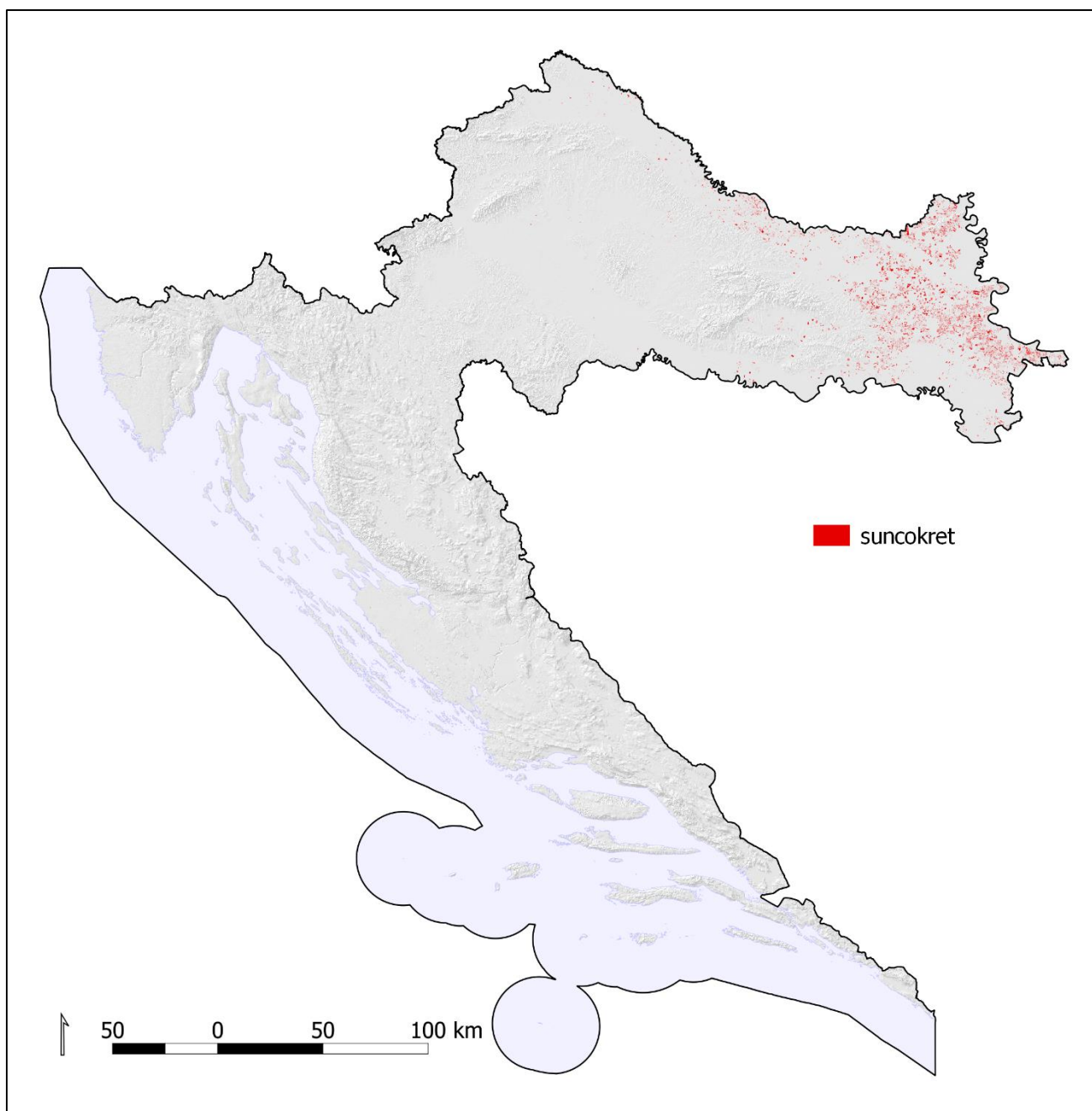


Slika 2-57. Prostorni raspored šćerne repe 2017.

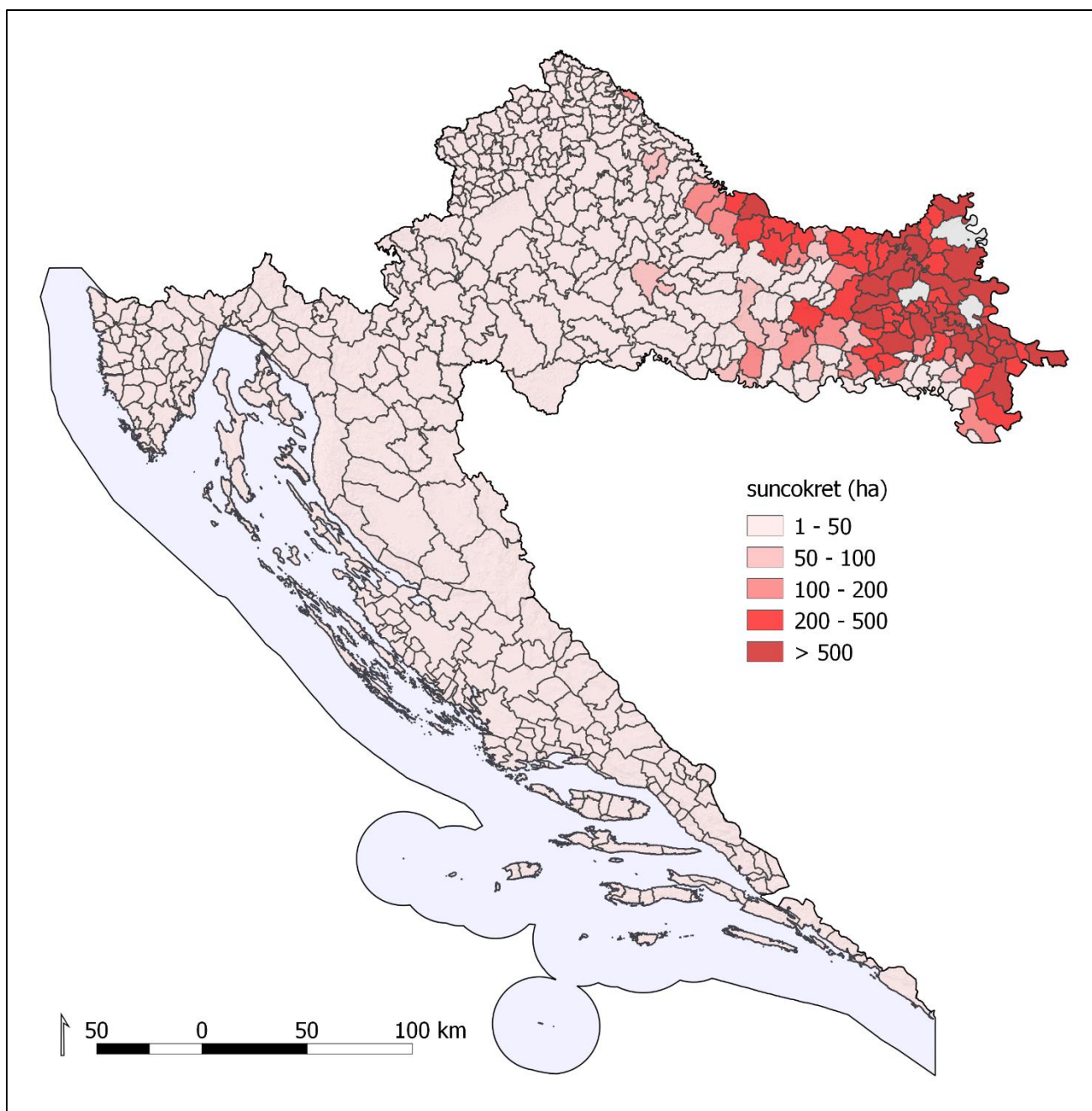
* zbog male kolićine i velićine zasijanih parcela poligoni su naglašeni kako bi bili uoćljivi



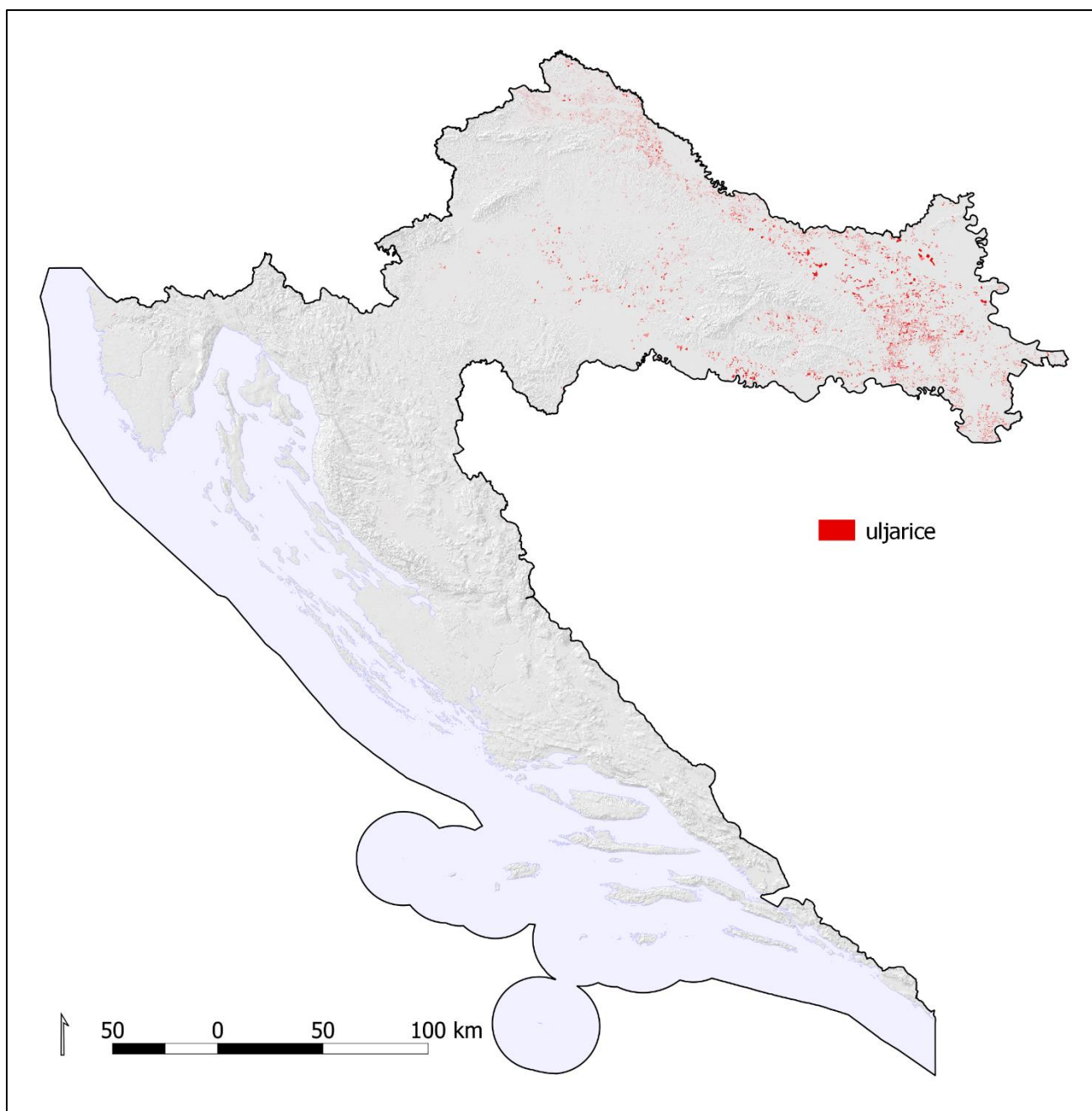
Slika 2-58. Površine šćerne repe po jedinicama lokalne samouprave u 2017.



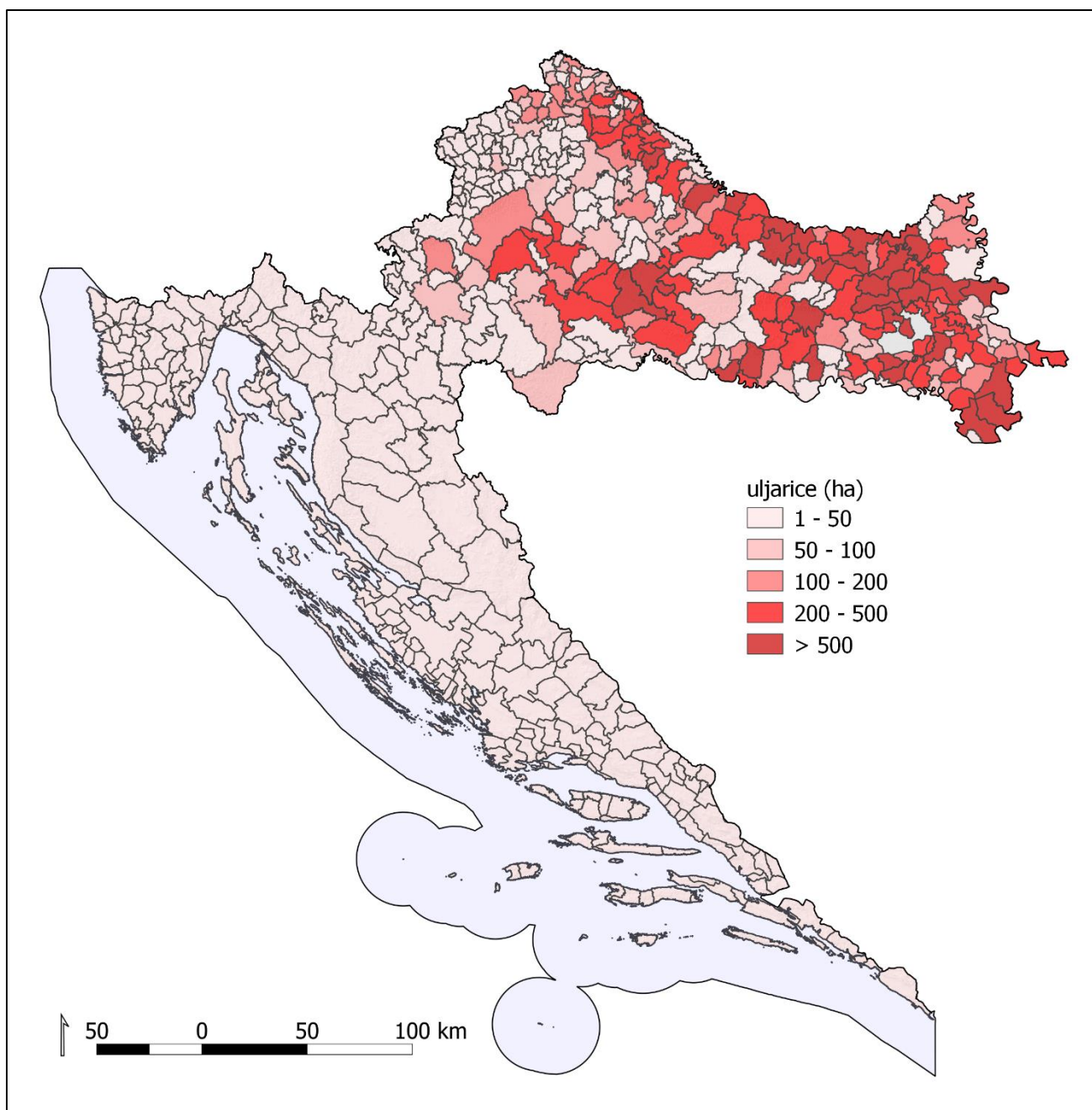
Slika 2-59. Prostorni raspored suncokreta 2017.



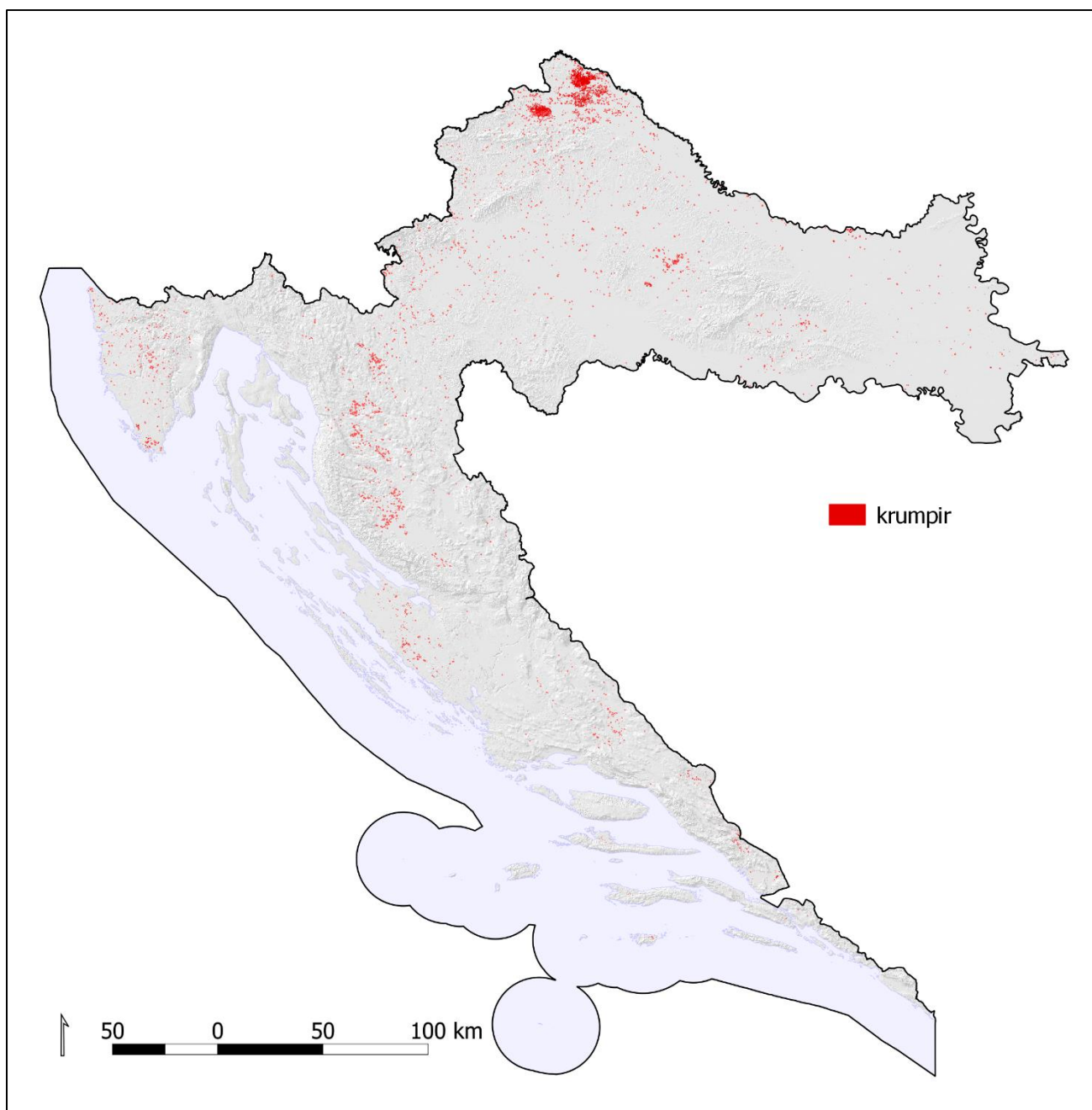
Slika 2-60. Površine suncokreta po jedinicama lokalne samouprave u 2017.



Slika 2-61. Prostorni raspored uljarica 2017.

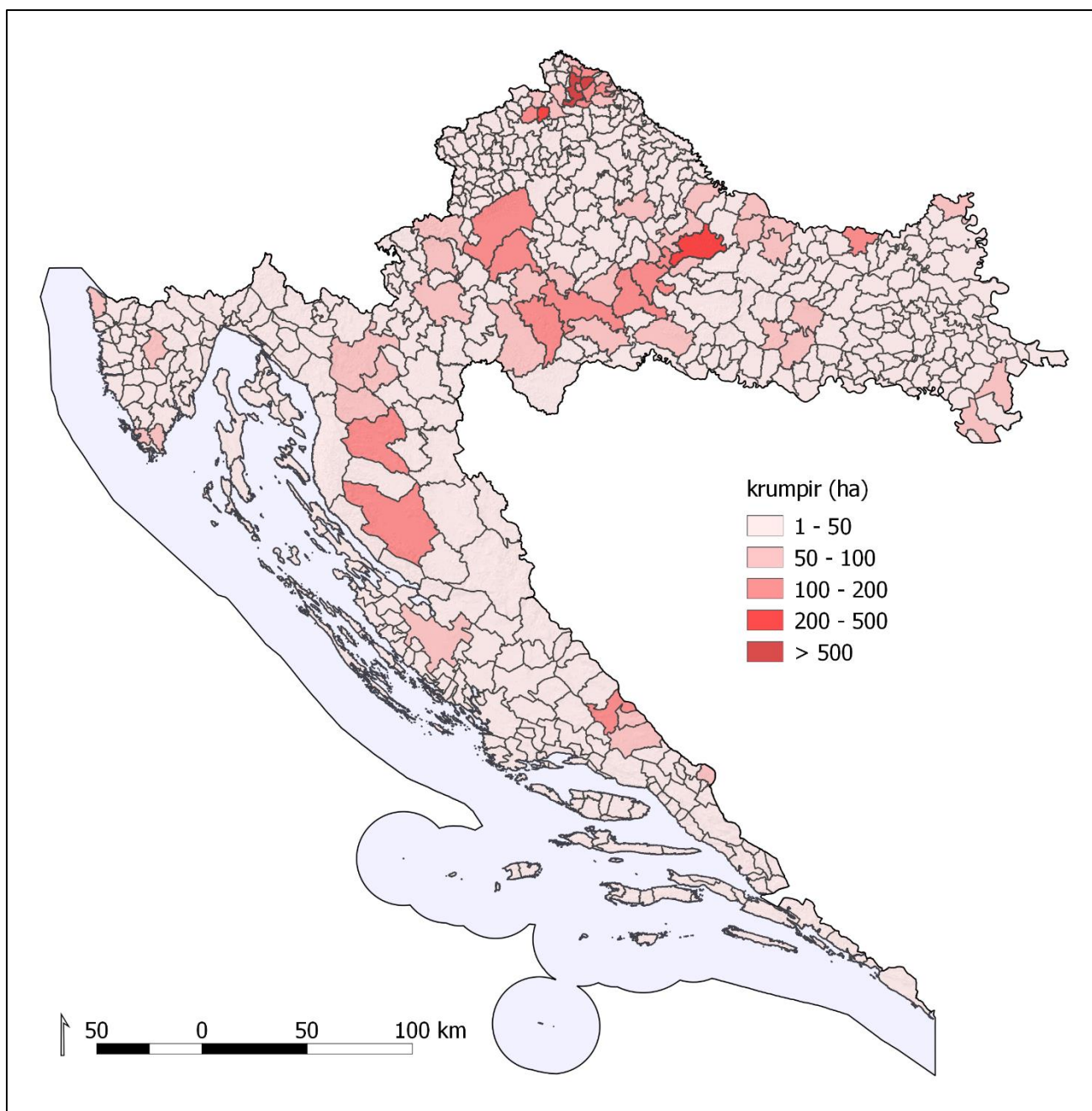


Slika 2-62. Površine uljarica po jedinicama lokalne samouprave u 2017.

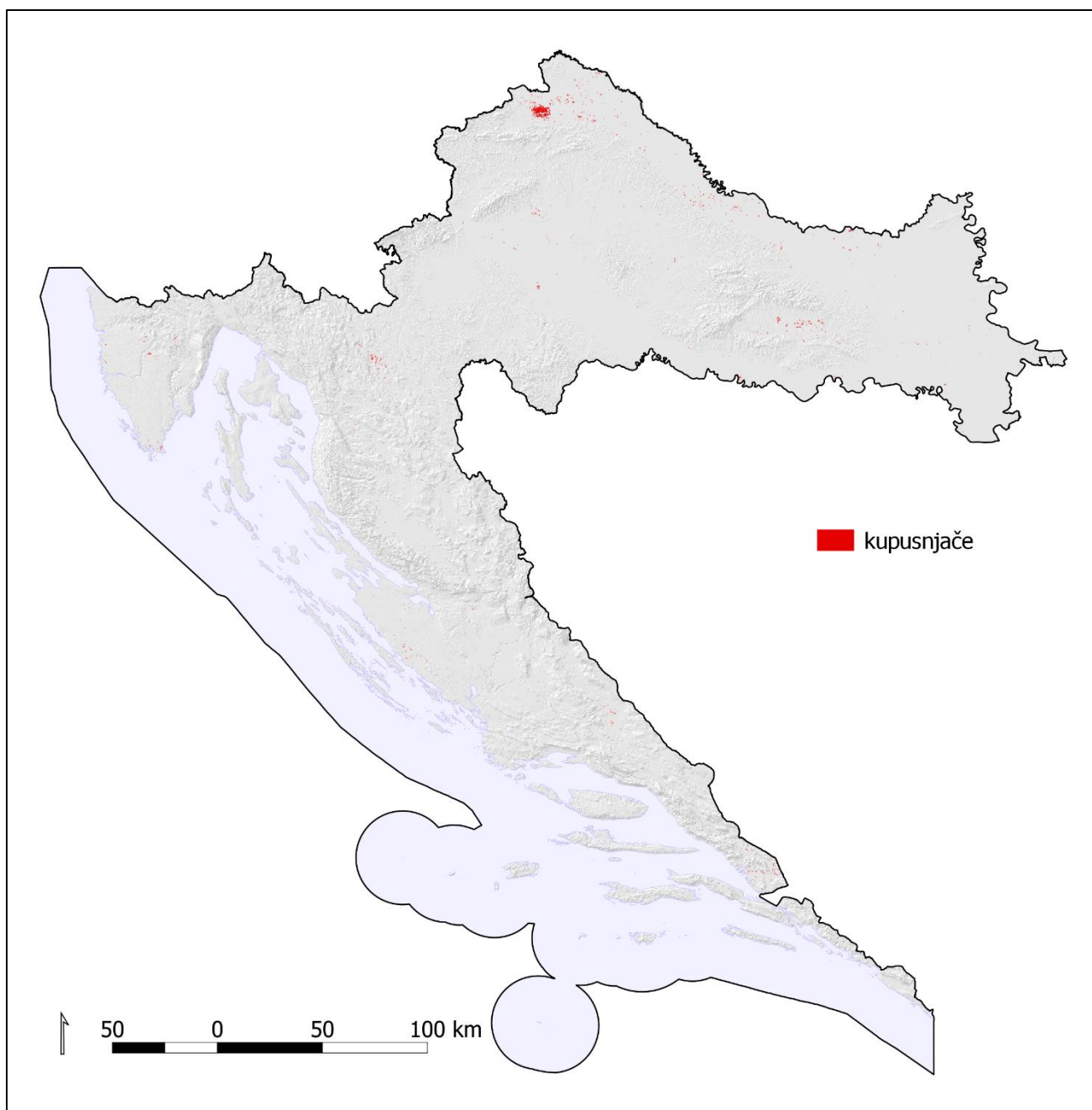


Slika 2-63. Prostorni raspored krumpira 2017.

* zbog male količine i veličine zasijanih parcela poligoni su naglašeni kako bi bili uočljivi

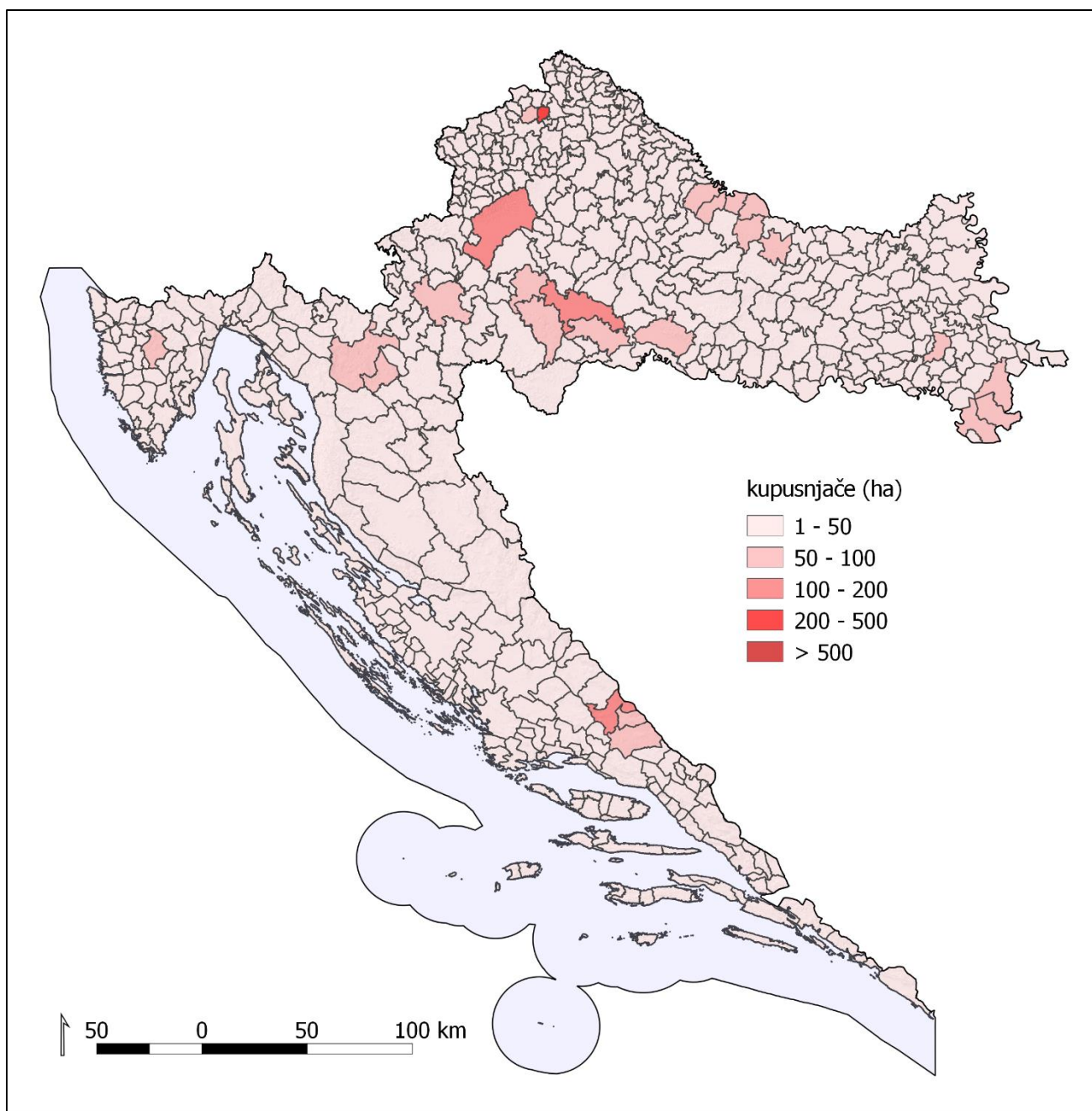


Slika 2-64. Površine krumpira po jedinicama lokalne samouprave u 2017.

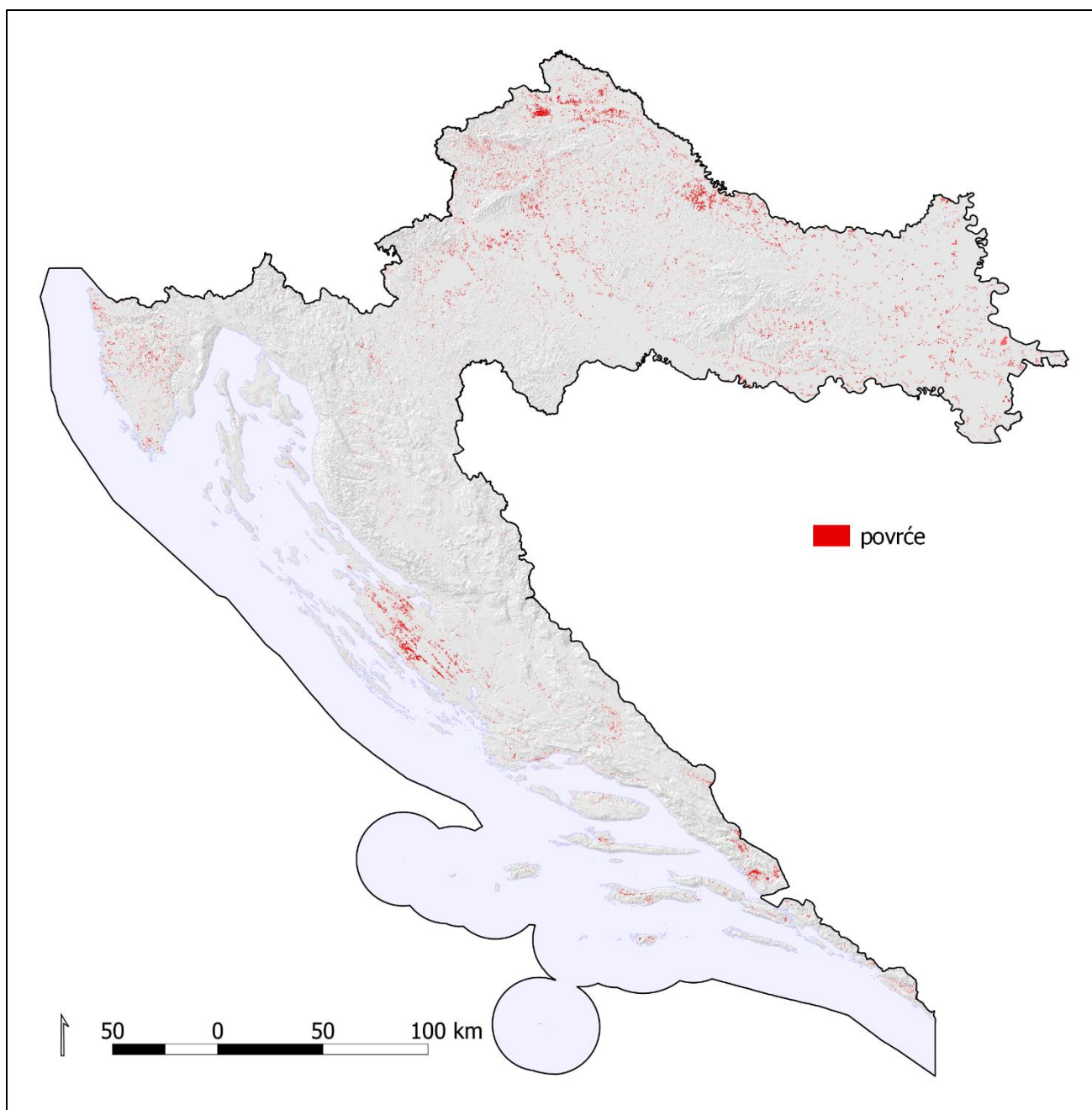


Slika 2-65. Prostorni raspored kupusnjača 2017.

* zbog male količine i veličine zasijanih parcela poligoni su naglašeni kako bi bili uočljivi



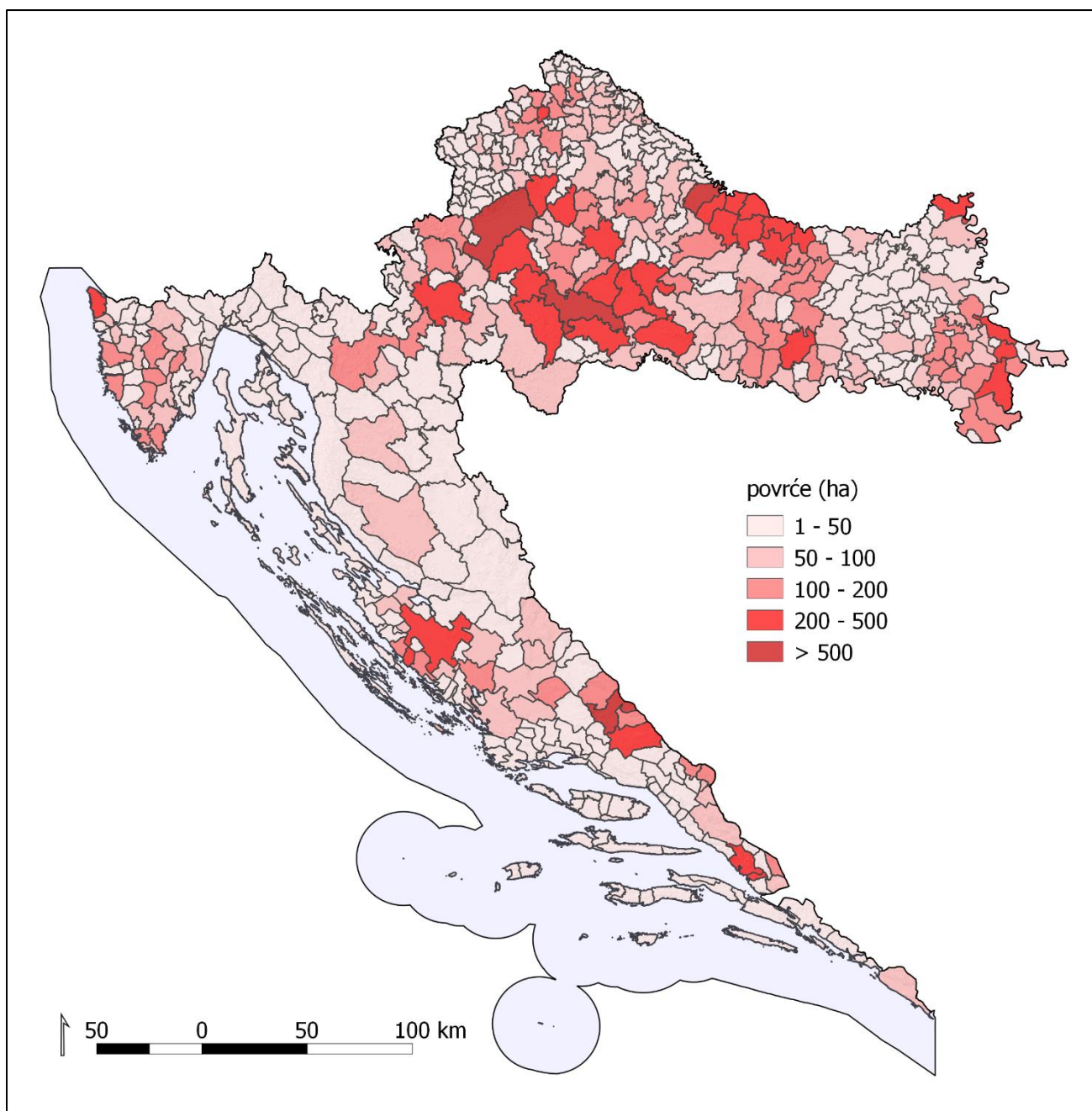
Slika 2-66. Površine kpusnjača po jedinicama lokalne samouprave u 2017.



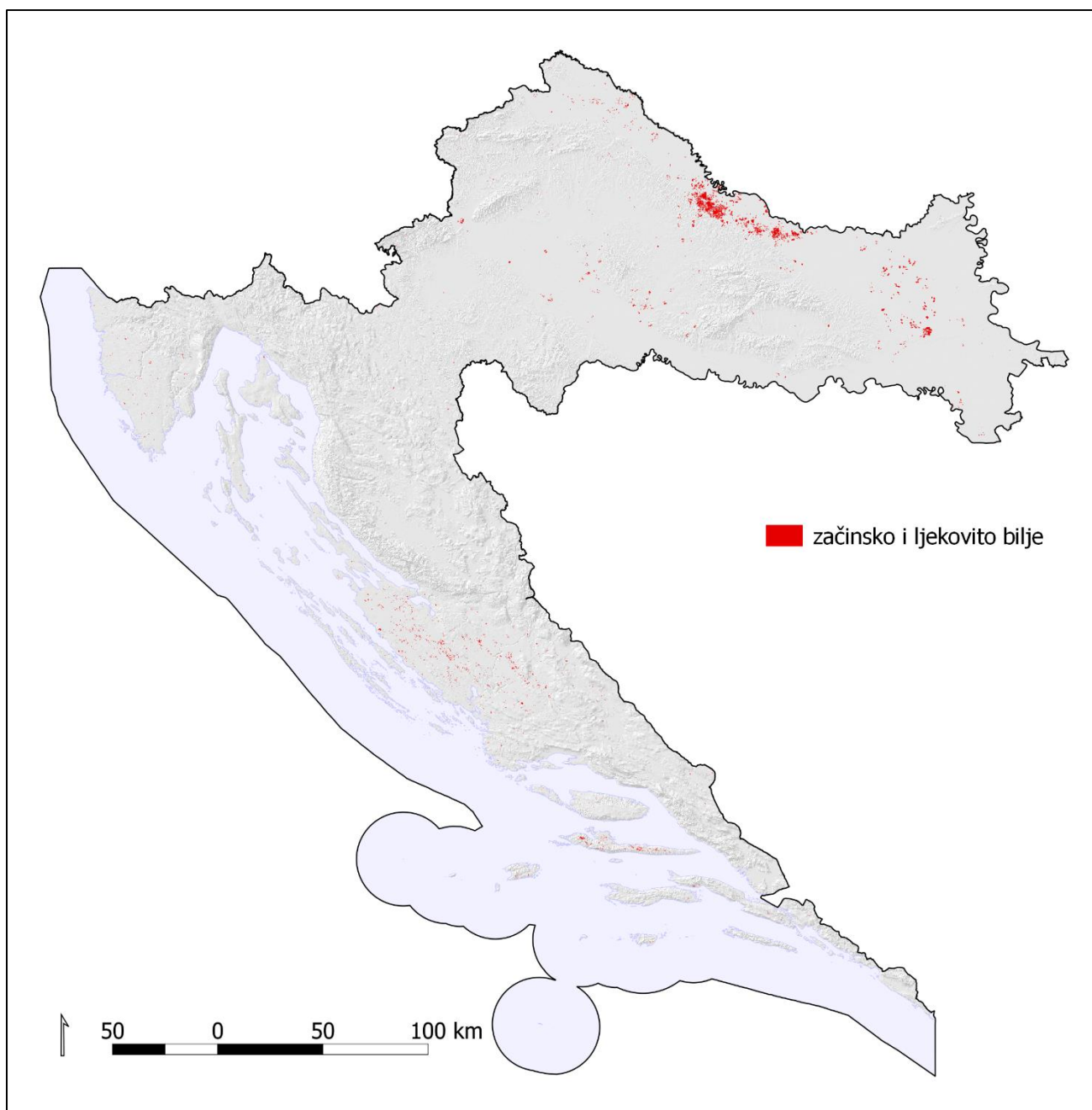
Slika 2-67. Prostorni raspored povrća 2017.

* zbog male količine i veličine zasijanih parcela poligoni su naglašeni kako bi bili uočljivi

** nisu obuhvaćene kupusnjače i krumpir jer su prikazani posebno

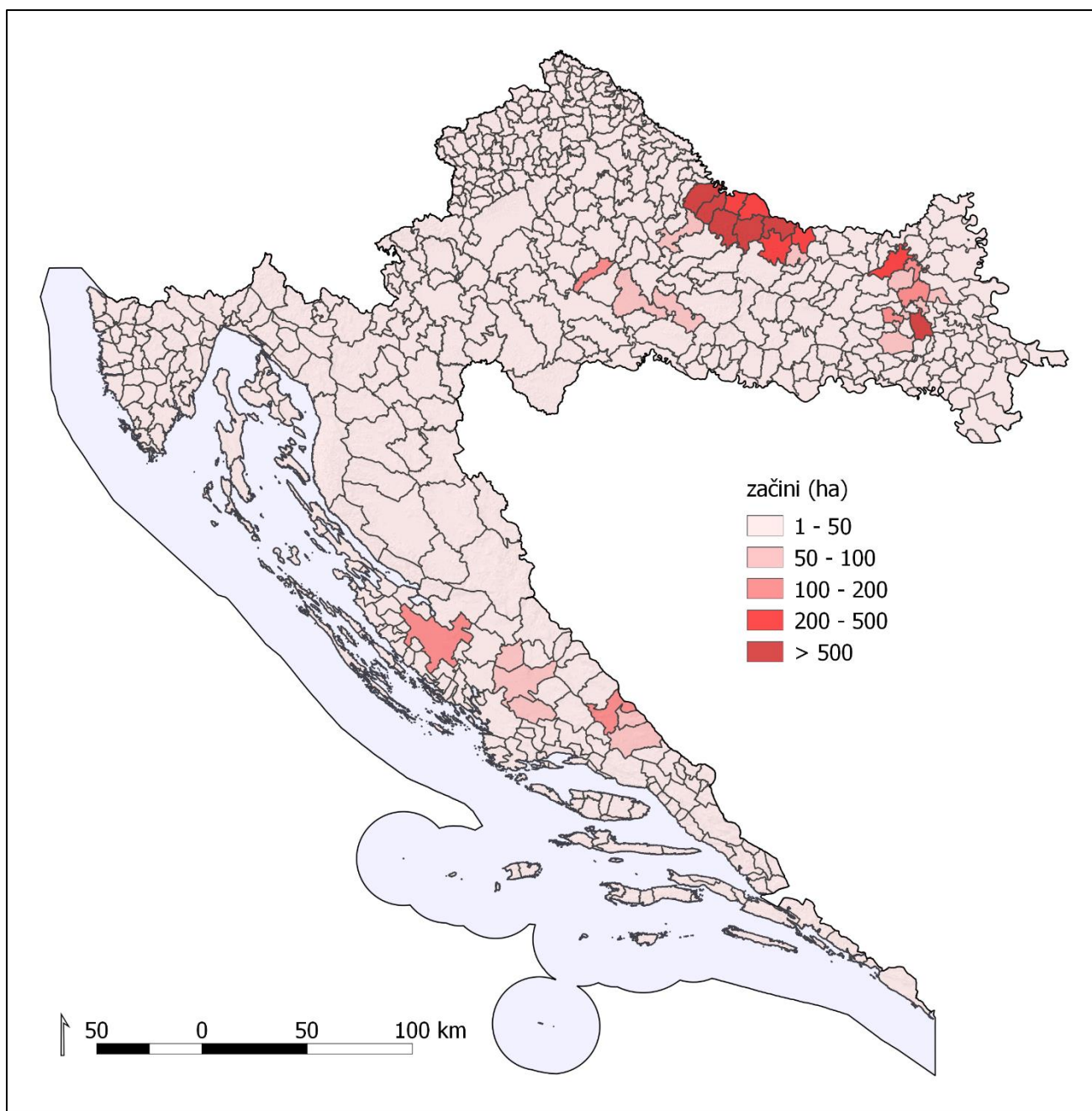


Slika 2-68. Površine povrća po jedinicama lokalne samouprave u 2017.

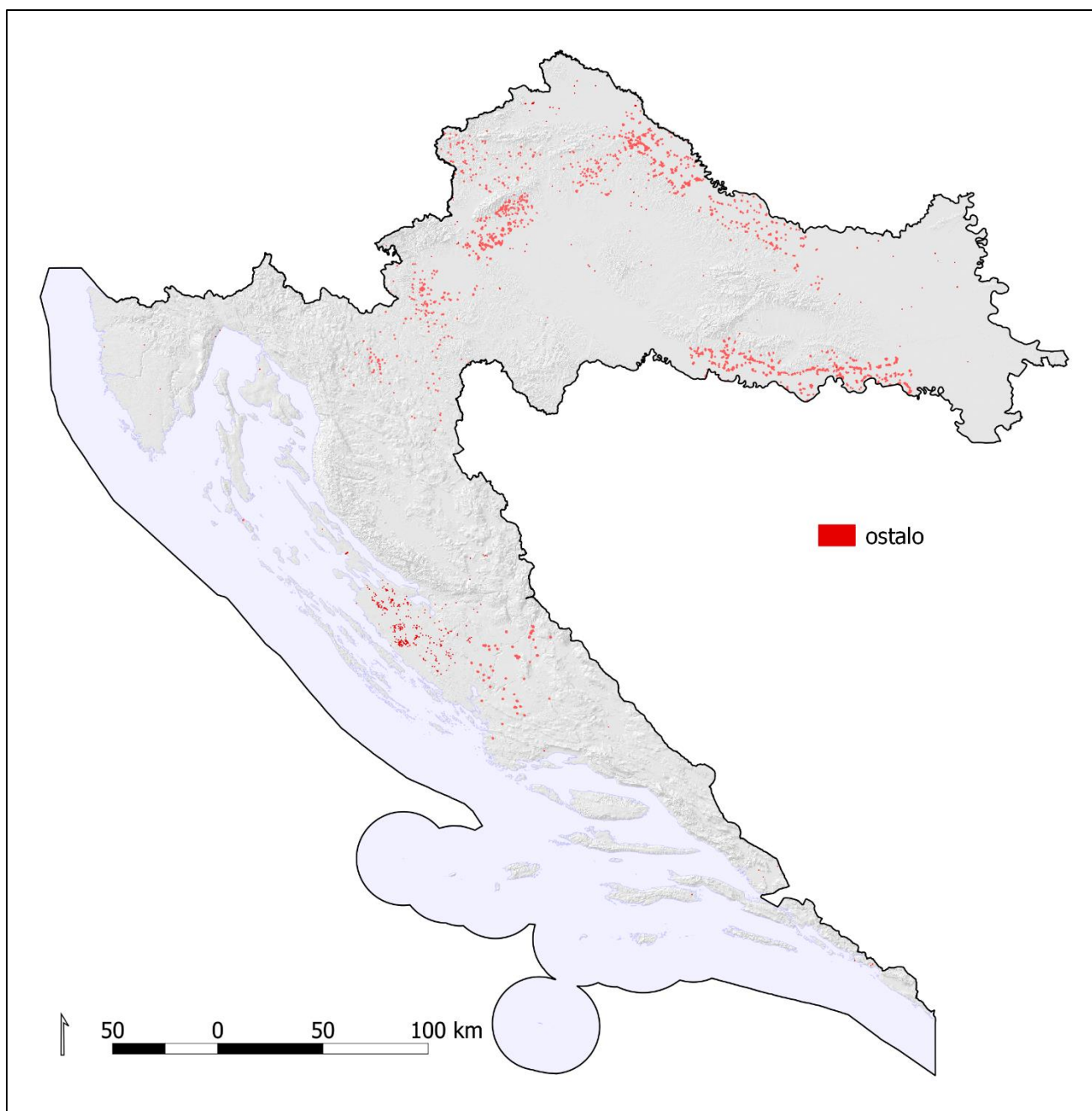


Slika 2-69. Prostorni raspored začinskog i ljekovitog bilja 2017.

* zbog male količine i veličine zasijanih parcela poligoni su naglašeni kako bi bili uočljivi

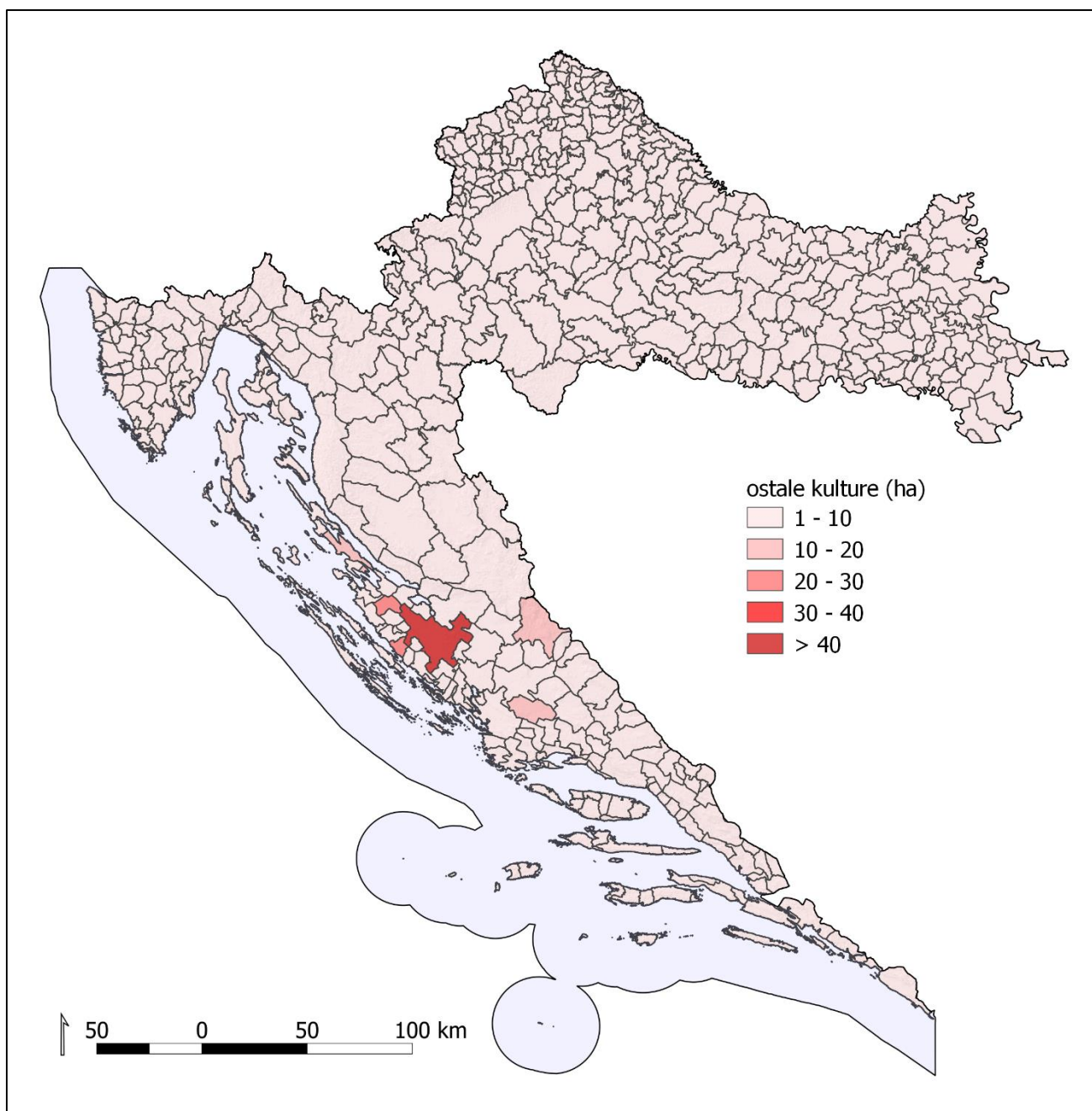


Slika 2-70. Površine začinskog i ljekovitog bilja po jedinicama lokalne samouprave u 2017.

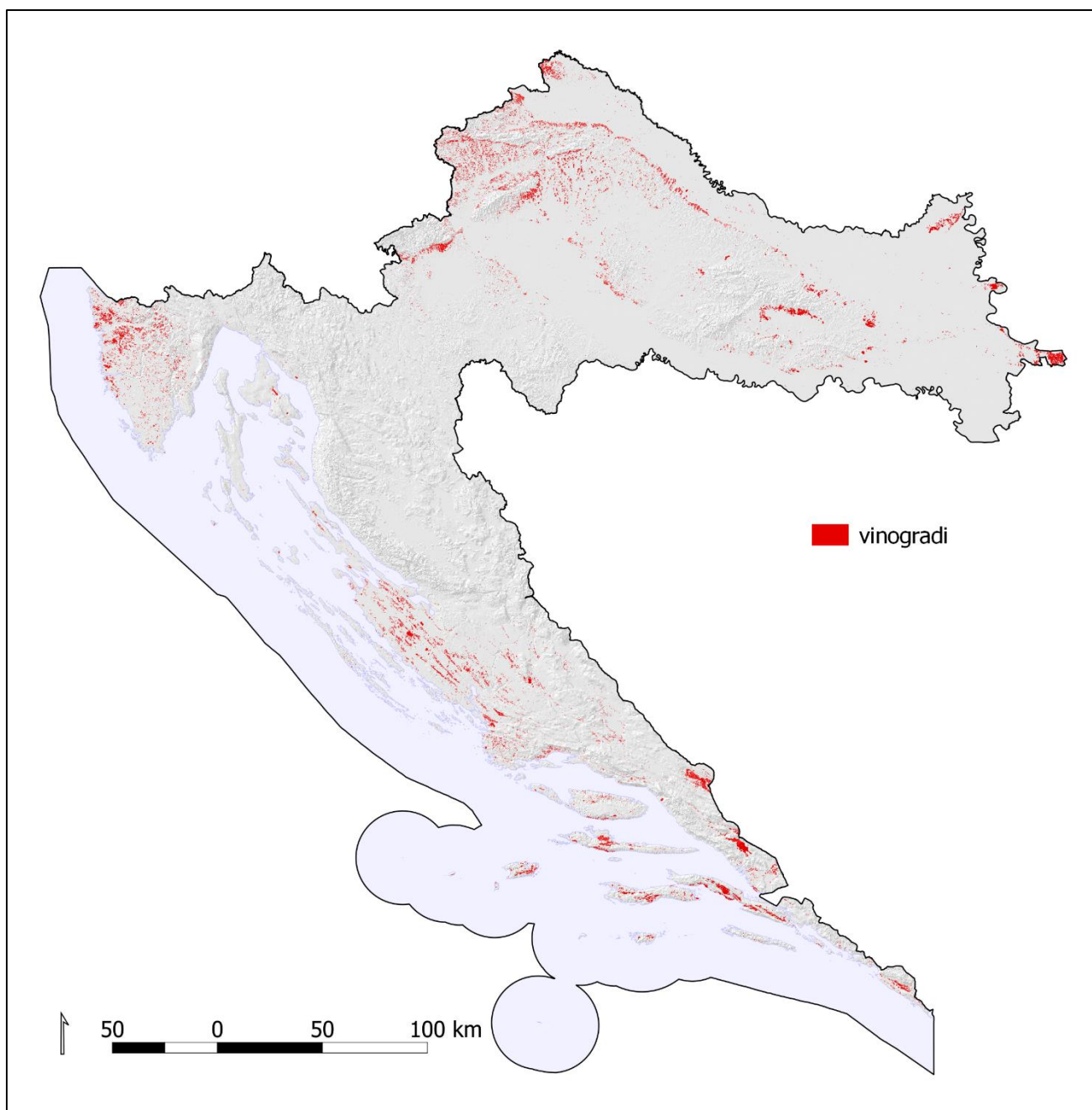


Slika 2-71. Prostorni raspored ostalih kultura 2017.

* zbog male količine i veličine zasijanih parcela poligoni su naglašeni kako bi bili uočljivi

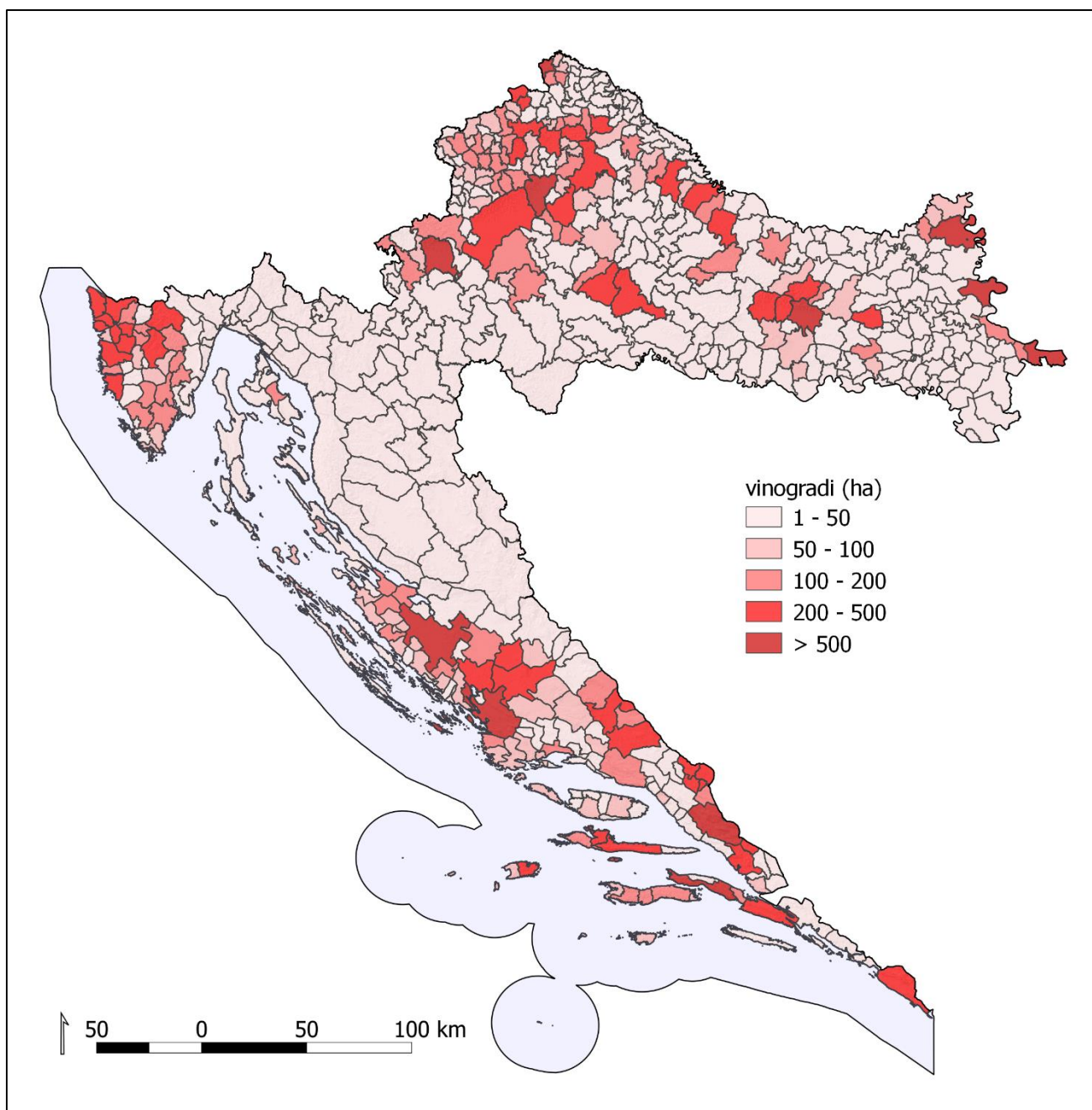


Slika 2-72. Površine ostalih kultura po jedinicama lokalne samouprave u 2017.

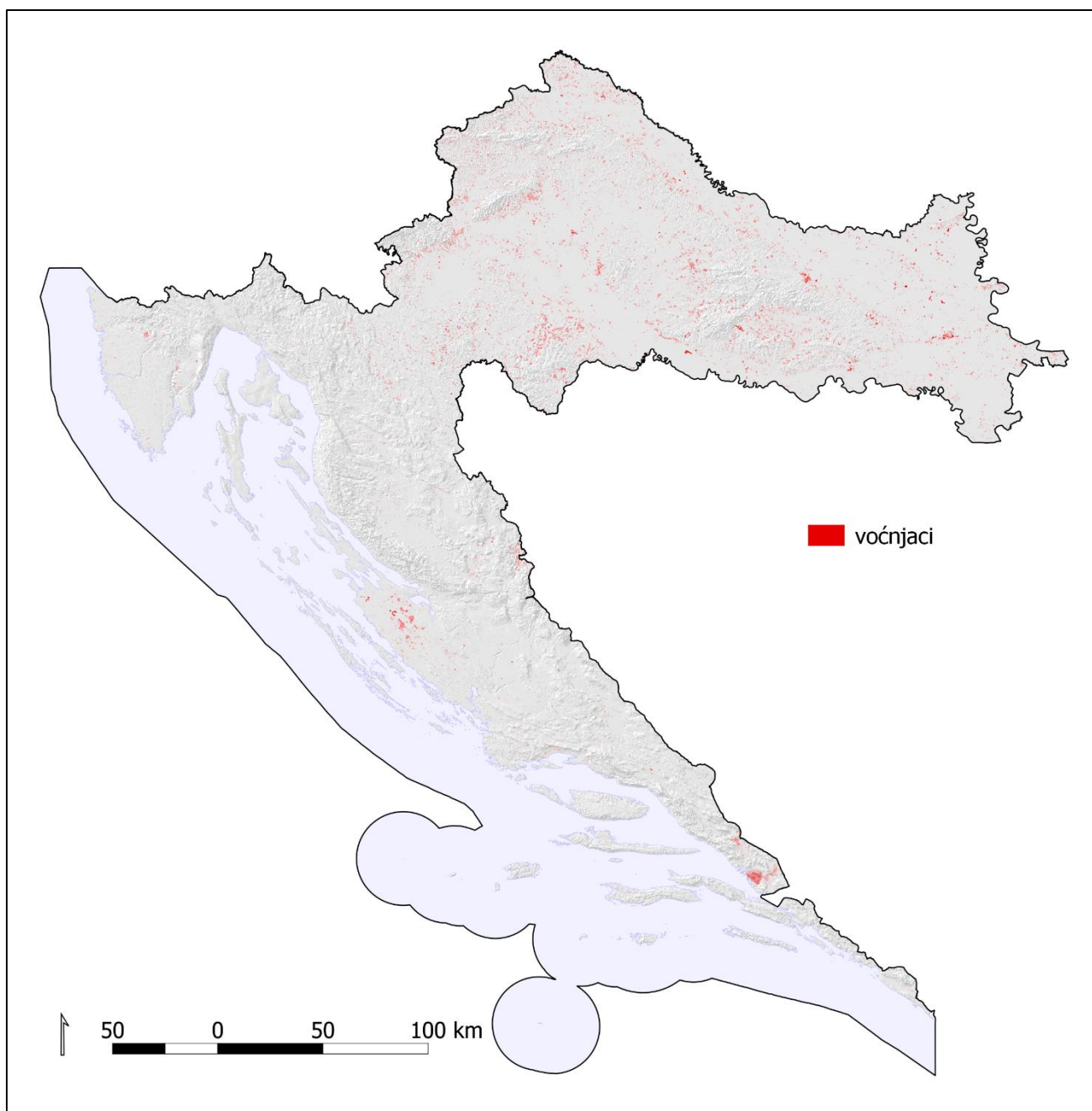


Slika 2-73. Prostorni raspored vinograda 2017.

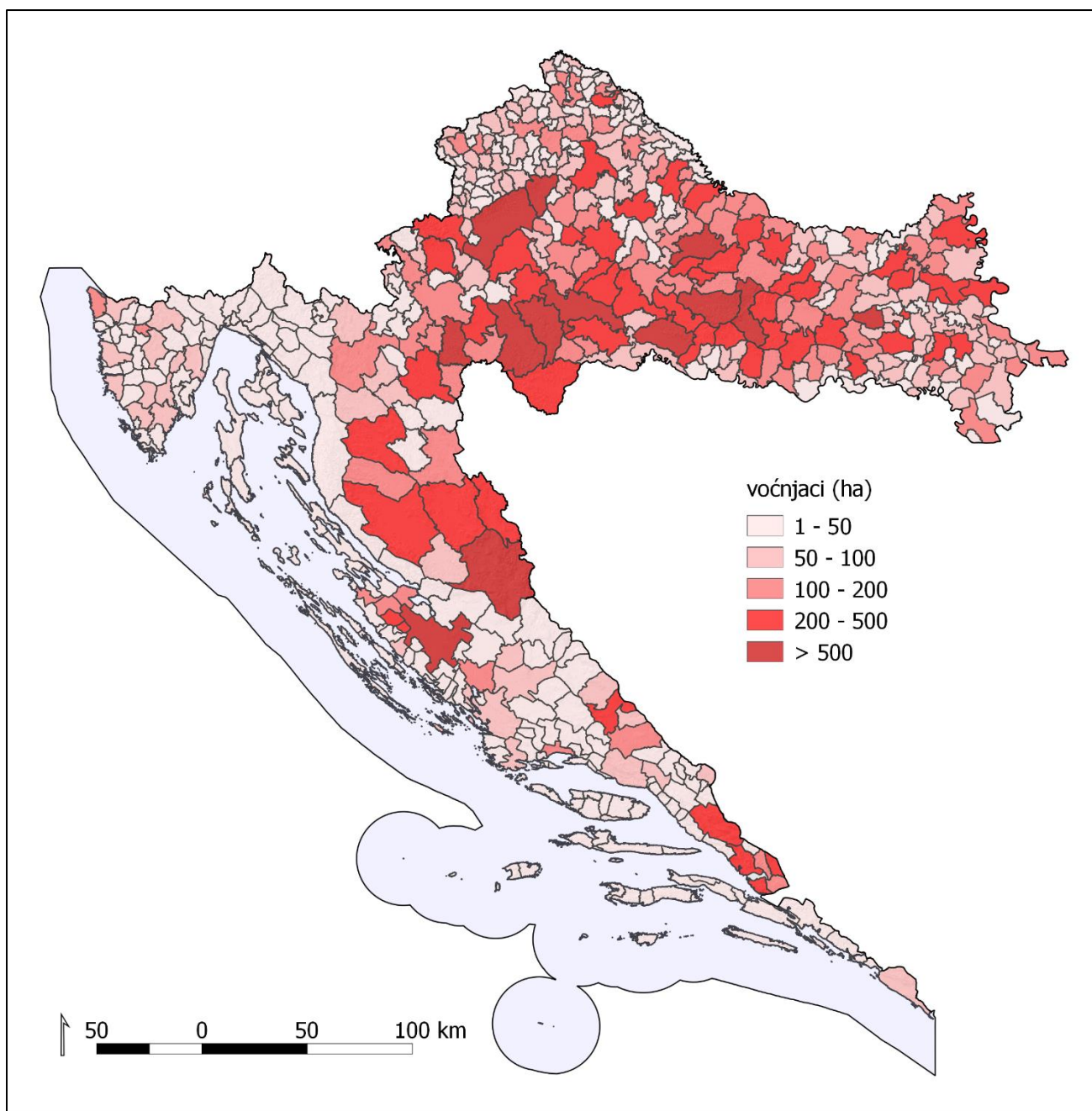
* zbog male količine i veličine zasijanih parcela poligoni su naglašeni kako bi bili uočljivi



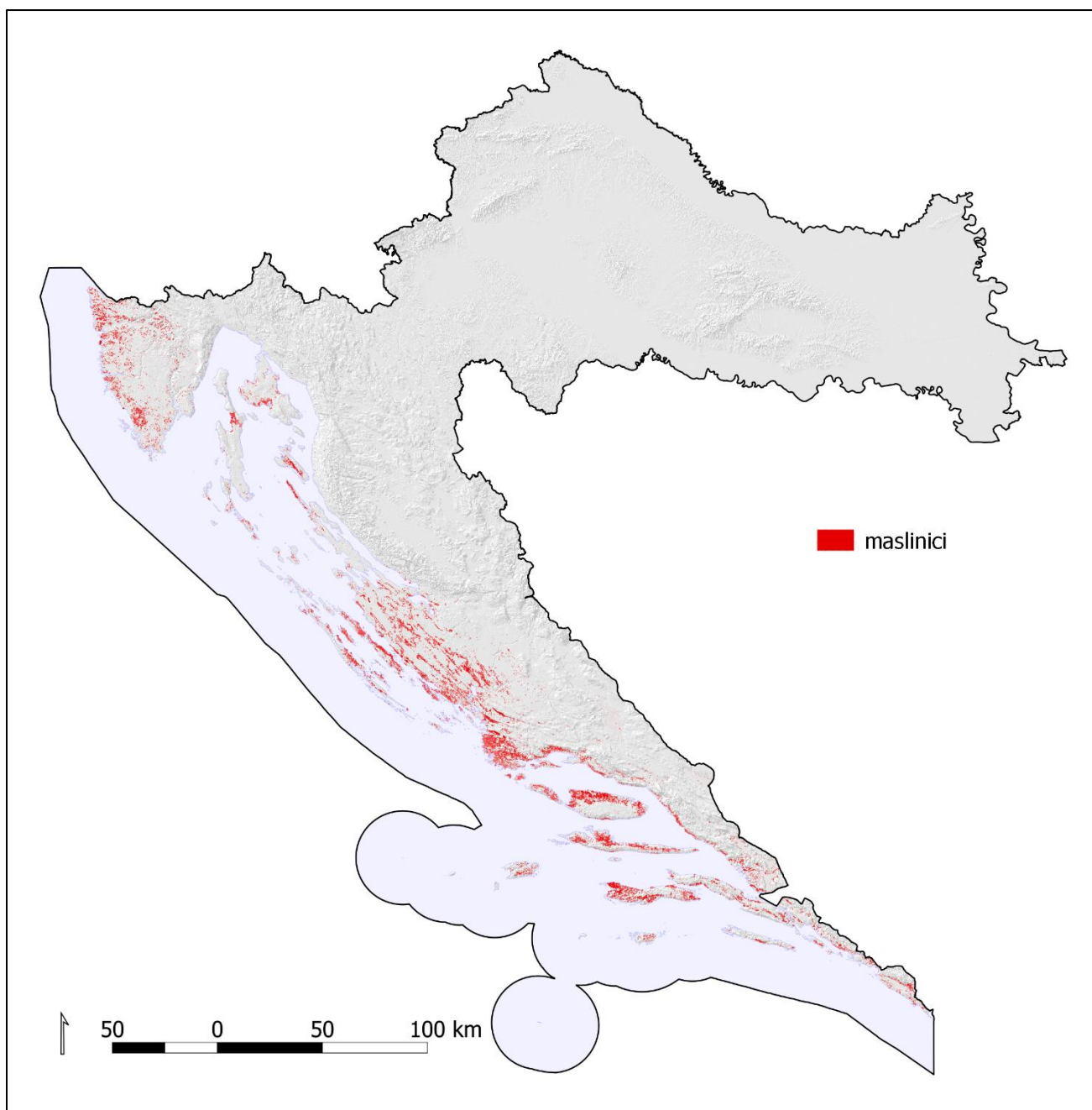
Slika 2-74. Površine vinograda po jedinicama lokalne samouprave u 2017.



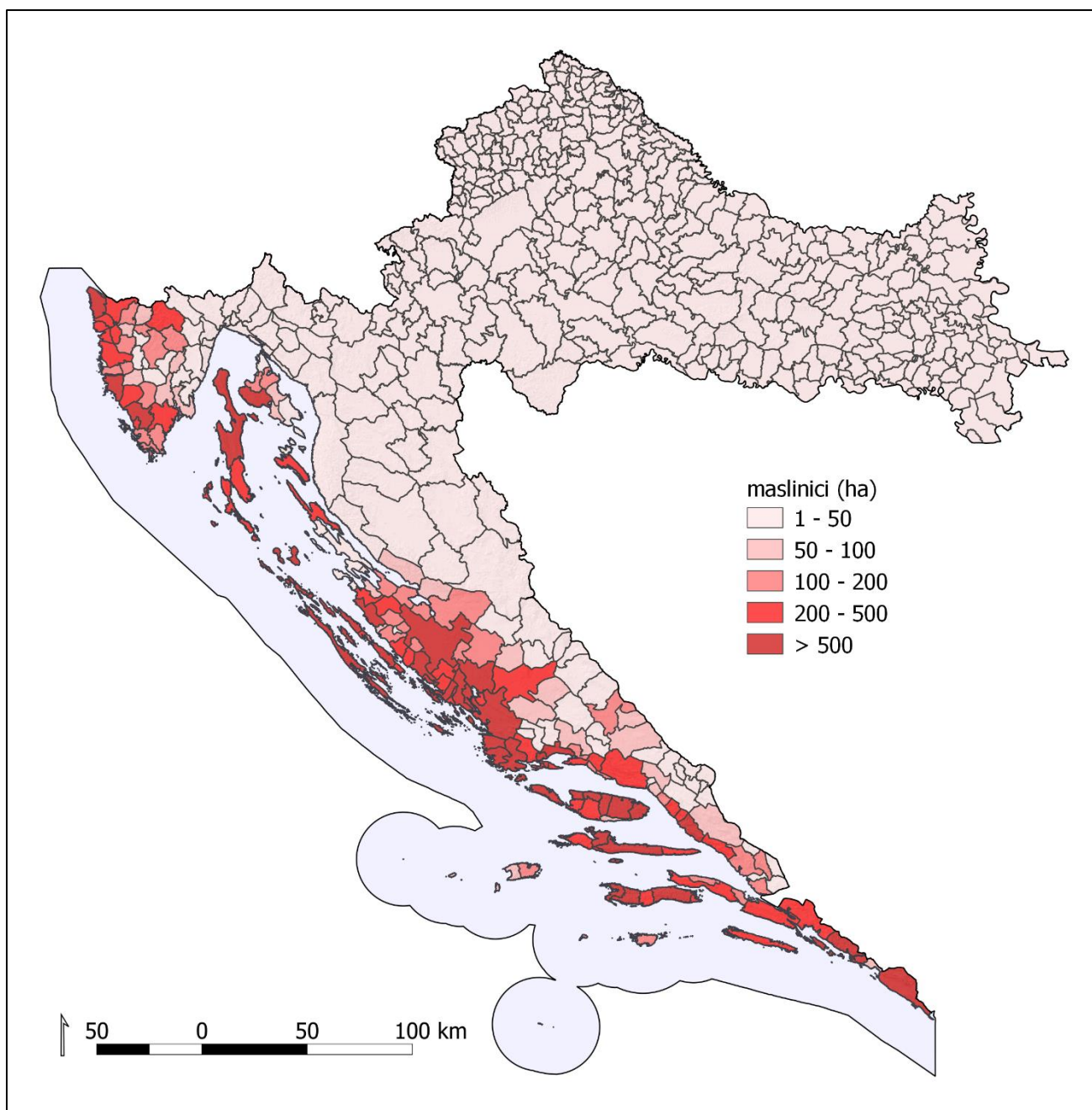
Slika 2-75. Prostorni raspored voćnjaka 2017.



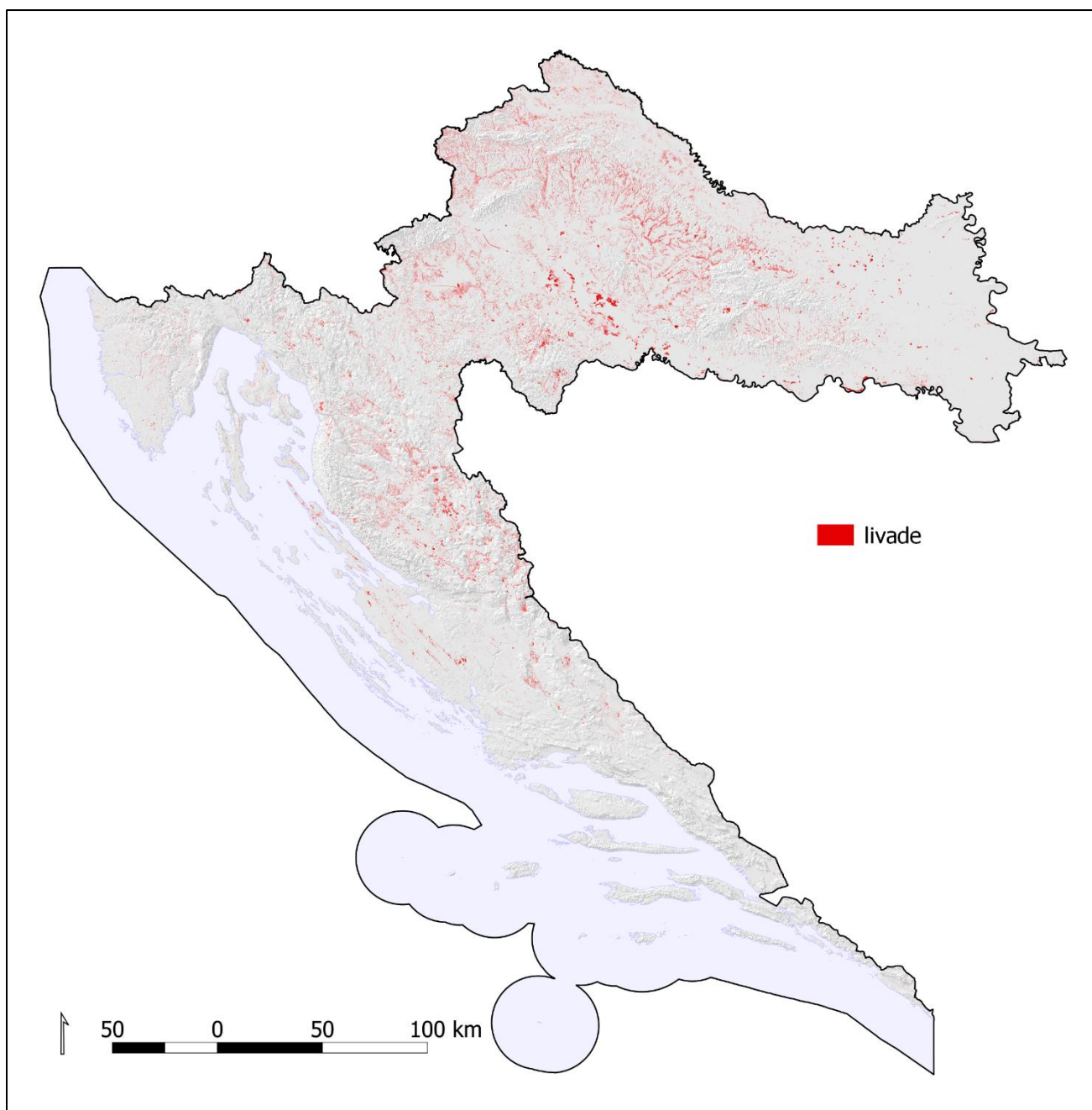
Slika 2-76. Površine voćnjaka po jedinicama lokalne samouprave u 2017.



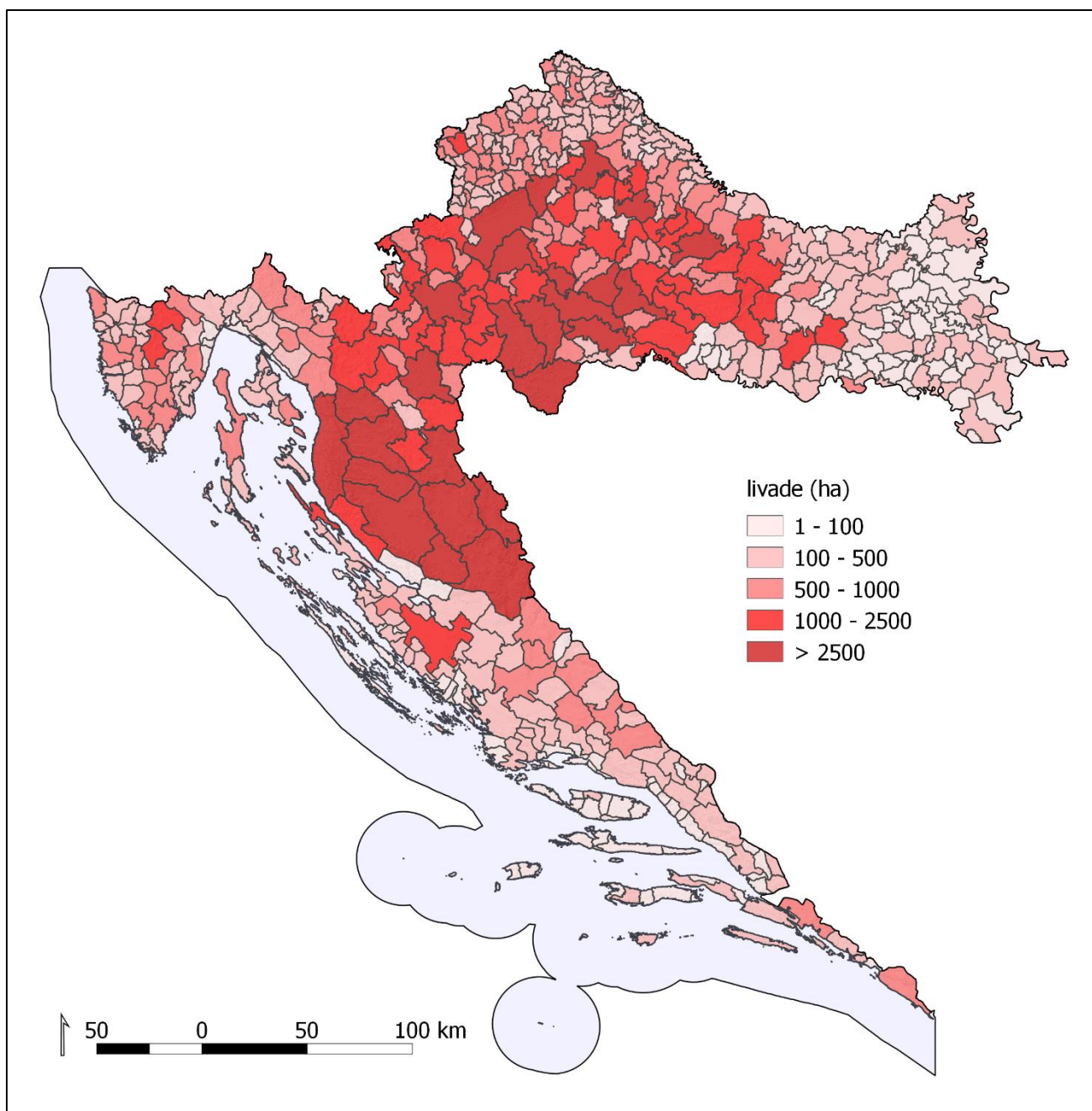
Slika 2-77. Prostorni raspored maslinika 2017.



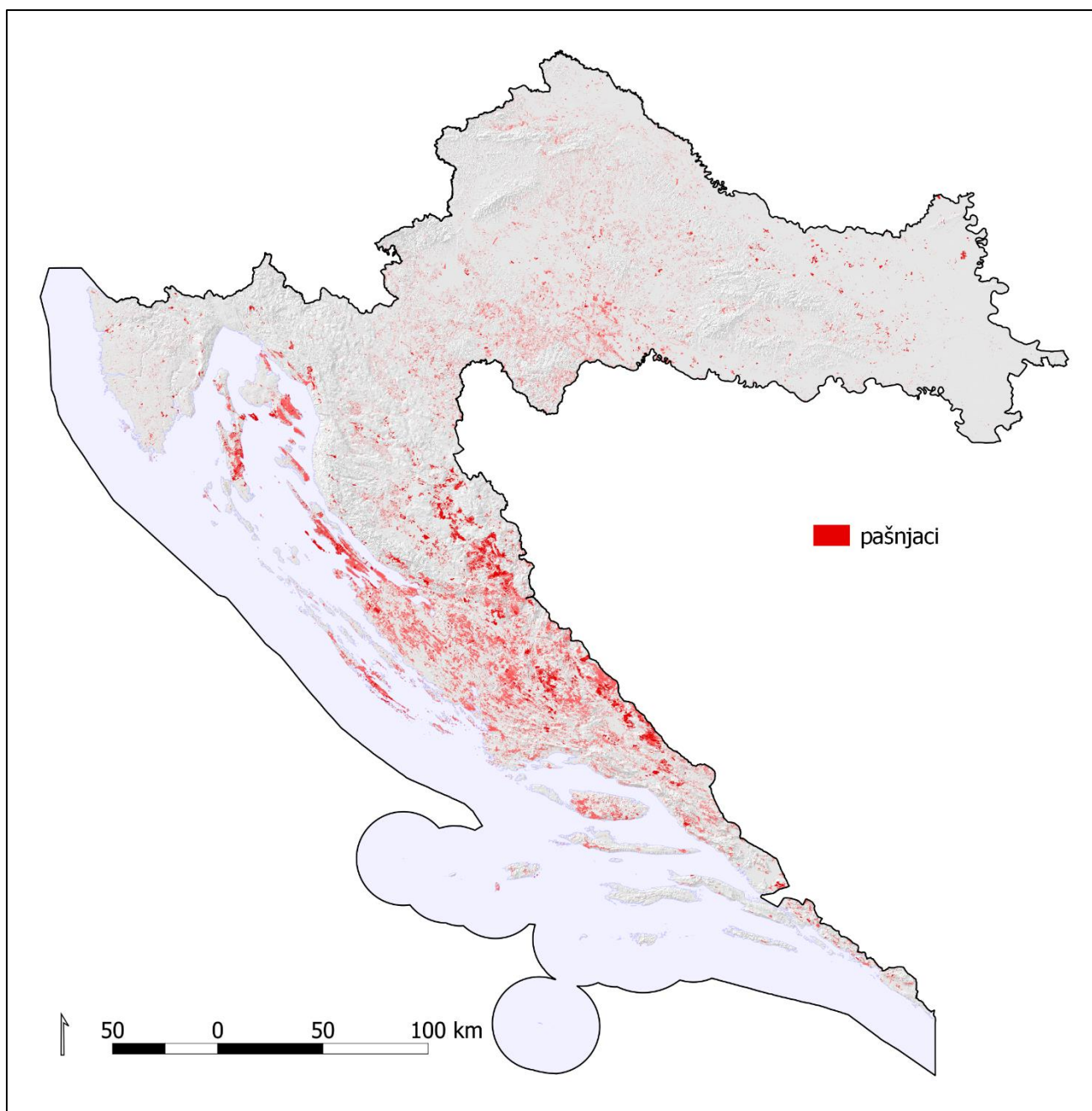
Slika 2-78. Površine maslinika po jedinicama lokalne samouprave u 2017.



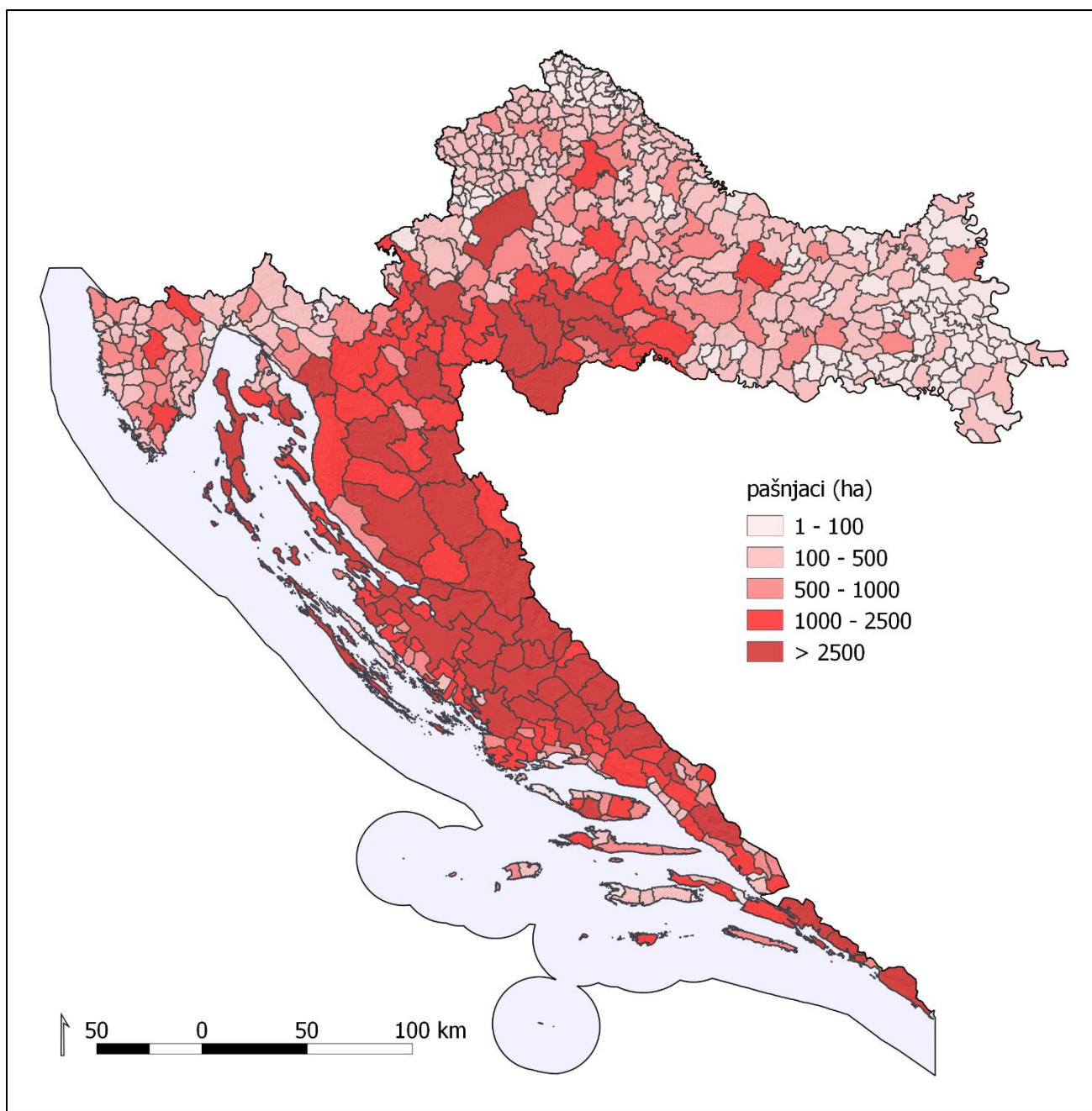
Slika 2-79. Prostorni raspored livada 2017.



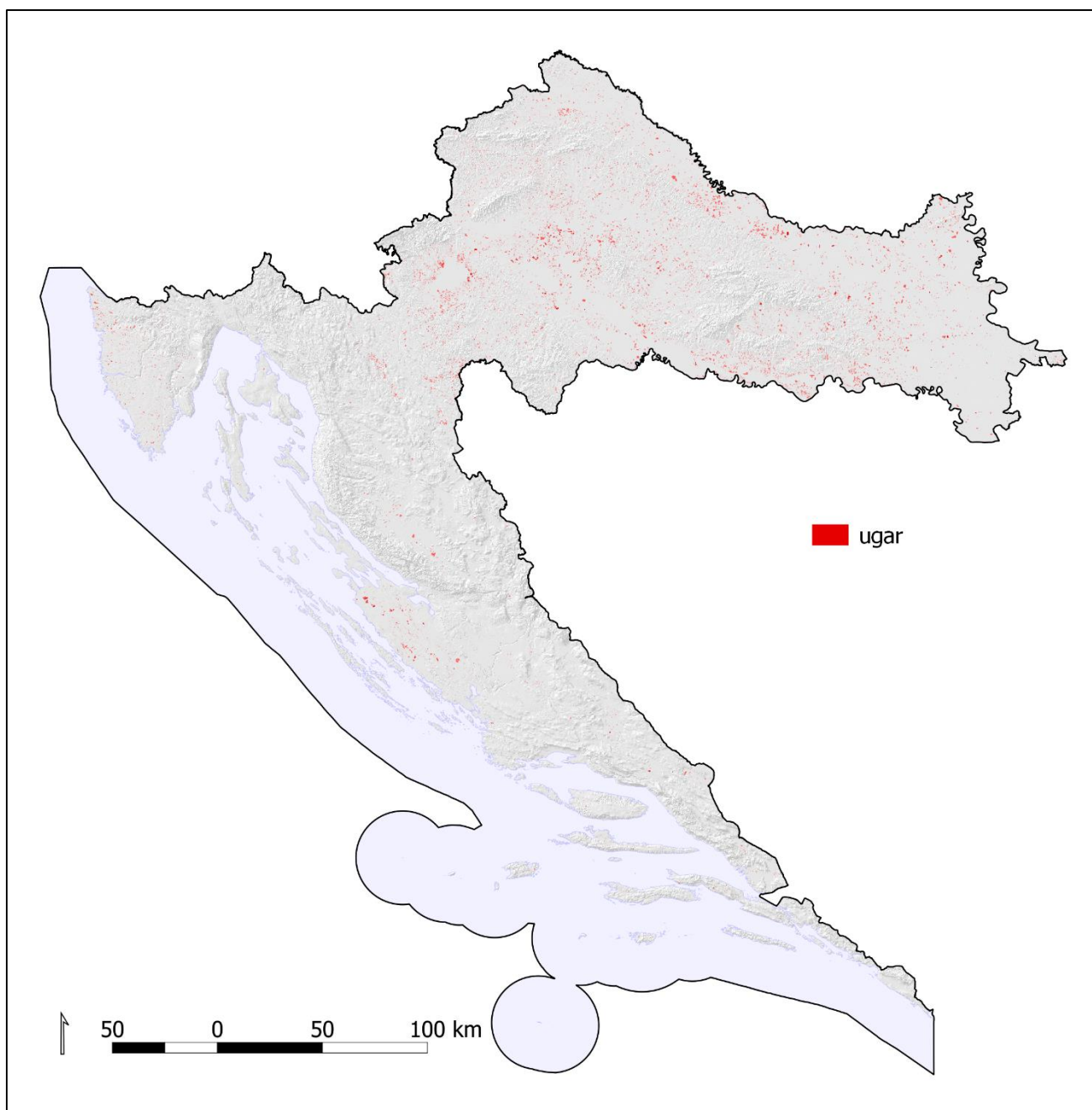
Slika 2-80. Površine livada po jedinicama lokalne samouprave u 2017.



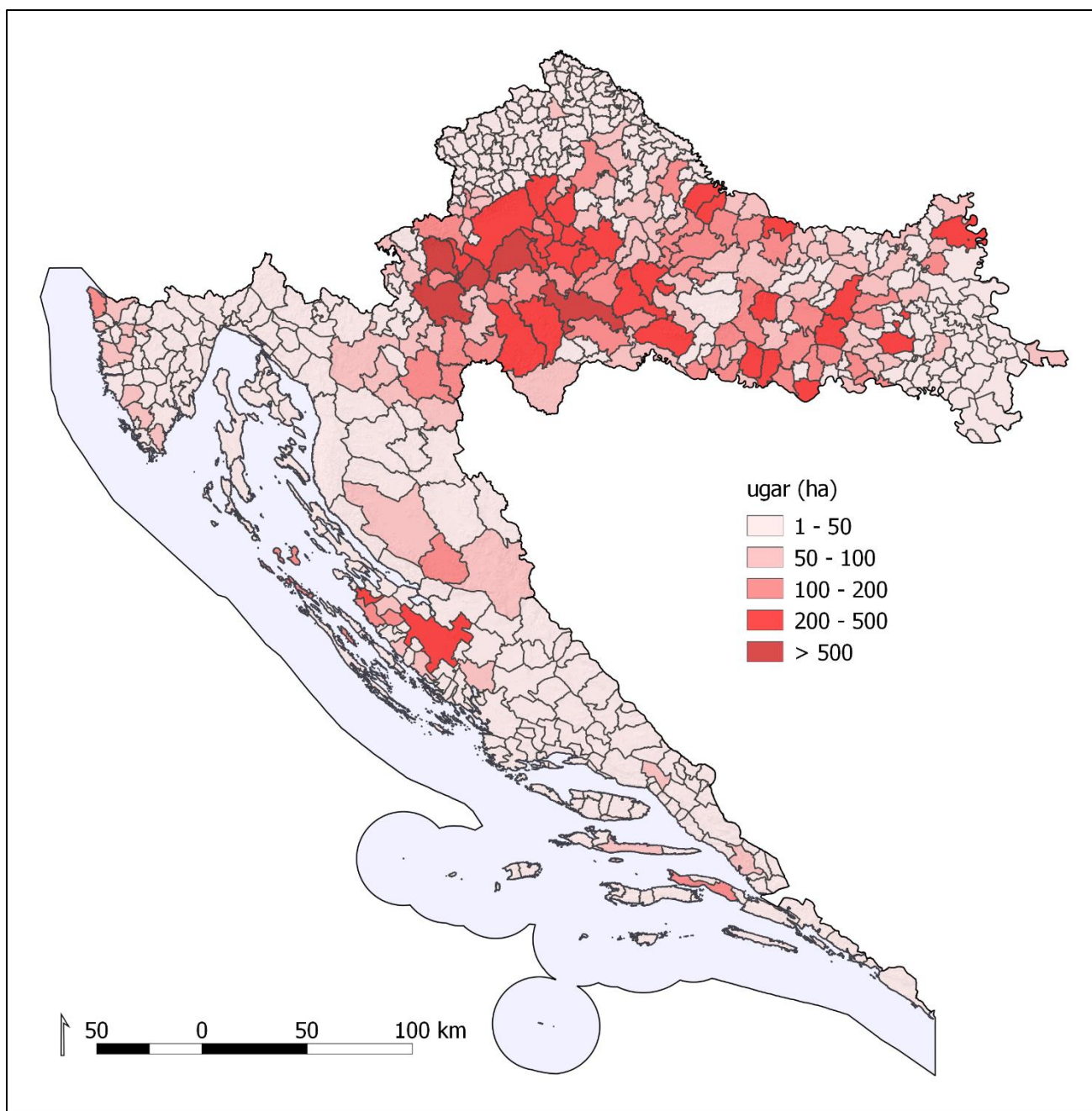
Slika 2-81. Prostorni raspored pašnjaka 2017.



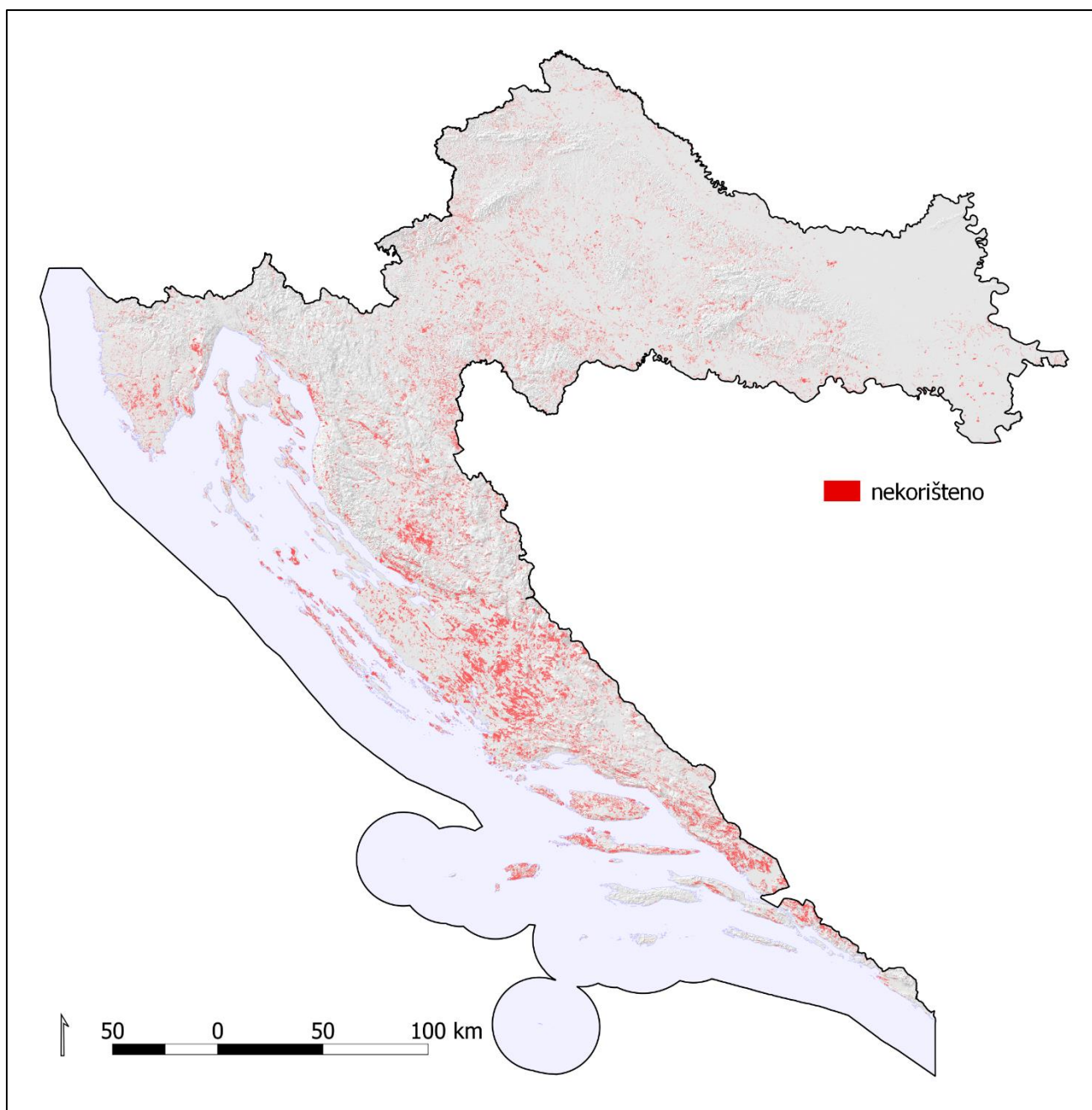
Slika 2-82. Površine pašnjaka po jedinicama lokalne samouprave u 2017.



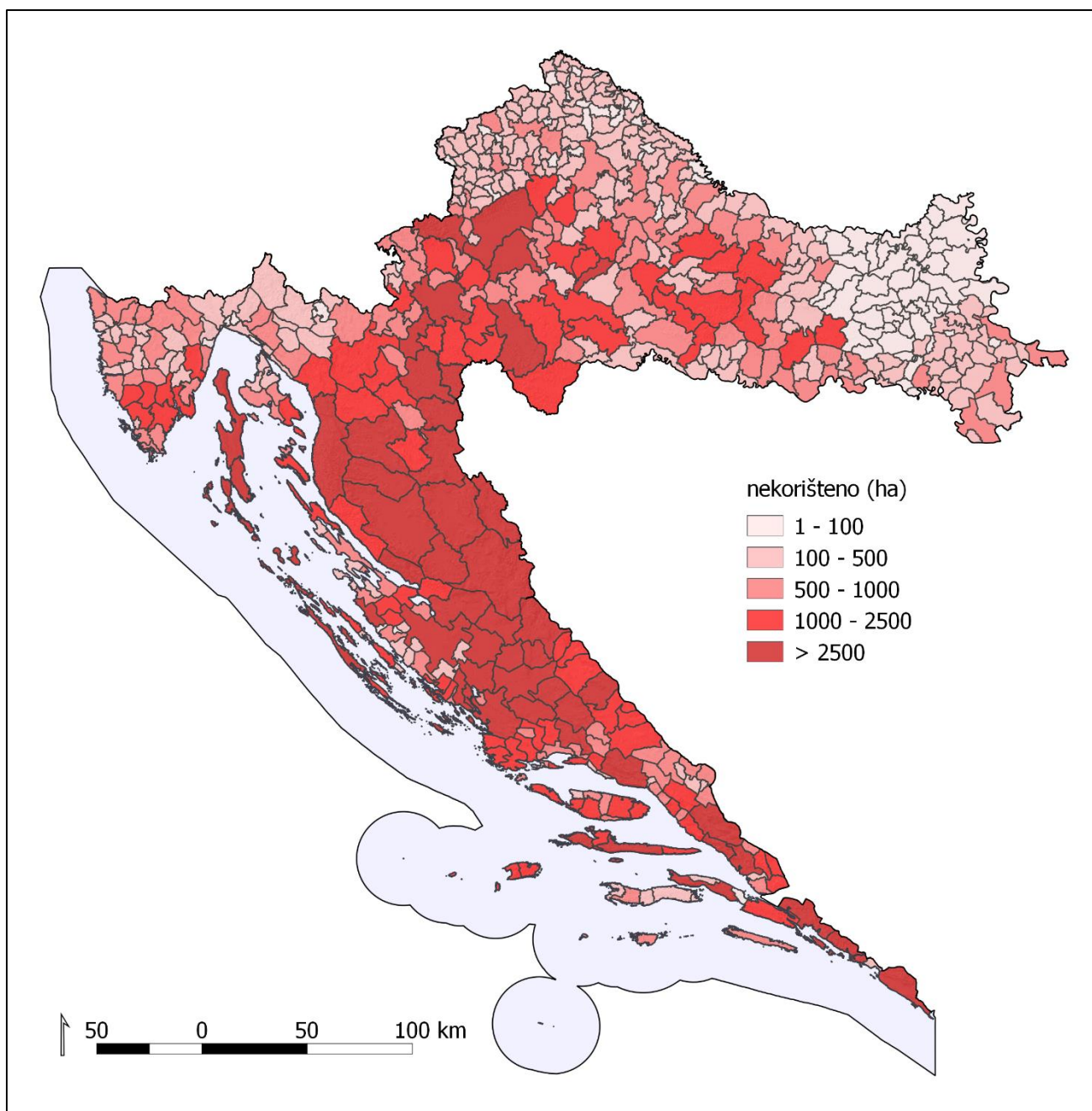
Slika 2-83. Prostorni raspored ugaru 2017.



Slika 2-84. Površine ugara po jedinicama lokalne samouprave u 2017.

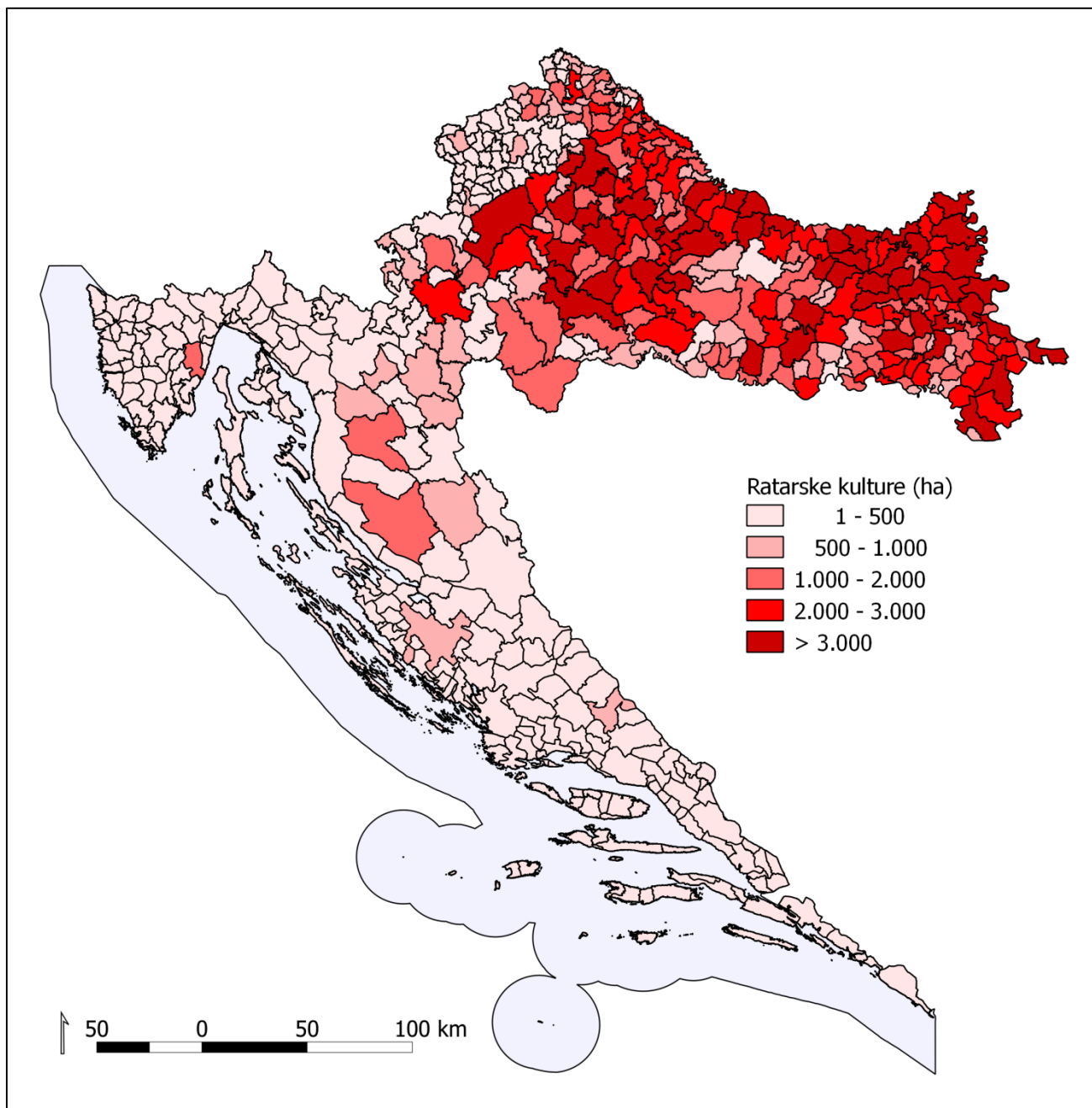


Slika 2-85. Prostorni raspored nekorisštenog poljoprivrednog zemljišta 2017.

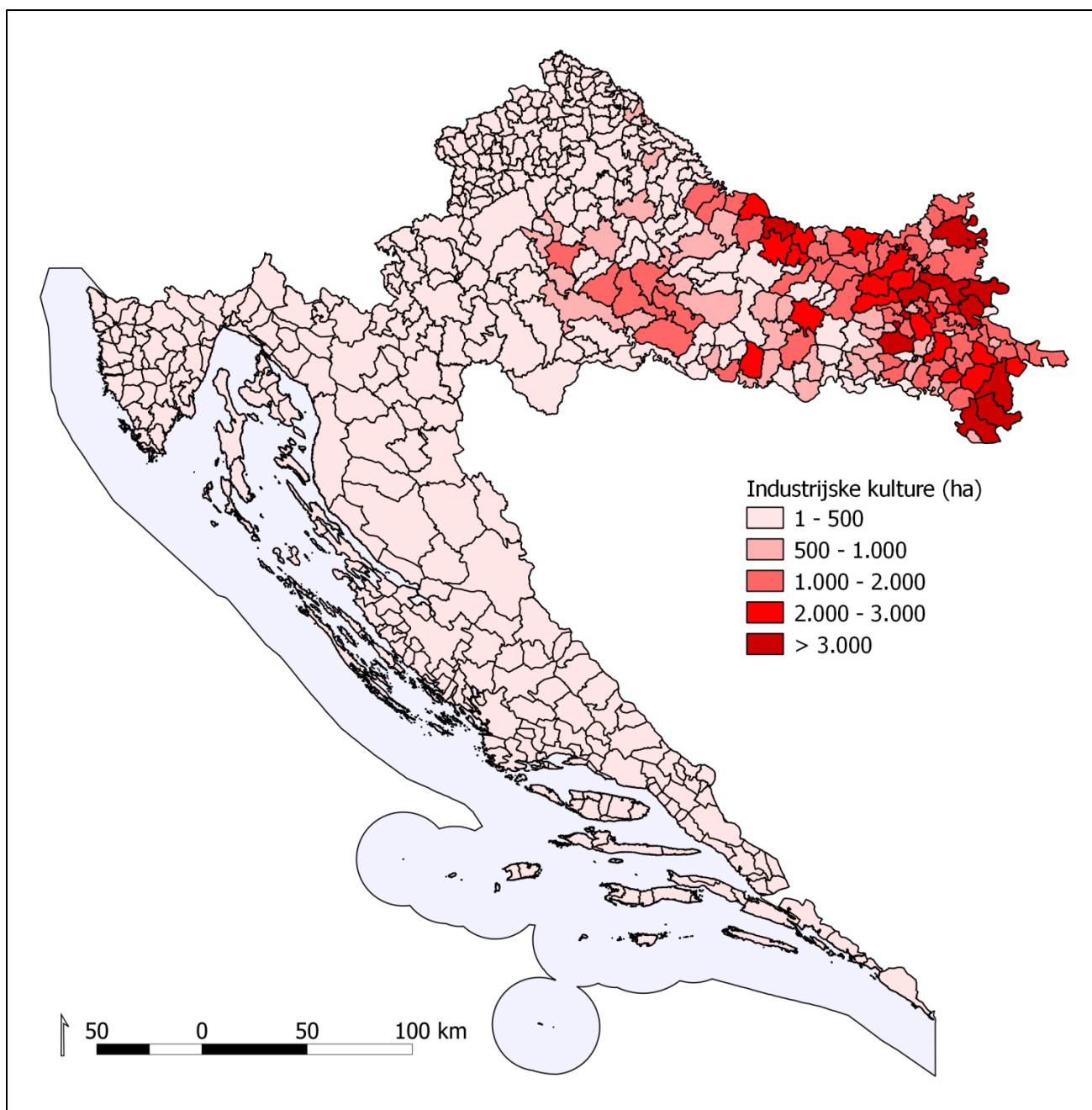


Slika 2-86. Površine nekorištenog poljoprivrednog zemljišta po jedinicama lokalne samouprave u 2017.

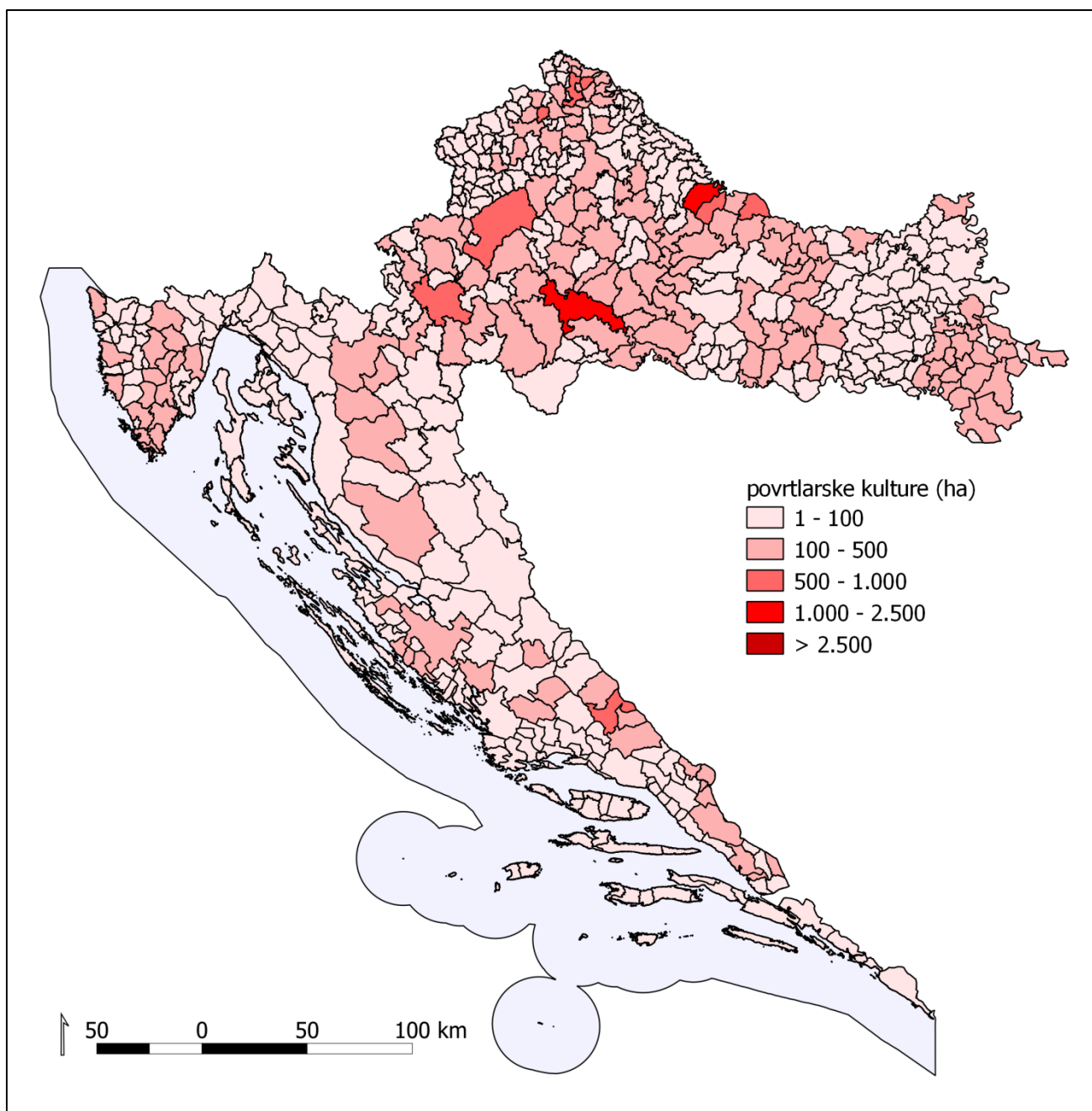
2.6.2 Prostorni raspored kultura upisanih u Arkod



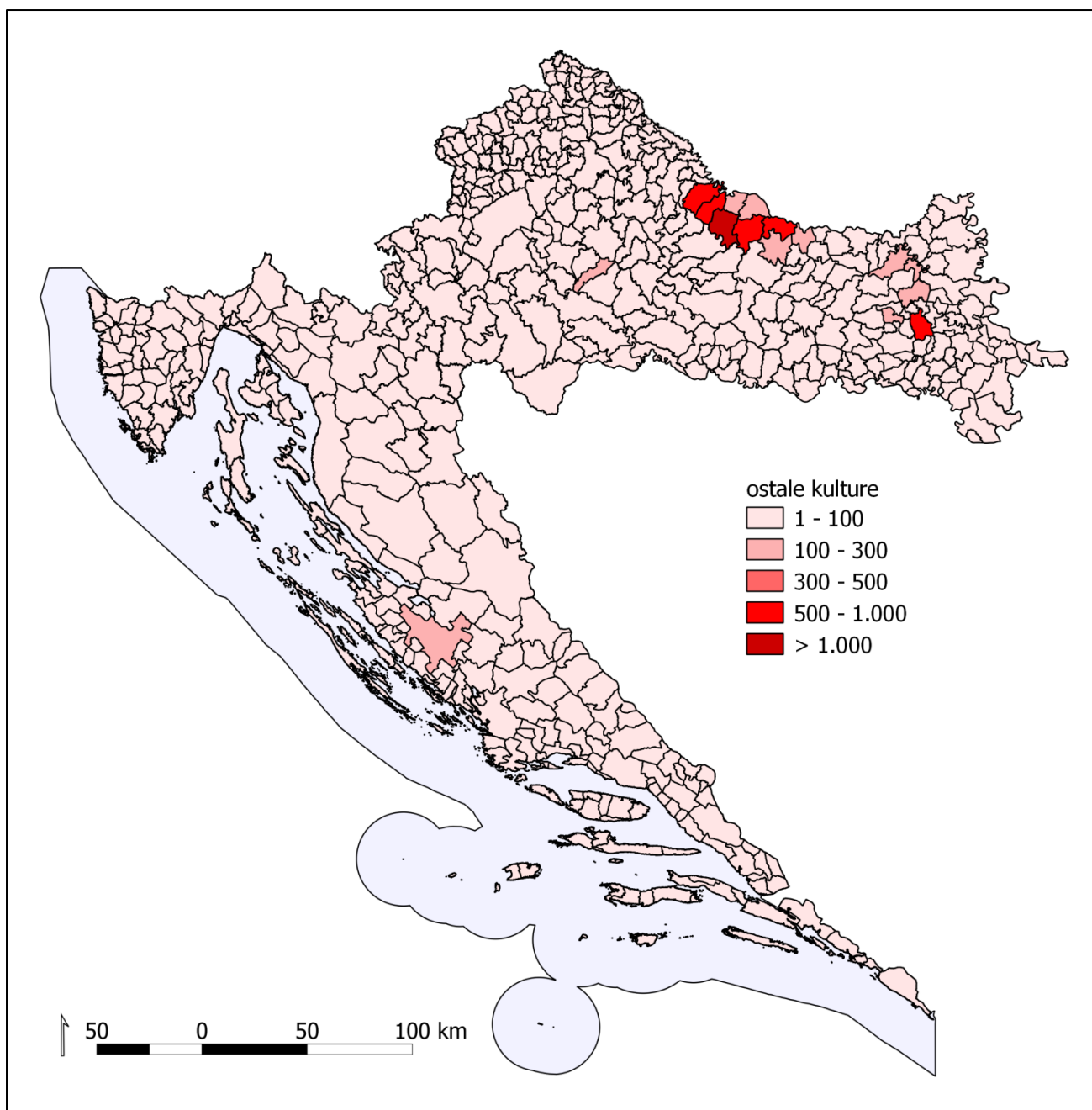
Slika 2-87. Prostorna distribucija ratarskih kultura upisanih u ARKOD po jedinicama lokalne samouprave



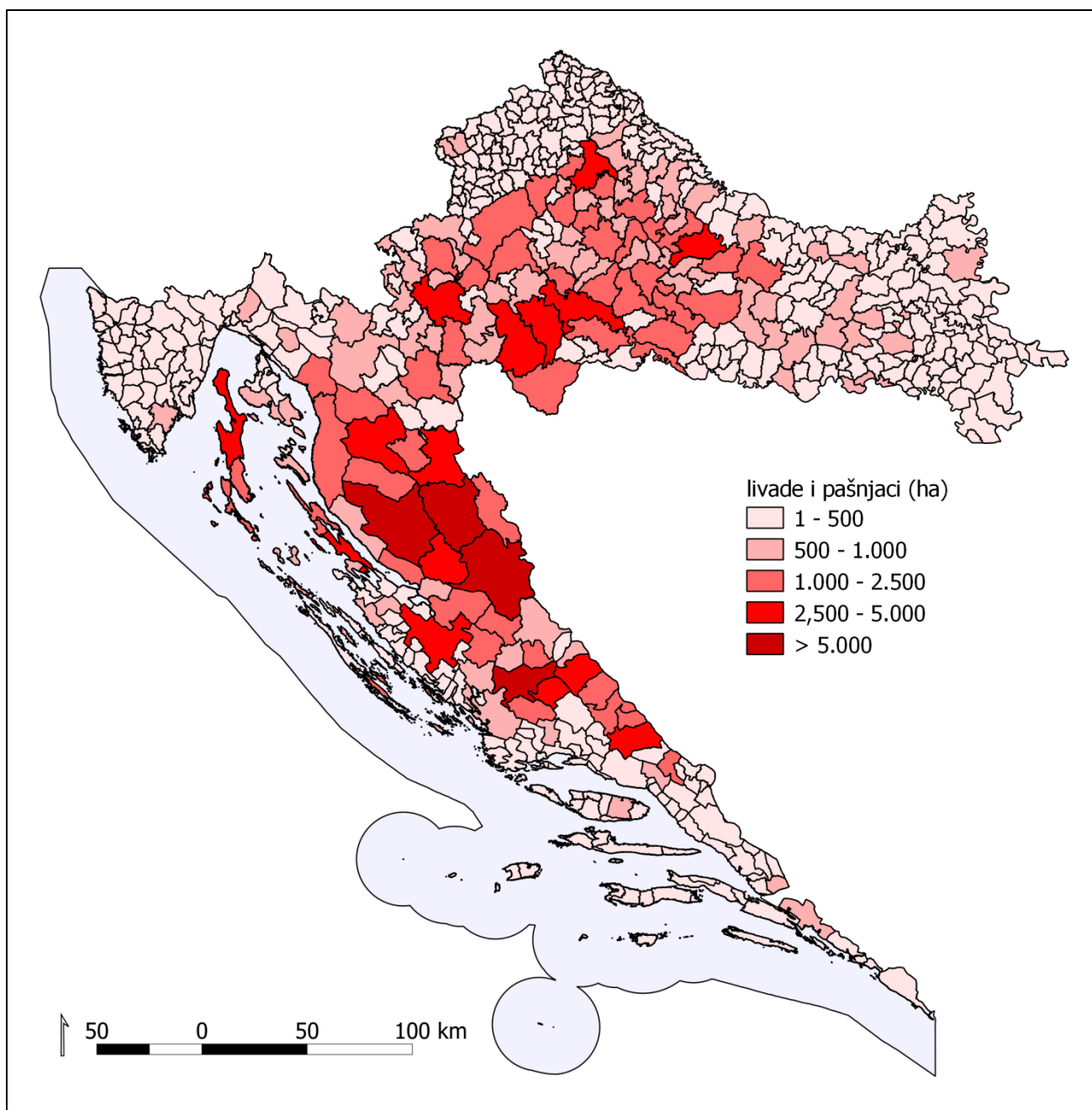
Slika 2-88. Prostorna distribucija industrijskih kultura upisanih u ARKOD po jedinicama lokalne samouprave



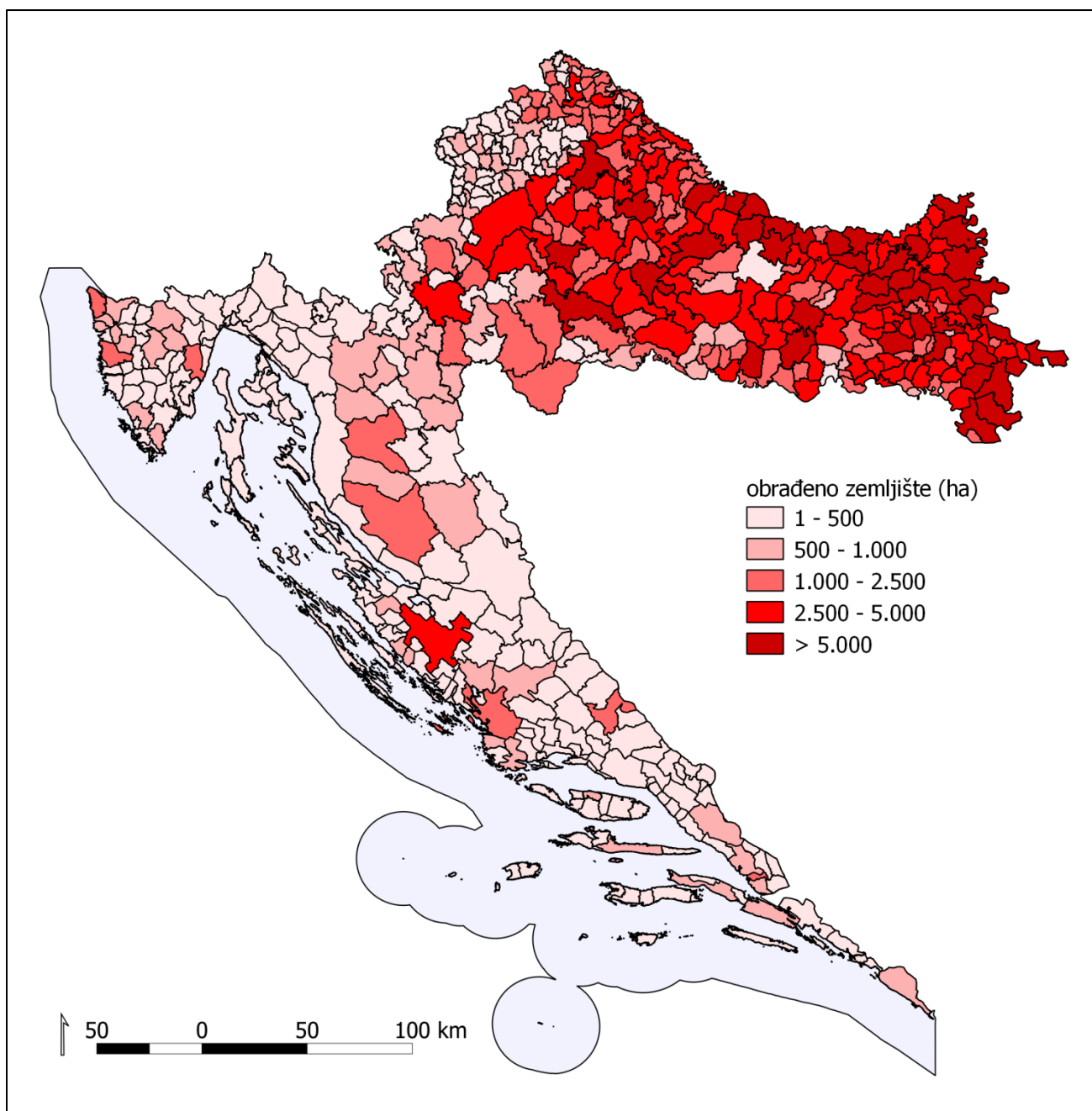
Slika 2-89. Prostorna distribucija povrtnarskih kultura upisanih u ARKOD po jedinicama lokalne samouprave



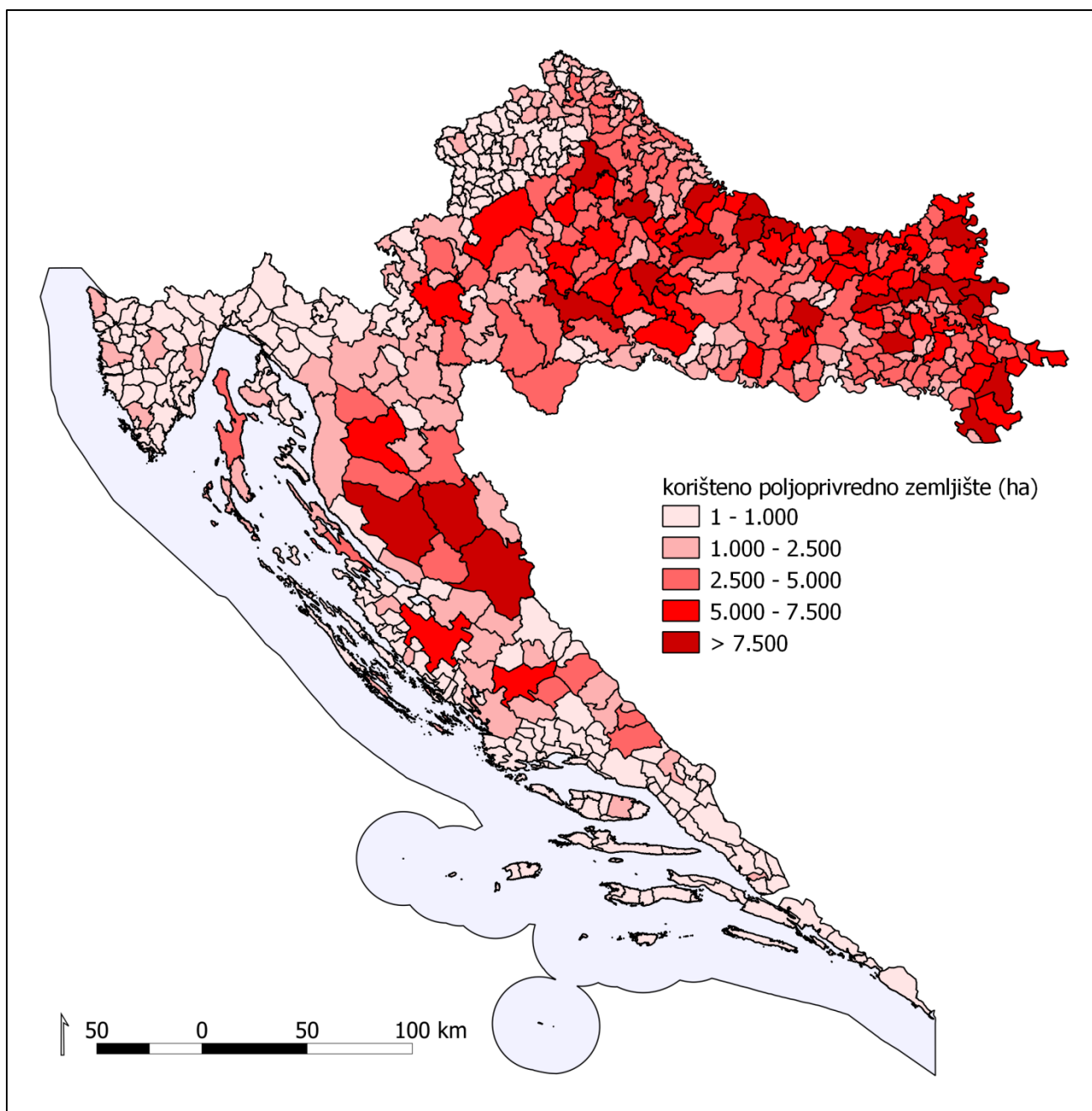
Slika 2-90. Prostorna distribucija ostalih kultura upisanih u ARKOD po jedinicama lokalne samouprave



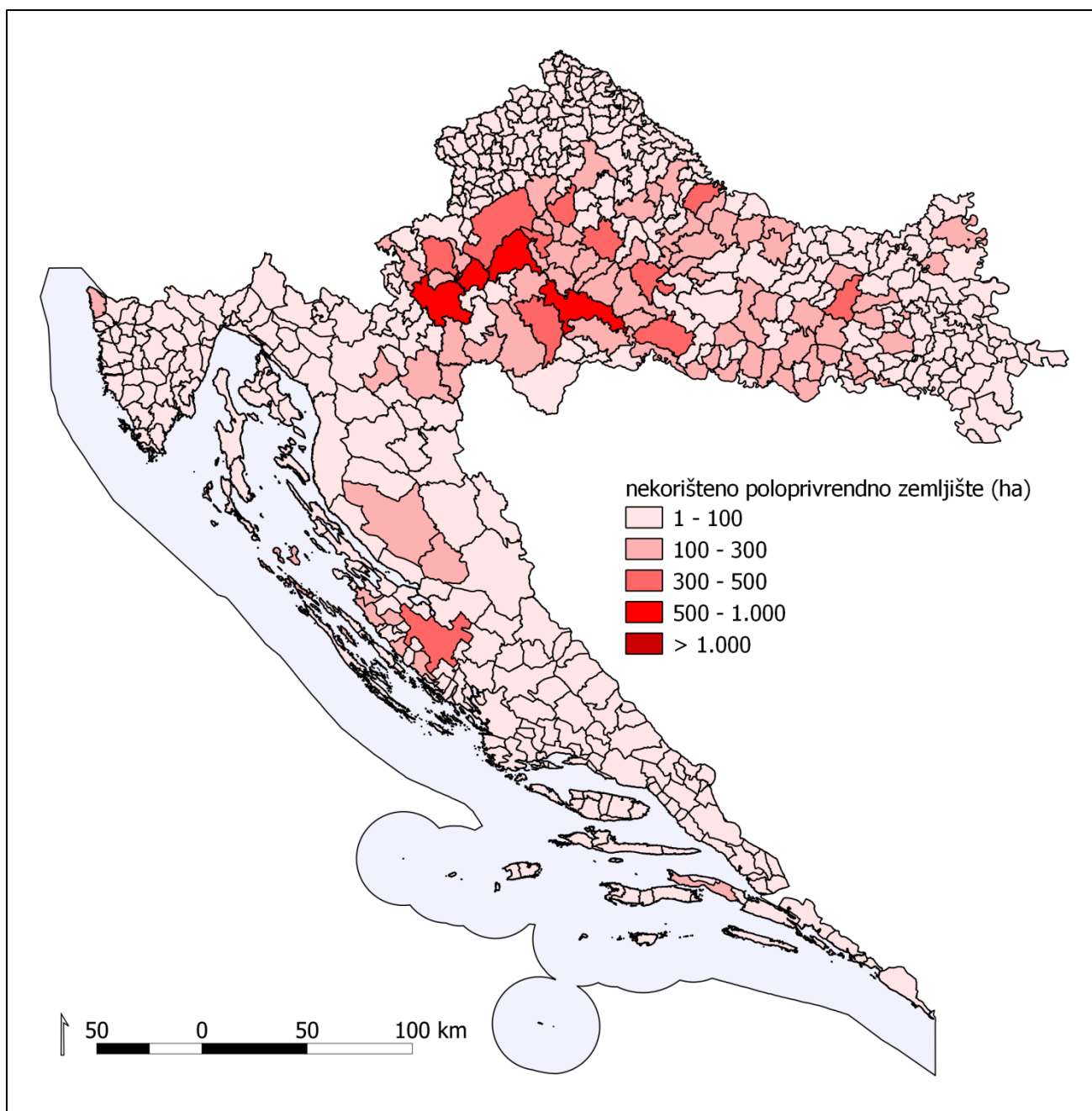
Slika 2-91. Prostorna distribucija livada i pašnjaka upisanih u ARKOD po jedinicama lokalne samouprave



Slika 2-92. Prostorna distribucija obrađenog poljoprivrednog zemljišta upisanog u ARKOD po jedinicama lokalne samouprave



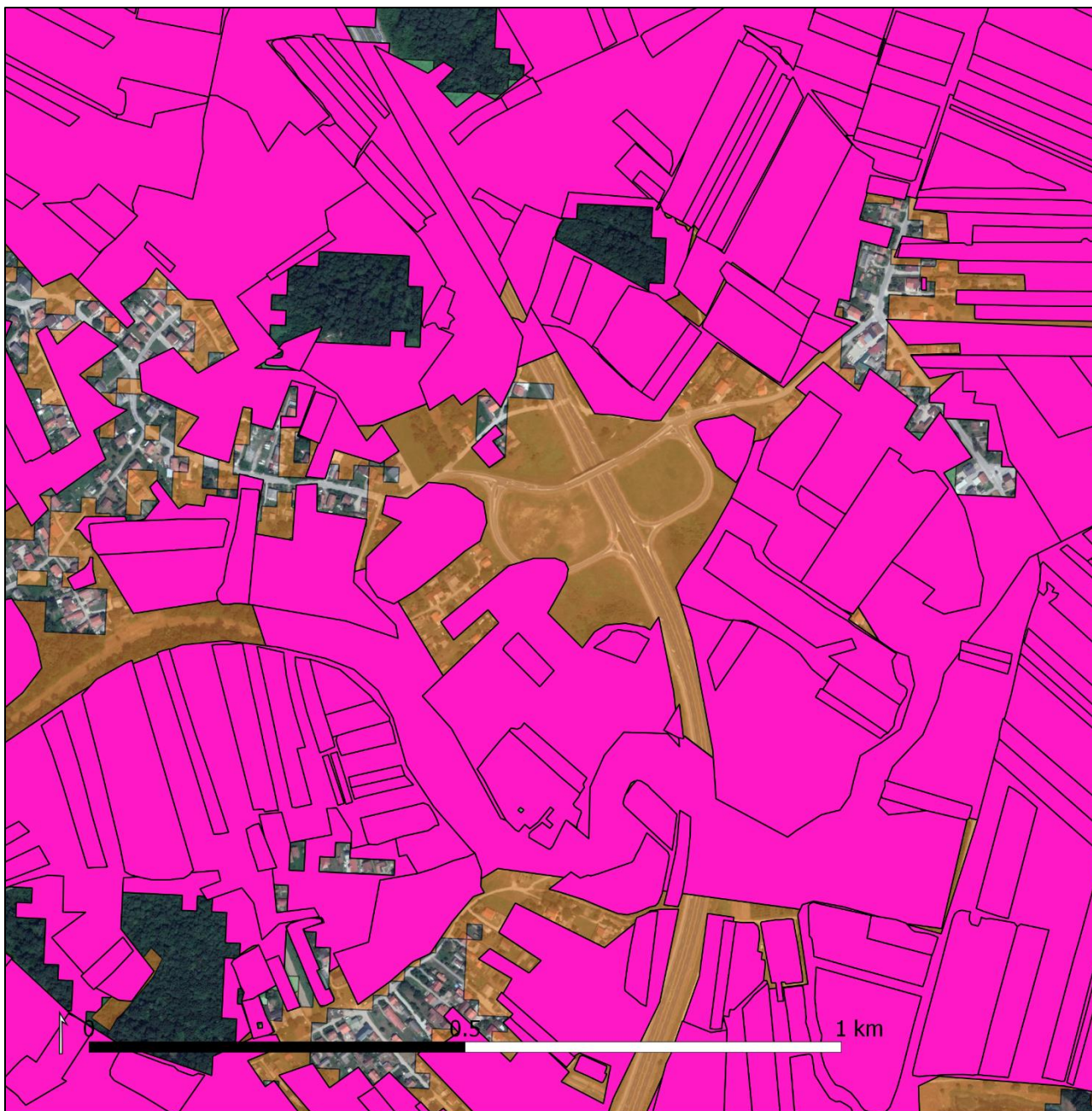
Slika 2-93. Prostorna distribucija korištenog poljoprivrednog zemljišta upisanog u ARKOD po jedinicama lokalne samouprave



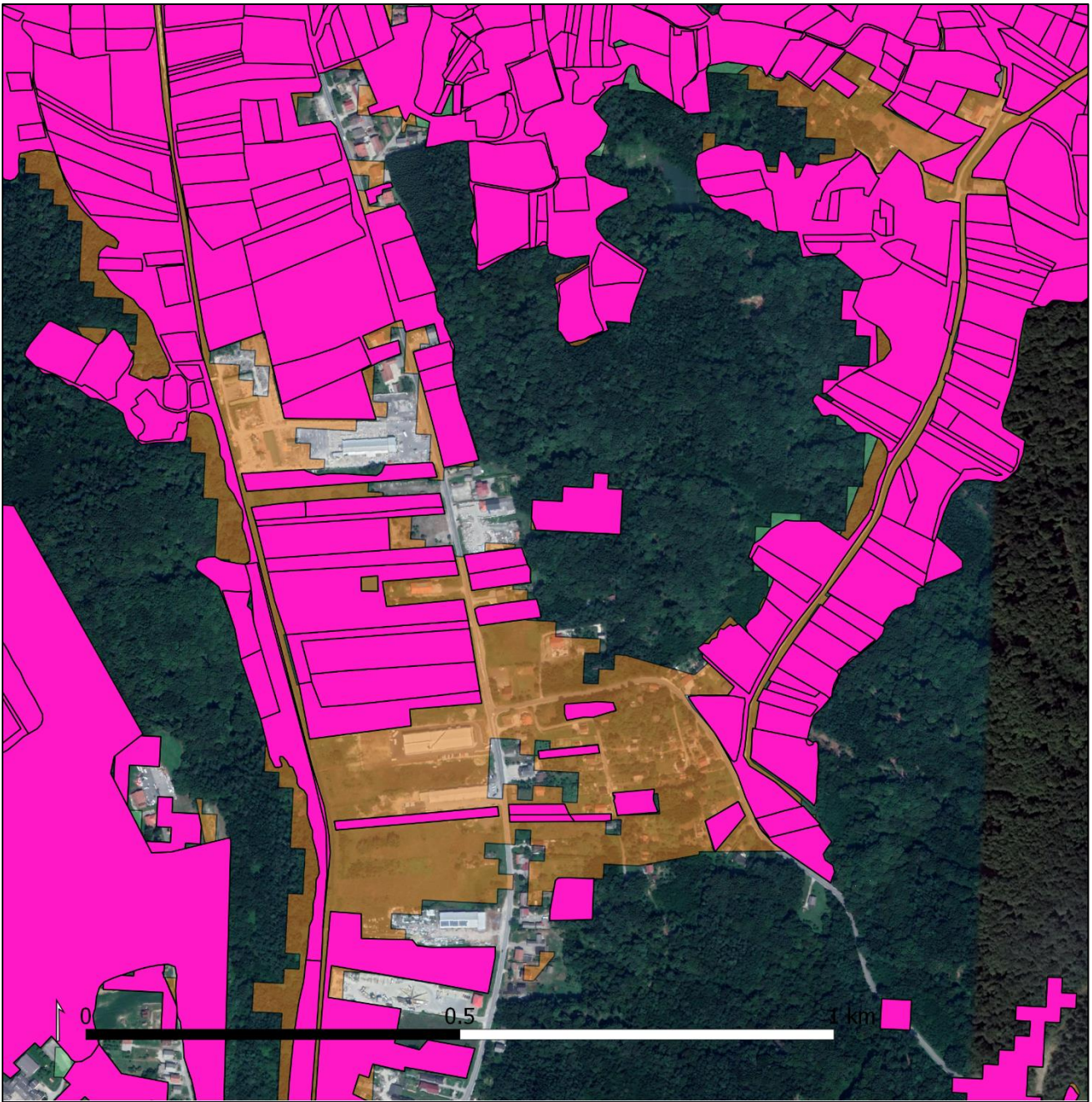
Slika 2-94. Prostorna distribucija nekorištenog poljoprivrednog zemljišta upisanog u ARKOD po jedinicama lokalne samouprave

2.6.3 Razlike - objašnjenje

Primjeri izgradnje (urbanizacije) na poljoprivrednim površinama



Slika 2-95. Izgradnja na poljoprivrednim površinama i povećanje preciznosti kartiranja



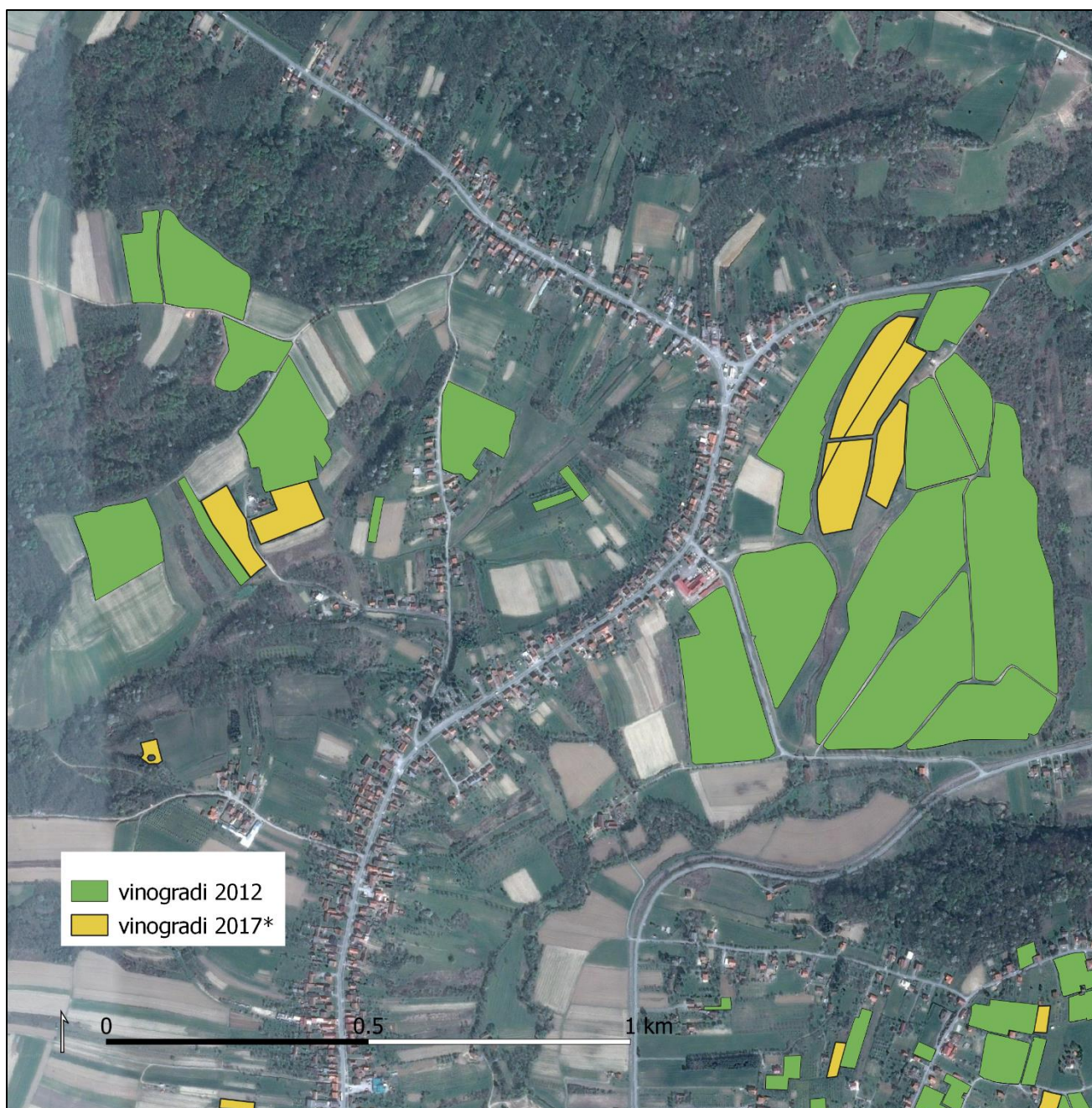
Slika 2-96. Izgradnja na poljoprivrednim površinama i povećanje preciznosti kartiranja

Primjeri razlika u površinama vinograda



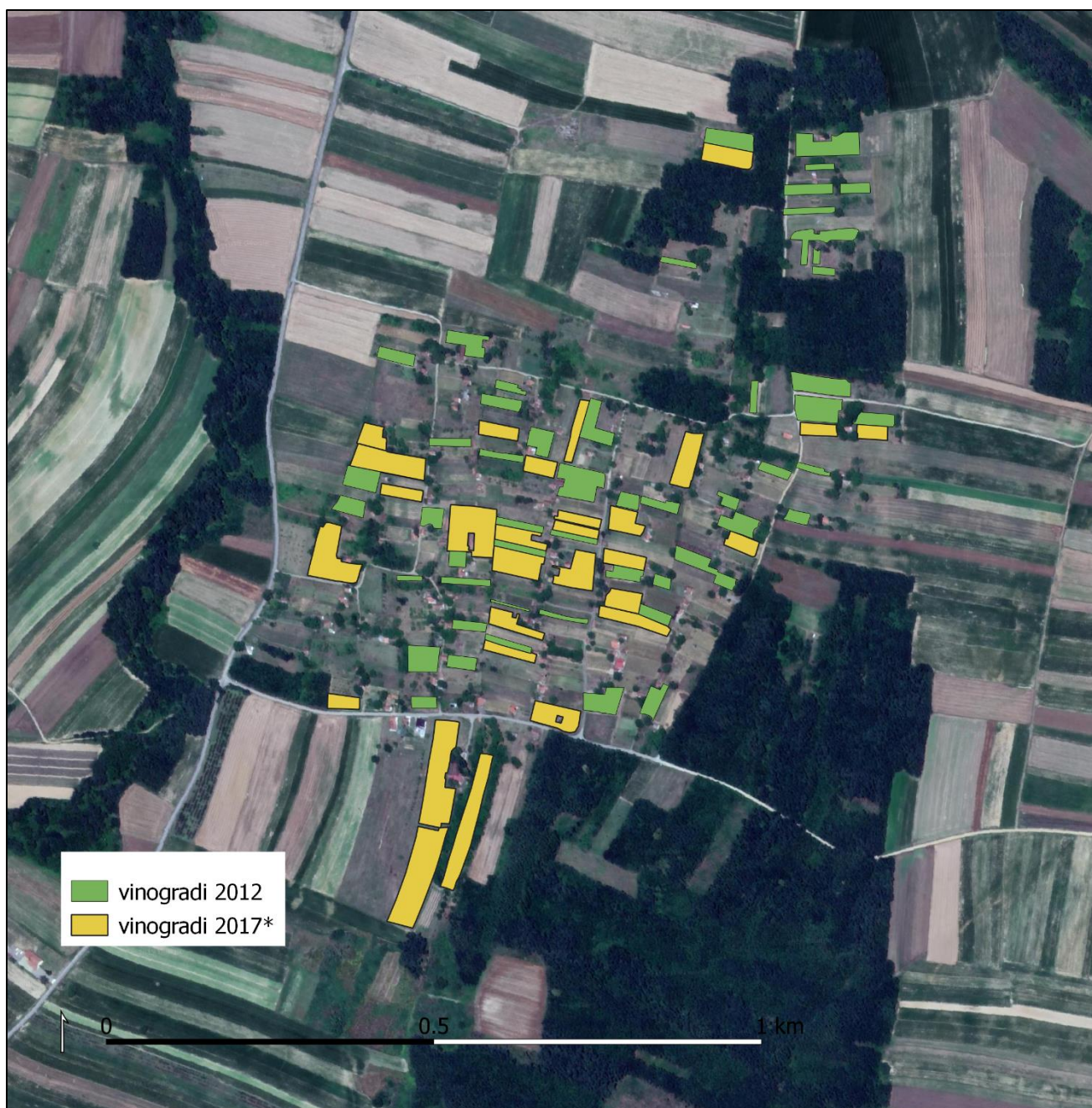
Slika 2-97. Uspostavljanje novih vinograda

* ukupna površina vinograda 2017. godine predstavljena je vinogradima karitranim 2012. godine (zeleno) i novo uspostavljenim vinogradima dodanim 2017, godine (žuto).



Slika 2-98. Uspostavljanje novih vinograda

* ukupna površina vinograda 2017. godine predstavljena je vinogradima karitranim 2012. godine (zeleno) i novo uspostavljenim vinogradima dodanim 2017, godine (žuto).



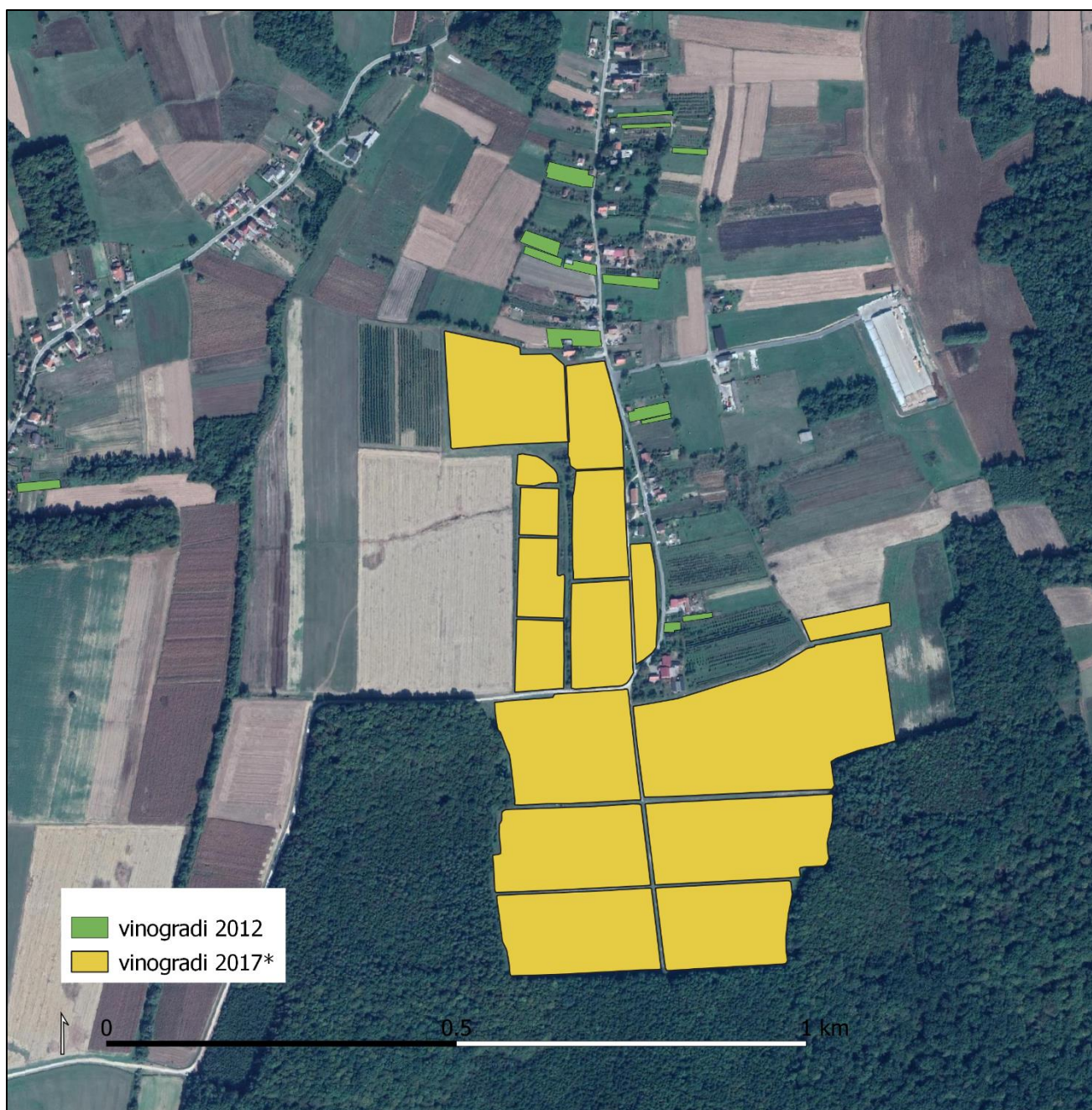
Slika 2-99. Uspostavljanje novih vinograda

* ukupna površina vinograda 2017. godine predstavljena je vinogradima karitranim 2012. godine (zeleno) i novo uspostavljenim vinogradima dodanim 2017, godine (žuto).



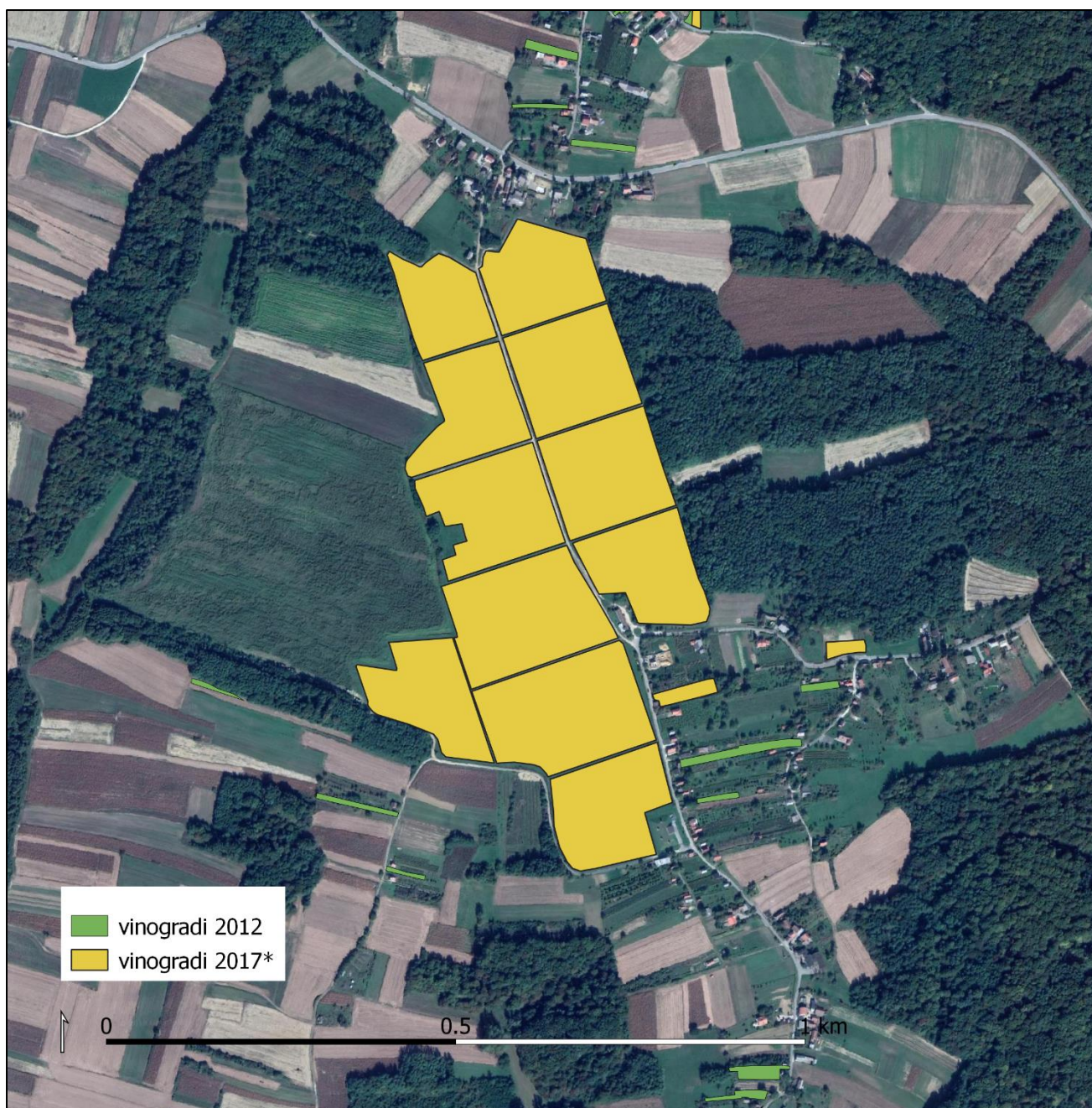
Slika 2-100. Uspostavljanje novih vinograda

* ukupna površina vinograda 2017. godine predstavljena je vinogradima karitranim 2012. godine (zeleno) i novo uspostavljenim vinogradima dodanim 2017, godine (žuto).



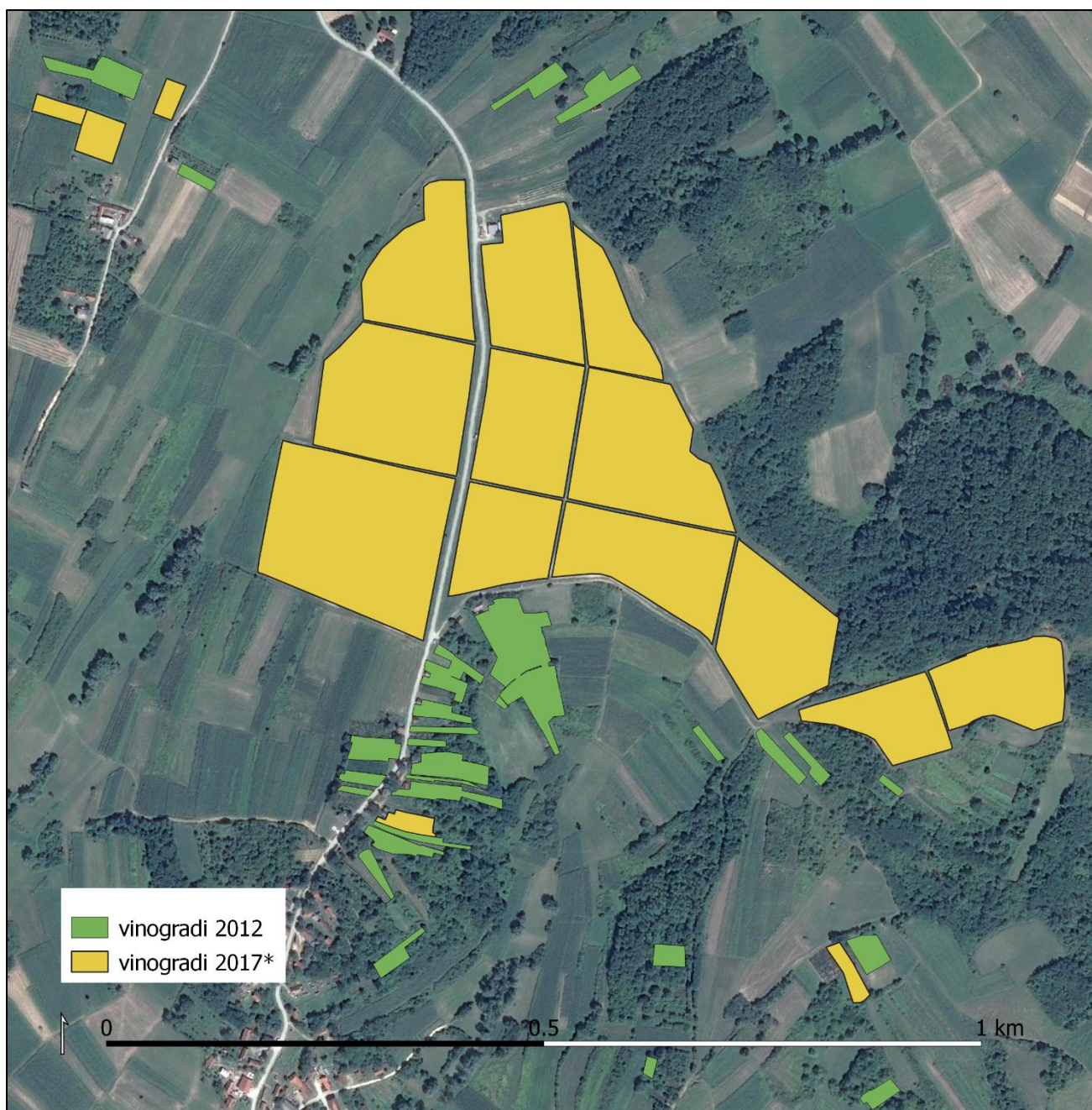
Slika 2-101. Uspostavljanje novih vinograda

* ukupna površina vinograda 2017. godine predstavljena je vinogradima karitranim 2012. godine (zeleno) i novo uspostavljenim vinogradima dodanim 2017, godine (žuto).



Slika 2-102. Uspostavljanje novih vinograda

* ukupna površina vinograda 2017. godine predstavljena je vinogradima karitranim 2012. godine (zeleno) i novo uspostavljenim vinogradima dodanim 2017, godine (žuto).



Slika 2-103. Uspostavljanje novih vinograda

* ukupna površina vinograda 2017. godine predstavljena je vinogradima karitranim 2012. godine (zeleno) i novo uspostavljenim vinogradima dodanim 2017, godine (žuto).

Primjeri razlike u površinama voćnjaka



Slika 2-104. Novo uspostavljeni voćnjaci 2017.

* ukupna površina voćnjaka 2017. godine predstavljena je voćnjacima karitranim 2012. godine (zeleno) i voćnjacima dodanima 2017, godine (žuto).



Slika 2-105. Novo uspostavljeni voćnjaci 2017.

* ukupna površina voćnjaka 2017. godine predstavljena je voćnjacima karitranim 2012. godine (zeleno) i voćnjacima dodanima 2017, godine (žuto).



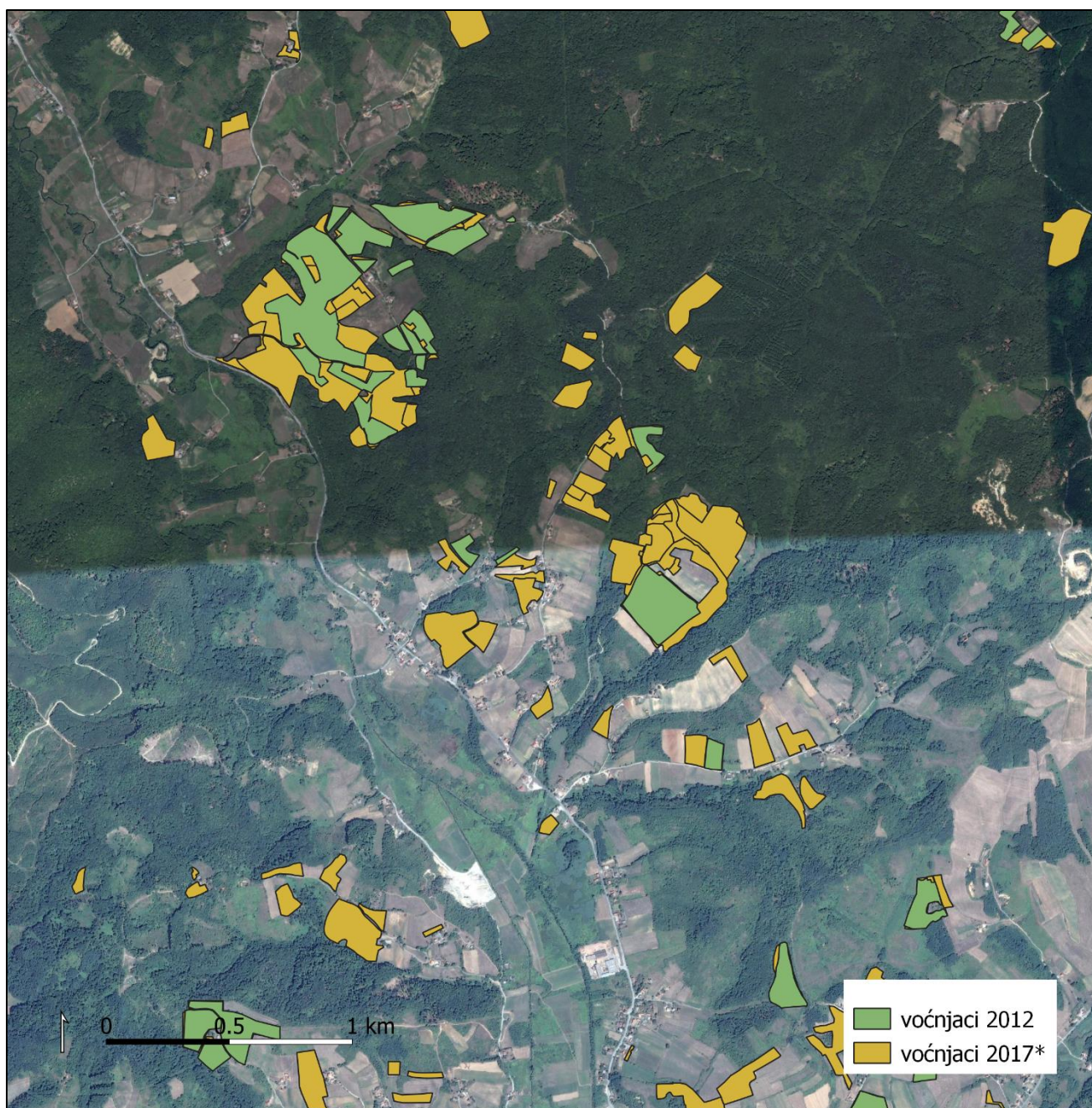
Slika 2-106. Novo uspostavljeni voćnjaci 2017.

* ukupna površina voćnjaka 2017. godine predstavljena je voćnjacima karitranim 2012. godine (zeleno) i voćnjacima dodanima 2017, godine (žuto).



Slika 2-107. Novo uspostavljeni voćnjaci 2017.

* ukupna površina voćnjaka 2017. godine predstavljena je voćnjacima karitranim 2012. godine (zeleno) i voćnjacima dodanima 2017, godine (žuto).



Slika 2-108. Novo uspostavljeni voćnjaci 2017.

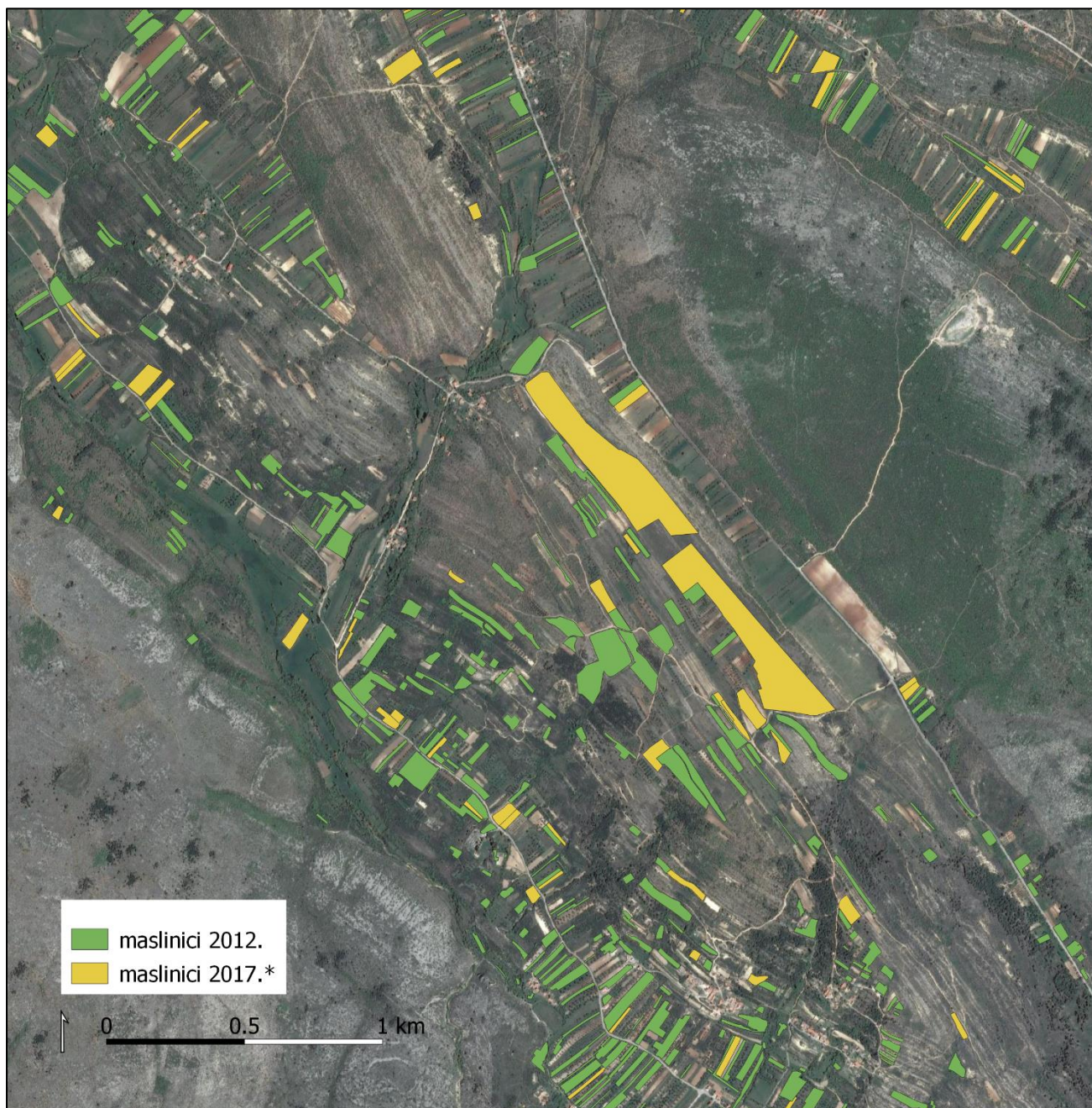
* ukupna površina voćnjaka 2017. godine predstavljena je voćnjacima karitranim 2012. godine (zeleno) i voćnjacima dodanima 2017, godine (žuto).



Slika 2-109. Novo uspostavljeni voćnjaci 2017.

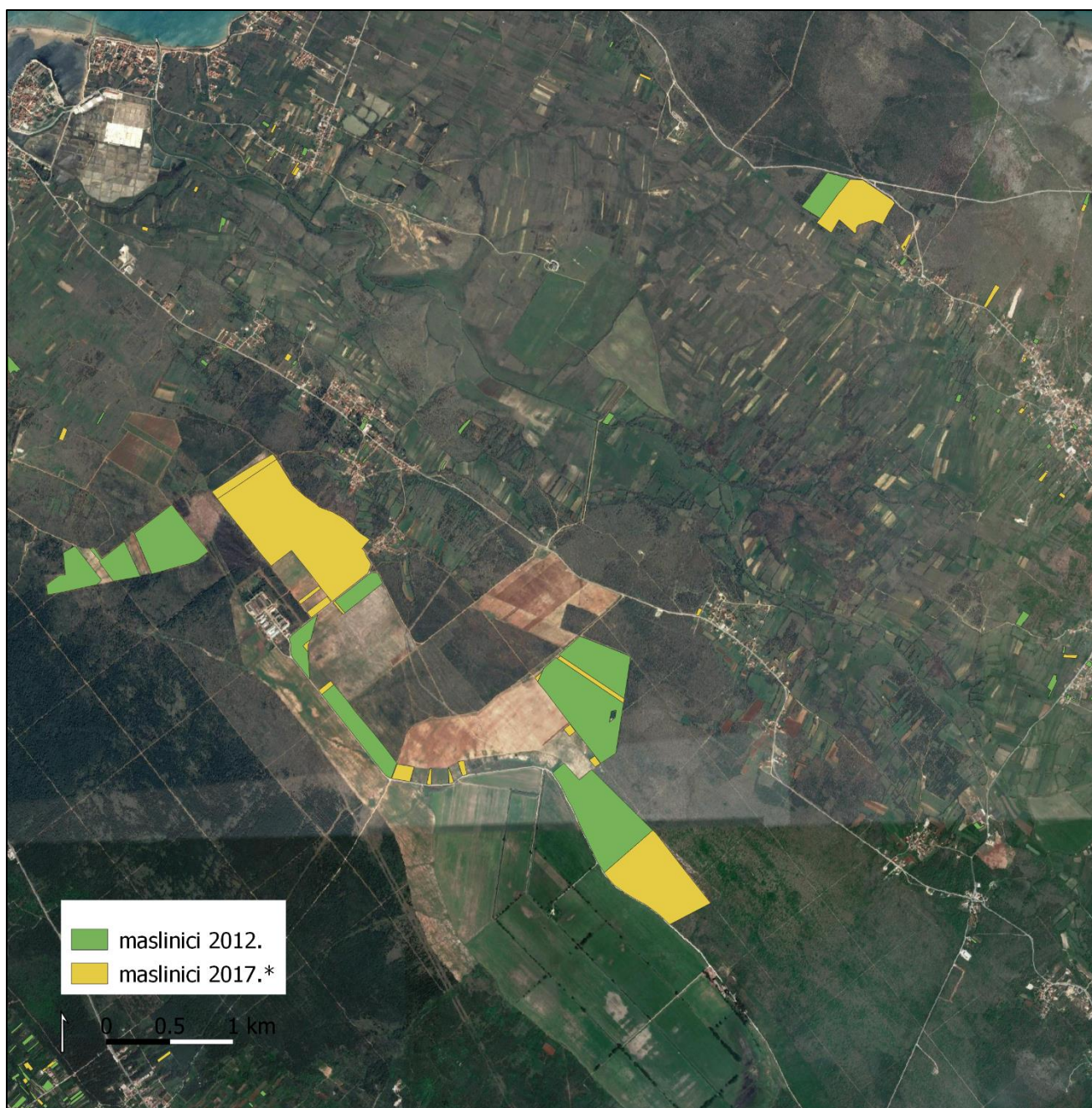
* ukupna površina voćnjaka 2017. godine predstavljena je voćnjacima karitranim 2012. godine (zeleno) i voćnjacima dodanima 2017, godine (žuto).

Primjeri razlike u površinama maslinika



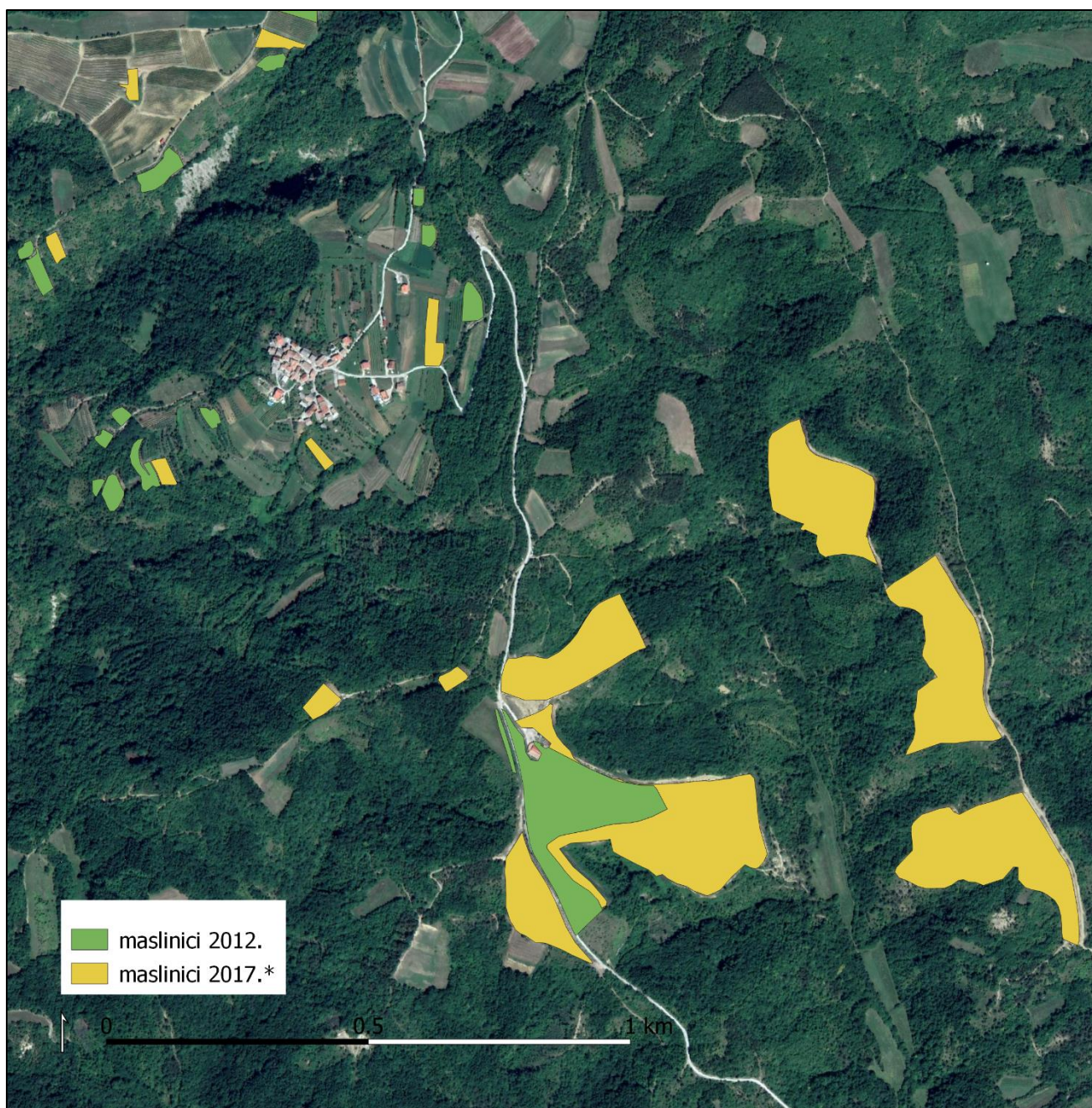
Slika 2-110. Maslinici kartirani 2012. i 2017.

* ukupna površina maslinika 2017. godine predstavljena je maslinicima kartiranim 2012. godine (zeleno) i maslinicima dodanim 2017. godine (žuto).



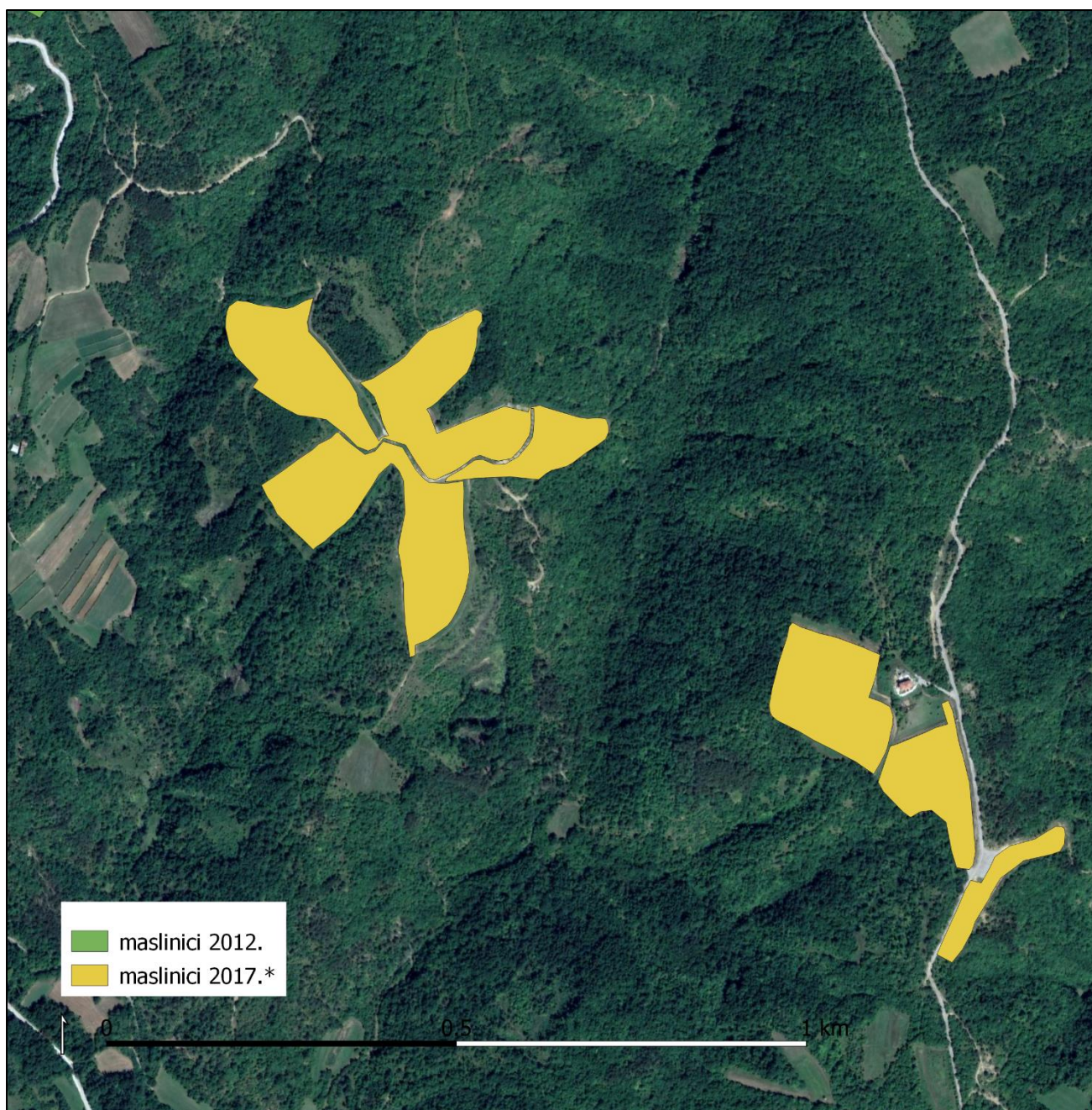
Slika 2-111. Maslinici kartirani 2012. i 2017.

* ukupna površina maslinika 2017. godine predstavljena je maslinicima kartiranim 2012. godine (zeleno) i maslinicima dodanima 2017. godine (žuto).



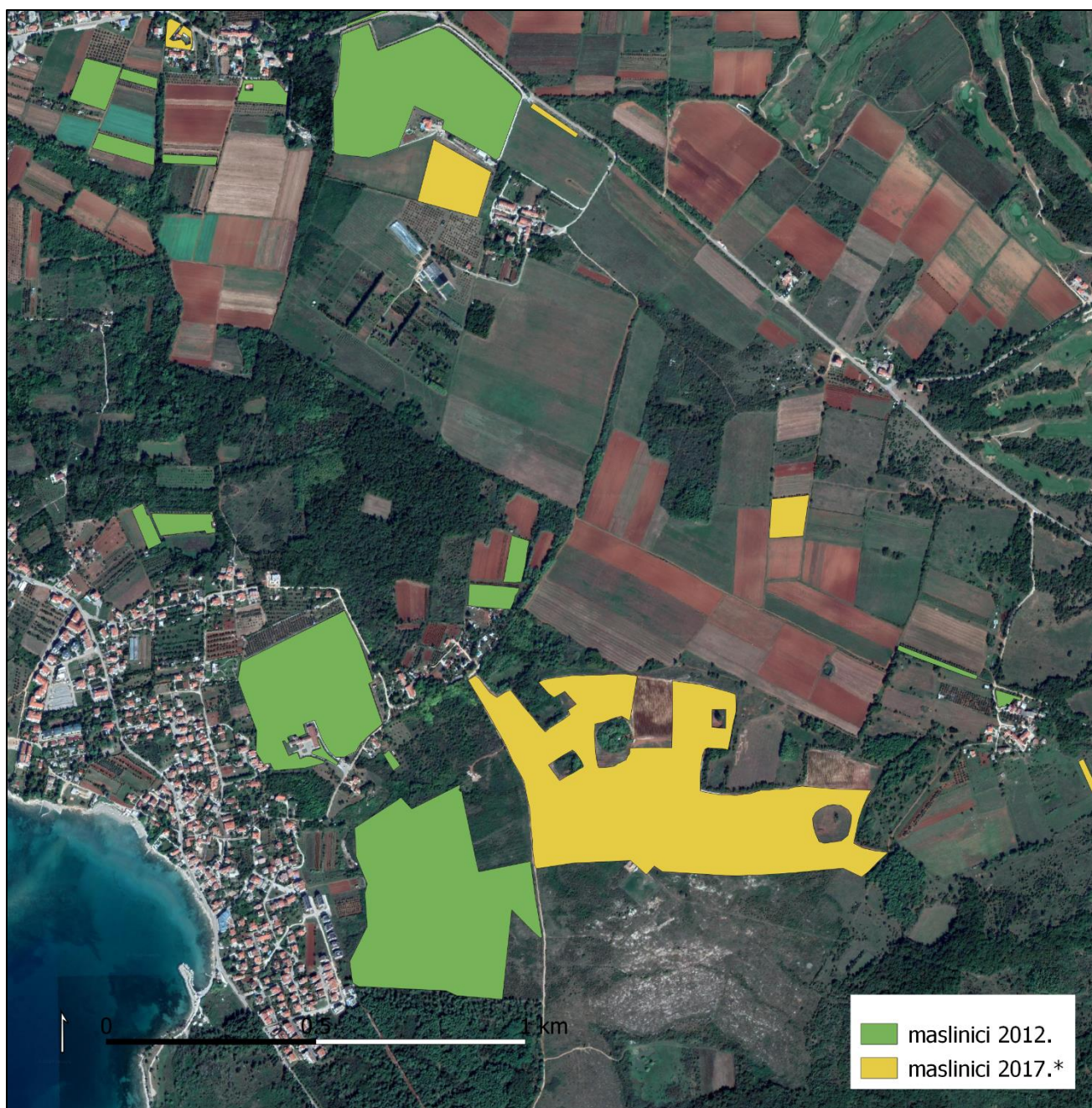
Slika 2-112. Maslinici kartirani 2012. i 2017.

* ukupna površina maslinika 2017. godine predstavljena je maslinicima kartiranim 2012. godine (zeleno) i maslinicima dodanim 2017. godine (žuto).



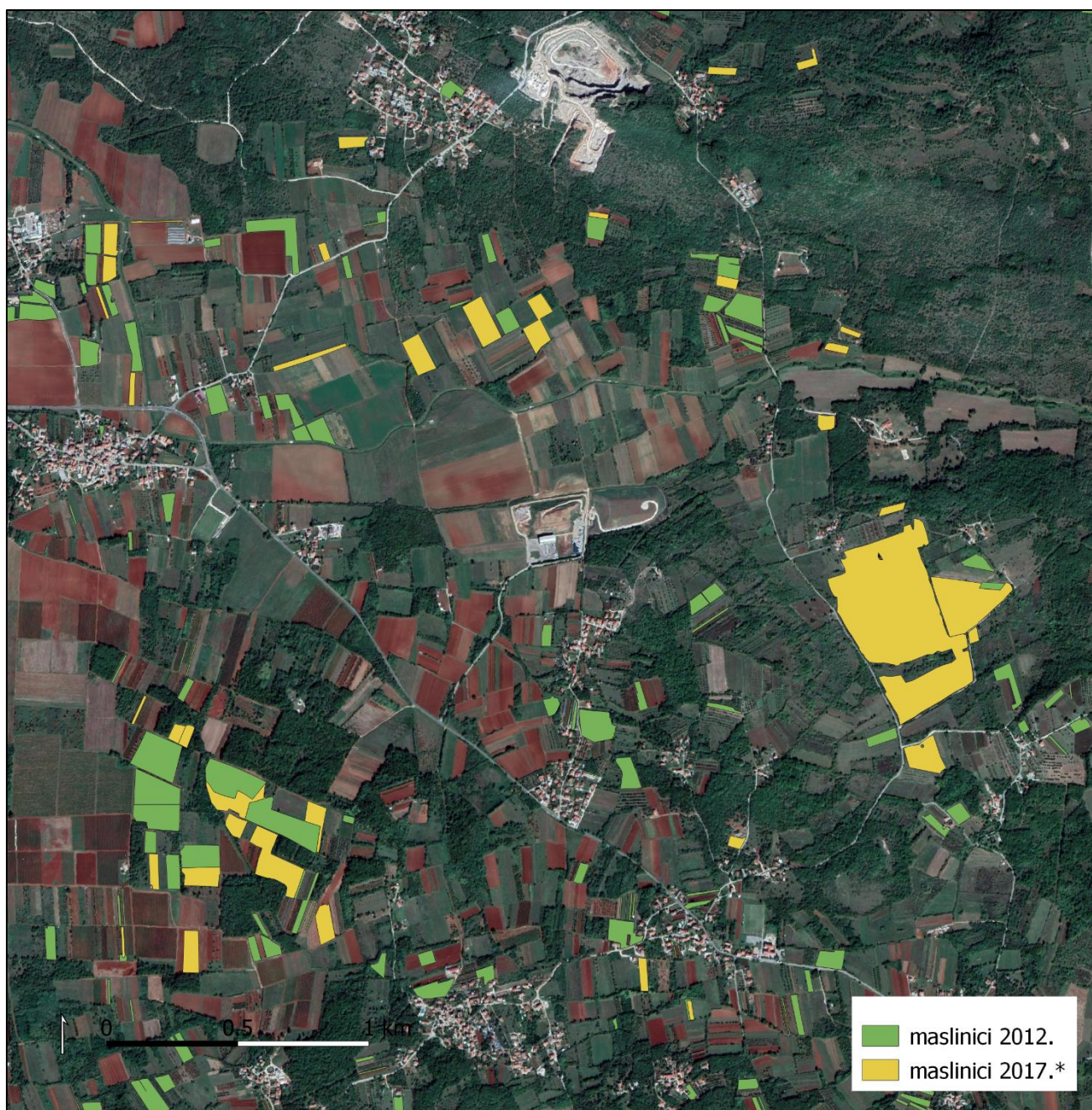
Slika 2-113. Maslinici kartirani 2012. i 2017.

* ukupna površina maslinika 2017. godine predstavljena je maslinicima kartiranim 2012. godine (zeleno) i maslinicima dodanim 2017. godine (žuto).



Slika 2-114. Maslinici kartirani 2012. i 2017.

* ukupna površina maslinika 2017. godine predstavljena je maslinicima karitranim 2012. godine (zeleno) i maslinicima dodanima 2017, godine (žuto).



Slika 2-115. Maslinici kartirani 2012. i 2017.

* ukupna površina maslinika 2017. godine predstavljena je maslinicima kartiranim 2012. godine (zeleno) i maslinicima dodanim 2017. godine (žuto).



Slika 2-116. Maslinici kartirani 2012. i 2017.

* ukupna površina maslinika 2017. godine predstavljena je maslinicima kartiranim 2012. godine (zeleno) i maslinicima dodanima 2017, godine (žuto).

3. EKOLOŠKA POLJOPRIVREDNA PROIZVODNJA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Autori:

Prof.dr.sc. Gabrijel Ondrašek, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za meloracije

Dr.sc. Helena Bakić Begić, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za meloracije

Doc.dr.sc. Monika Zovko, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za meloracije

3.1 Uvod

Ekološka poljoprivredna proizvodnja (EPP) na nacionalnoj razini je u kontinuiranom porastu u posljednjih desetak godina te je sinonim za nekoliko pojmova kao što su organska ili biološka proizvodnja. Prema definiciji koju je dala Europska komisija, ekološka (organska) poljoprivreda ima za cilj proizvodnju hrane pomoću prirodnih tvari i procesa. To znači da ekološka poljoprivreda ima ograničen utjecaj na okoliš jer potiče:

- odgovorno korištenje energije i prirodnih resursa
- očuvanje biološke raznolikosti
- očuvanje ekološke ravnoteže
- povećanje plodnosti tla
- održavanje kvalitete vode.

Ekološki prihvatljiva zaštita bilja temelji se na primjeni ekološki povoljnih nekemijskih mjera zaštite koji nisu opasni za ljude i korisne organizme, koje ne onečišćuju okoliš, koje minimalno narušavaju uspostavljenu ravnotežu organizama i što manje djeluju na biodiverznost (Igrc Barčić i Maceljki, 2001). Pored toga, pravila ekološke poljoprivrede potiču visok standard dobrobiti životinja i zahtijevaju od poljoprivrednika da zadovolje specifične potrebe u ponašanju životinja.

U razdoblju 2010-2017. došlo je do značajnog povećanja udjela poljoprivrednog zemljišta u Europskoj Uniji (EU) namijenjenog ekološkoj poljoprivredi. Tako je udio poljoprivrednog zemljišta u EU koji se koristi za ekološku proizvodnju bio 7 %, što predstavlja porast od 70 % u odnosu na 2009. To odražava

veličinu tržišta EU, s gotovo 34,3 milijarde eura prodaje organskih proizvoda u maloprodaji u 2017. god. (EC, 2019). Pokretačka snaga ovog rasta bila je razmjerno visoka premija cijena koju se može dobiti organskim proizvodima, pri čemu se ekološki proizvodi plasiraju i do 150 % više od cijene usporedive konvencionalno proizvedene robe. Sveukupno, u EU je bilo gotovo 250 000 ekoloških poljoprivrednih gospodarstava u 2016. godine, a ukupan broj organskih poljoprivrednih gospodarstava je u porastu. Ekološka poljoprivredna proizvodnja (EPP) na nacionalnoj razini je u kontinuiranom snažnom porastu u posljednjih desetak godina.

EPP se na nacionalnoj razini provodi sukladno određenim uredbama, pravilnicima i zakonima kao što su primjerice:

- Uredba Vijeća (EZ) br. 834/2007 od 28. lipnja 2007 o ekološkoj proizvodnji i označavanju ekoloških proizvoda;
- Uredba Vijeća (EZ) br. 889/2008 od 5. rujna 2008. kojom se utvrđuju detaljna pravila za provedbu Uredbe Vijeća (EZ) br. 834/2007 o ekološkoj proizvodnji i označavanju ekoloških proizvoda s obzirom na ekološku proizvodnju, označavanje i kontrolu;
- Uredba (EU) br. 1307/2013 Europskog parlamenta i Vijeća od 17. prosinca 2013. utvrđuje pravila za izravne isplate poljoprivrednicima unutar sheme potpore u okviru Zajedničke poljoprivredne politike i stavljanju izvan snage Uredbu Vijeća (EZ) br. 637/2008 i Uredbu Vijeća (EZ) br. 73/2009;
- Uredba (EU) br. 1306/2013 Europskog parlamenta i Vijeća, o financiranju, upravljanju i praćenju Zajedničke poljoprivredne politike i stavljanju izvan snage Uredbe vijeća (EEZ) br. 352/78, (EZ) br. 165/94, (EZ) br. 2799/98, (EZ) br. 814/2000, (EZ) br. 1290/2005 i (EZ) br. 485/2008;
- Pravilnik o ekološkoj proizvodnji (NN 19/2016);
- Zakon o poljoprivredi (NN 118/18) koji je na snazi od 01.01.2019.

Prema Zakonu o ekološkoj proizvodnji poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda (NN 139/10) EPP je regulirana određenim načelima i pravilima u biljnoj i stočarskoj proizvodnji. Primjerice, u ekološkoj biljnoj proizvodnji neka od specifičnih pravila su da:

- ekološka biljna proizvodnja primjenjuje postupke pripreme i obrade tla koje omogućuju održavanje ili povećanje organske tvari tla, osigurava stabilnost i bioraznolikost tla, te sprječava zbijenost i eroziju tla,
- plodnost i biološka aktivnost tla održava se i povećava višegodišnjim plodoredom uključujući leguminoze i ostalu zelenu gnojidbu, te primjenom stajskog gnojiva ili organskog materijala po mogućnosti kompostiranog, iz ekološke proizvodnje,

- gnojiva i poboljšivači tla mogu se koristiti samo ako su odobreni za uporabu u ekološkoj proizvodnji sukladno članku 17. ovoga Zakona,
- svi korišteni postupci za biljnu proizvodnju trebaju spriječiti ili smanjiti onečišćenje okoliša na najmanju moguću mjeru,
- u slučaju utvrđene ugroženosti poljoprivrednih kultura, sredstva za zaštitu bilja mogu se koristiti samo ako su odobrena za korištenje u ekološkoj proizvodnji sukladno članku 17. ovoga Zakona,
- proizvodi za čišćenje i dezinfekciju u biljnoj proizvodnji koriste se samo ako su odobreni za uporabu u ekološkoj proizvodnji sukladno članku 17. ovoga Zakona, itd.

U skladu s navedenim postulatima i ciljevima te održivim razvojem EPP (posebice u ruralnim područjima), na nacionalnoj razini je također uspješno proveden i Akcijski plan razvoja ekološke poljoprivrede u RH za razdoblje 2011.-2016. (MP, 2011). Prema određenim projekcijama navedenog Akcijskog plana bio je predviđen konstantan porast udjela površina pod EPP u ukupnim poljoprivrednim površinama do ciljanih 8% u 2016., odnosno bio je predviđen prosječni godišnji porast EPP za čak 30%, a što je u konačnici trebalo rezultirati s oko 5.000 registriranih gospodarstava i 89.000 ha pod EPP do kraja 2016. (MP, 2011). Može se konstatirati kako je navedeni Akcijski plan u pojedinim segmentima ostvario i više od planiranih i zacrtanih ciljeva. Primjerice, prema nedavno objavljenim podacima Ministarstva poljoprivrede i Državnog zavoda za statistiku, površine pod EPP su se u razdoblju 2007.-2017. povećale za gotovo 13 puta, s tadašnjih 7.577 ha na gotovo 97.000 ha (tablica 3-1.), dok se je u istome razdoblju broj gospodarstava gotovo udeseterostručio, obuhvativši u svoj segment gotovo 4.400 subjekata (tablica 3-2.).

Tablica 3-1.Prikaz ukupno korištenih poljoprivrednih površina (UKP) i površina pod ekološkom poljoprivrednom proizvodnjom (EPP)

Godina	UKP	EPP	Udio EPP u UKP
	ha		%
2007.	1.201.756	7.577	0,63
2008.	1.289.091	10.010	0,78
2009.	1.299.582	14.193	1,09
2010.	1.333.835	23.282	1,75
2011.	1.326.083	32.036	2,42
2012.	1.330.973	31.904	2,40
2013.*	1.568.881	40.660	2,59
2014.*	1.508.885	50.054	3,32
2015.*	1.537.629	75.883	4,94
2016.*	1 546 019	93.814	6,07
2017.*	1 496 663	96.618	6,46

Izvor: Državni zavod za statistiku; Obrada: Ministarstvo poljoprivrede

* Od 2013. godine u ukupnoj površini korištenog poljoprivrednog zemljišta obuhvaćeno je i zajedničko zemljište. Zajedničko zemljište može biti pašnjak ili ostalo korišteno poljoprivredno zemljište na kojem se više gospodarstava zajednički koristi državnim zemljištem za ispašu stoke.

U strukturi biljne EPP tijekom navedenog razdoblja povremeno je dolazilo do značajnih razlika u zastupljenosti pojedinih kultura kao i u broju registriranih gospodarstava u ovoj domeni poljoprivredne proizvodnje. Primjerice, nakon 2012. bilježi se snažan porast livada i pašnjaka, te trajnih nasada, ali isto tako i neobrađenog zemljišta (tablica 3-2.). Nadalje, u usporedbi s 2016., broj registriranih gospodarstava u 2017. je porastao za oko 14 % (477 novih) uz neznatno povećanje ukupnih površina u EPP za oko 2800 ha (tablica 3-2.). Međutim, najveći porast površine (od oko 14%) u odnosu na 2016. je zabilježen kod livada i pašnjaka za oko 1656 ha, te trajnih nasada za oko 1432 ha (tablica 3-2.).

Tablica 3-2. Biljna ekološka proizvodnja u Hrvatskoj u razdoblju 2007.2017.

<i>ha</i>	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014	2015.	2016.	2017.
Oranice	2.916	2.800	9.766	17.066	22.156	17.815	19.183	23.802	30.444	44.147	44.083
Voćnjaci	575	792	1.264	1.770	2.058	2.851	3.239	3.790	5.638	7.814	8.962
Vinogradi	75	212	191	400	614	634	791	931	913	1119.16	1.010
Maslinici	83	100	228	322	600	860	1.330	1.472	1.334	1.536	1.750
Livade i pašnjaci	3.496	5.603	1.998	2.452	4.943	7.635	14.279	16.403	33.612	39.089	40.745
Ugar	40	100	84	156	452	720	293	477	1.650,94	1.868	1.294
Neobrađeno zemljište	87	82	315	444	352	69	7,43	78,06	26,83	20,04	32,28
Povrće	92	95	68	284	143	160	165	304	343	323	359
Ljekovito bilje	214	226	279	388	718	1.159	1.368	2.876	3.494	4.226	5.100
Rasadnici i ostali trajni nasadi	-	-	-	-	-	-	-	-	24,89	41.03	54
Br. gospodarstava	477	632	817	1.125	1.494	1.528	1.609	2.194	3.061	3.546 (Ukupno subjekata: 3.673)	4.023 (Ukupno subjekata: 4.380)
UKUPNE POVRŠINE	7.577	10.010	14.193	23.282	32.036	31.904	40.660	50.054	75.883	93.814	96.618

Izvor: Državni zavod za statistiku; Obrada: Ministarstvo poljoprivrede

Napomena: Površine pod oranicama uključuju i površine pod ugarom, ljekovitim biljem i povrćem

U strukturi stočarske EPP tijekom 2007.-2017. razdoblja također je povremeno dolazilo do značajnih razlika u zastupljenosti pojedinih vrsta životinja, a najizraženije promjene su bile u povećanju broja kopitara (>14 puta), ovaca (gotovo 9 puta) i broju goveda (>6 puta) (tablica 3-3.). U 2017. (u odnosu na 2016.) ekološki uzgoj svinja je povećan za oko 36% (385 grla), a također je porastao i broj ostalih važnijih ekoloških grla stoke prije svega ovaca, kojih se ujedno uzgajalo najviše (54583 grla), zajedno sa drugoplasiranim govedima (17226 grla) (tablica 3-3.).

Tablica 3-3. Stočarska ekološka proizvodnja u Hrvatskoj u razdoblju 2007.2017.

<i>Grla / kljunova</i>	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
Goveda	2.749	5.813	6.144	9.796	7.646	5.640	6.540	7.308	7.002	14.442	17.226
Kopitari	134	417	484	452	920	507	874	291	265	1.753	1.929
Ovce	6.326	10.501	9.688	9.349	14.773	17.601	19.411	21.690	23.774	50.135	54.583
Koze	3.517	2.780	1.492	1.545	1.206	1.477	1.769	1.552	2.163	3.080	3.381
Svinje	473	336	1.299	130	448	1.361	1.122	961	1.114	1.083	1.468
Perad	2.885	3.598	1.612	1.137	2.107	1.947	2.036	2.540	2.093	3.388	2.174
Pčele, broj košnica	2.710	2.780	2.121	2.381	1.804	2.462	2.678	3.649	3.418	2.065	1.721
Kunići	81	-	50	50	-	23	47	5	5	5	5
Proizvodi akvakulture (t)	30	20	-	5	-	250	400	340	300	100	135

Izvor: Državni zavod za statistiku; Obrada: Ministarstvo poljoprivrede

Međutim ono što je bitno istaknuti sa stanovišta predmetnog projekta je da se između ostalog, sukladno zakonskoj regulativi u EPP:

- i) gnojiva i poboljšivači tla se mogu koristiti samo ako su odobreni za uporabu u EPP i
- ii) da se u EPP ne smiju koristiti mineralna dušična (N min.) gnojiva.

Upravo iz činjenica da je u EPP zabranjena upotreba mineralnih N gnojiva, te da su površine i broj gospodarstava u EPP na nacionalnoj razini u konstantnom porastu te da se trenutno rasprostiru i na preko 100.000 ha, posebna pozornost je posvećena i EPP u ovome poglavlju, a koje će između ostalih biti ključno u definiranju modela za utvrđivanje prioriternih područja (detaljnije u Poglavlju 8.)

3.2 Materijal i metode rada

Stanje ekološke poljoprivredne proizvodnja (EPP) u Hrvatskoj u 2017. godini za potrebe ovoga projekta je obrađeno na temelju dostavljenih baza podataka iz ARKOD i AGRONET sustava od strane Agencije za plaćanja u poljoprivredni, ribarstvu i ruralnom razvoju (APPRRR). Geometrijski podaci ARKOD parcela su dostavljeni u obliku shape filea, a alfanumerički podaci o kulturama prijavljenih od strane poljoprivrednika iz AGRONET sustava su dostavljeni u obliku excel tablice, sumarno po županijama zaključno sa stanjem od 23.06.2017 (tablica 3-4.). Prostorni podaci ARKOD parcela su sadržavali attribute identifikacijskog broja ARKOD parcela (ID), vrste uporabe poljoprivrednog

zemljišta (LAND_USE_ID), broj katastarske općine u kojoj se nalazi ARKOD parcela (MBKO), korisničko (domaće) ime ARKOD parcele, površina, obujam i podaci o navodnjavanju, a isti su dobiveni temeljem izjave poljoprivrednika. Alfanumerički podaci o kulturama iz baze podataka AGRONET su sadržavali attribute identifikacijskog broja ARKOD parcela (ID), atribut uporabe poljoprivrednog zemljišta, površinu ARKOD parcele, površinu koja se nalazi pod kulturom i naziv kulture za 2017 (tablica 3-4.). Također napominjemo da je između alfanumeričkih (AGRONET) i geometrijskih (ARKOD) podataka utvrđena značajna razlika između ukupnih površina pod EPP za 2017., uz obrazloženje od strane APPRRR-a da na geometrijske podatke iz ARKOD baze podataka nije primijenjen koeficijent prihvatljivosti za pašnjake i krške pašnjake.

U bazi AGRONET je ukupno pod EPP u 2017. bilo četiri kategorije kultura, od kojih je kategorija oranice bila najbrojnija po vrstama kultura (70+), zatim, višegodišnji nasadi (40+) i kategorija povrća (40+), te kategorija pašnjaka sa samo 3 kulture (kontinentalni travnjak, krški pašnjak i livade) (tablica 3-4.).

Tablica 3-4. Kategorije i pripadajuće kulture u EPP po županijama u 2017. (AGRONET)

Kategorija			
1 Oranica	2 Pašnjaci	3 Povrće	4 Višegodišnji nasadi
Kulture: amarant, šćir, anis, bijela gorušica, bijeli sljez, boražina, boreč, bosiljak, buhač, crni sljez, čičoka, divlji komorač, djetelina, ehinacea, rudbekija, esparzeta (grahorka), facelija, gavez, grahorica jara/ozima, heljda, jagoda, ječam jari/ozimi, kadulja, kamilica, konoplja, kopar, kopriva, krmna repica, kukuruz, kukuruz kokičar, lan, lavanda, lucerna, lupine, mak, melisa-matičnjak, menta, miloduh, neven, origano,	Kulture: kontinentalni travnjak, krški pašnjak, livade	Kulture: artičoka, batat, bijela rotkva, daikon, blitva, bob, brokula, buča, bundeva, celer, cikla, crna rotkva, povrtnica, cvjetača, češnjak, dinja, endivija, grah, grašak, hren, kelj, kelj pupčar, koraba, krastavci i kornišoni, krumpir, kukuruz šećerac, kupus, leća, lubenica, luk, luk kozjak (ljutika), miješane povrtne kulture, mrkva, novozelandski špinat, paprika, pastrnjak, patišon, patlidžan, peršin, poriluk,	Kulture: aronija, badem, bazga, borovnica, breskva, drijenak, dunja, goji, jabuka, kesten, kivi, kruška, kupina, lijeska, limun, malina, mandarina, marelica, maslina, miješani nasad voćnih vrsta, naranča, nektarina, ogrozd, orah, oskoruša, pasja ruža, divlja ruža, ružin šipak, planika, plemenita vinova loza, ribiz, rogač, sibirska borovnica, , smokva, šipak,

pelin, podlanak/lanik, pravi pir, proso, pšenica-jara, pšenica-ozima, raž-ozima, ružmarin, sikavica/badelj, sirak, smilje, smiljkita (svinđuša), smjesa leguminoza i žitarica, soja, soja za stočnu hranu, stevija, stočna repa, stočni bob, stočni grašak, stočni sirak, stolisnik, sudanska trava, suncokret, timijan, trave i travolika paša, tritikale-jari, tritikale-ozimi, tvrda pšenica-ozima, uljana repica, uljna rotkva, rauola, zob-jara/ozima, žuti noćurak		postrna repa, radič, rajčica, rikula, rotkvica, salata, slanutak, šparoge, špinat, tikva uljanica (uljna buča), tikva, tikvice	šljiva, tayberry, trešnja, višnja i žižula
--	--	--	--

U bazi ARKOD je ukupno pod EPP u 2017. bilo 10 kategorija kultura, od kojih je kategorija oranice također bila najbrojnija po vrstama kultura, zatim kategorija voćnjaci, livade, pašnjaci, krški pašnjaci, vinogradi, maslinici, staklenici, te mješoviti i ostali trajni nasadi (tablica 3-5.).

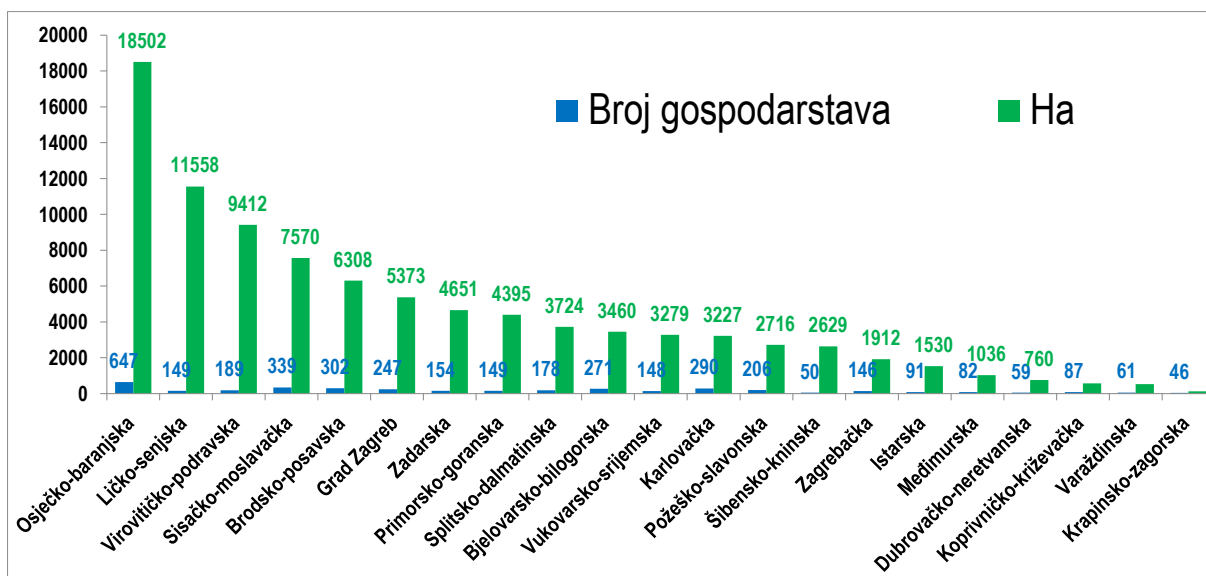
Tablica 3-5. Kategorije i pripadajuće kulture u EPP po županijama u 2017. (ARKOD)

Kategorija		
1 Oranica	2 Voćnjaci	3 Livade
Kulture: češnjak, čičoka, grašak, mrkva, dinja, koraba, krastavci, kornišoni, lubenica, paprika, rajčica, salata, djetelina, krumpir, grah, heljda, kukuruz, melissa – matičnjak, raž - ozima, tikva, tikvice, luk, kelj, poriluk, pravi pir, kupus, paprika, lucerna, zob - ozima, lan, lavanda, tritikale – ozime, tikva uljanica, uljna rotkva, rauola, zob – jara, šparoga, špinat, žuti noćurak, batat, bijela rotkva, daikon, blitva, bundeva, cikla,	Kulture: Šljiva, jabuka, kruška, kupina, orah, smokva, šipak, trešnja, višnja, žižula, cicindra, borovnica, malina, sibirski borovnica, haskap, tayberry, ribiz, breskva, lijeska, nektarina, marelica,	4 Pašnjaci 5 Krški pašnjaci 6 Vinogradi 7 Maslinici 8 Staklenici na oranici 9 Mješoviti tr. nasadi 10 Ostali tr. nasadi

novozelandski špinat, patlidžan, soja, postrna repa, lubenica, slanutak, bob, boražina, boreč, kamilica, bosiljak, origano, brokula, cvjetača, buča, ječam - jari, konoplja, pšenica – jara, celer, crna rotkva, povrtnica, pastrnjak, peršin, pšenica – ozima, kukuruz šećerac, grahorica – jara, krmna repica, lupine, rotkvica, crni sljez, menta, miloduh, sikavica, badelj, stolisnik, suncokret, dinja, radič, divlji komorač, facelija, stočni bob, tvrda pšenica – ozima, ječam – ozimi, ehinacea, rudbekija, pelin, endivija, esparzeta (grahorka), gavez, proso, hren, badelj, smiljkita (svinđuša), soja za stočnu hranu, kopar, neven, kadulja, ružmarin, smilje, timijan, kelj pupčar, kopriva, kukuruz kokičar, stočni sirak, stočna repa, leća, luk kozjak (ljutika), mak, podlanak, lanik, smjesa leguminoza i žitarica, smokva, stevia, stočni grašak, tritikale – jare, uljna repica, patišon, buhač	drijenak, dunja, kesten, goji, jagoda, pasja ruža, divlja ruža, ružin šipak, limun, naranča, mandarina, ogrozd, planika, rogač, smilje, ćićindula, čičimak	
--	--	--

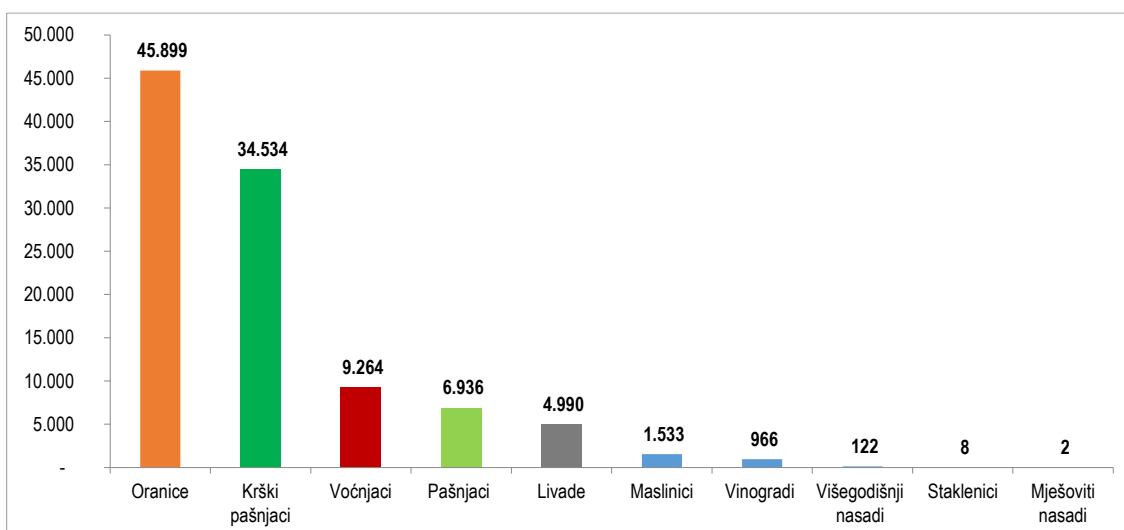
3.3 Rezultati

Analizirajući podatke sumarno, od ukupnog zemljišnog fundusa registriranog u ARKOD bazi podataka u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji (EPP) tijekom 2017. je ukupno bilo registrirano 104.253,4 ha poljoprivrednog zemljišta (slika 3-1.). Najviše površina pod EPP je utvrđeno u Osječko-baranjskoj županiji (18.502 ha) u kojoj je ujedno bilo i najviše registriranih gospodarstava, njih 647 (slika 3-1.). Na drugom mjestu po površinama u EPP je bila Ličko-senjska županija s ukupno 11.558 ha, dok je drugoplasirana po proju gospodarstava bila Brodsko-posavska županija s 339 gospodarstava (slika 3-1.). Nasuprot njima, u sjeverno-zapadnom dijelu Hrvatske, Krapinsko-zagorska (127 ha), Varaždinska (529 ha) i Koprivničko-križevačka (567 ha) županija, te na krajnjem jugu Dubrovačko-neretvanska županija (760 ha) imale su u 2017. relativno najmanje poljoprivrednih površina u EPP (Slika 3-1).



Slika 3-1. Prikaz biljne EPP (ha) i broja gospodarstava po županijama za 2017. (ARKOD)

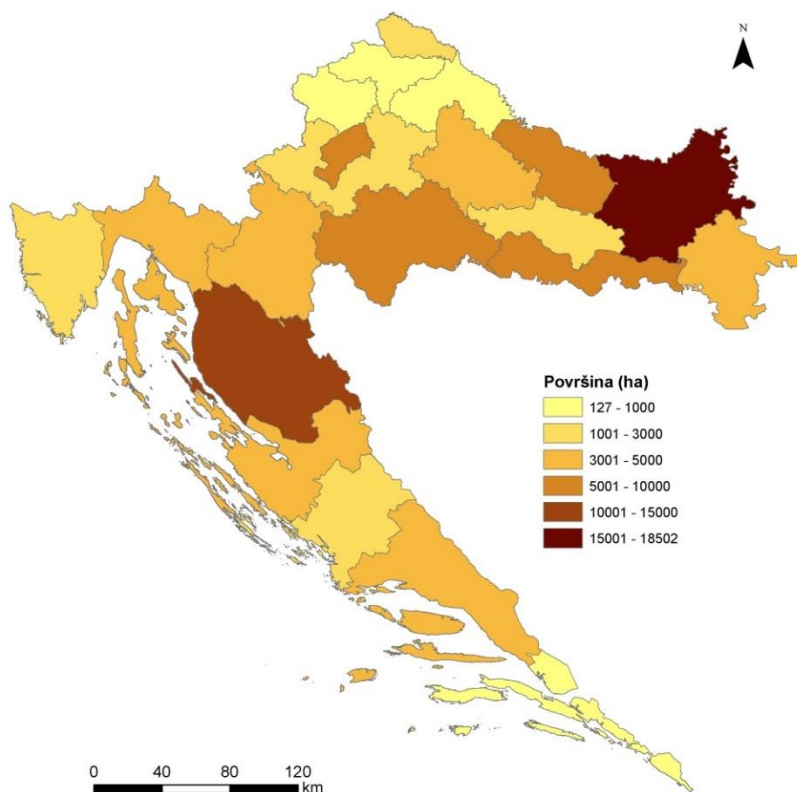
Prema načinu korištenja poljoprivrednih površina u biljnoj EPP najzastupljenije kategorije u 2017. godini su bile oranice (45.899 ha) i krški pašnjaci (34.534 ha), čineći oko 77 % strukture korištenih EPP (Slika 3-2). Nakon prve dvije kategorije, uslijedili su ekološki voćnjaci kojih je bilo oko 9.264 ha, zatim ekološki pašnjaci (6.936 ha), livade (4.990 ha), maslinici (1.533 ha) i vinogradi (966 ha), dok je zastupljenost ostalih kategorija bio relativno manji (Slika 3-2).



Slika 3-2. Struktura biljne EPP u 2017. (ARKOD)

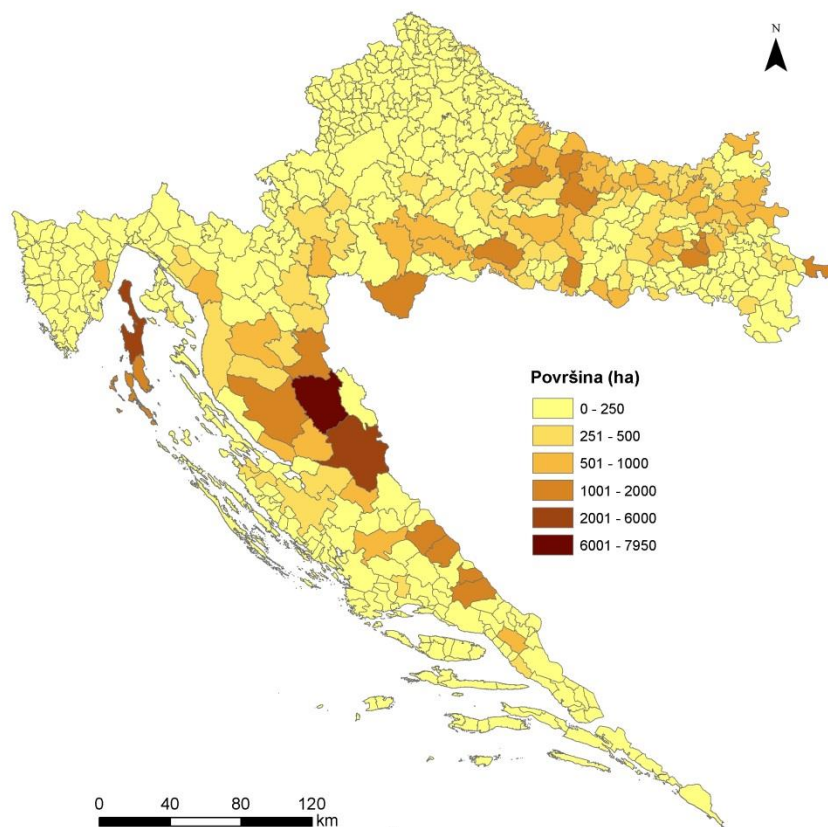
Prema izrađenoj karti prostorne razdiobe poljoprivrednih površina pod ekološkom proizvodnjom (slika 3-3.) Osječko baranjska i Ličko senjska županija izdvajaju se najvećim površinama . Suprotno navedenom, u SZ Hrvatskoj tri županije Krapinsko-zagorska, Varaždinska i Koprivničko – križevačka

županija te na krajnjem jugu Dubrovačko-neretvanska županija imale su u 2017. manje od 1000 ha poljoprivrednih površina pod ekološkom proizvodnjom.



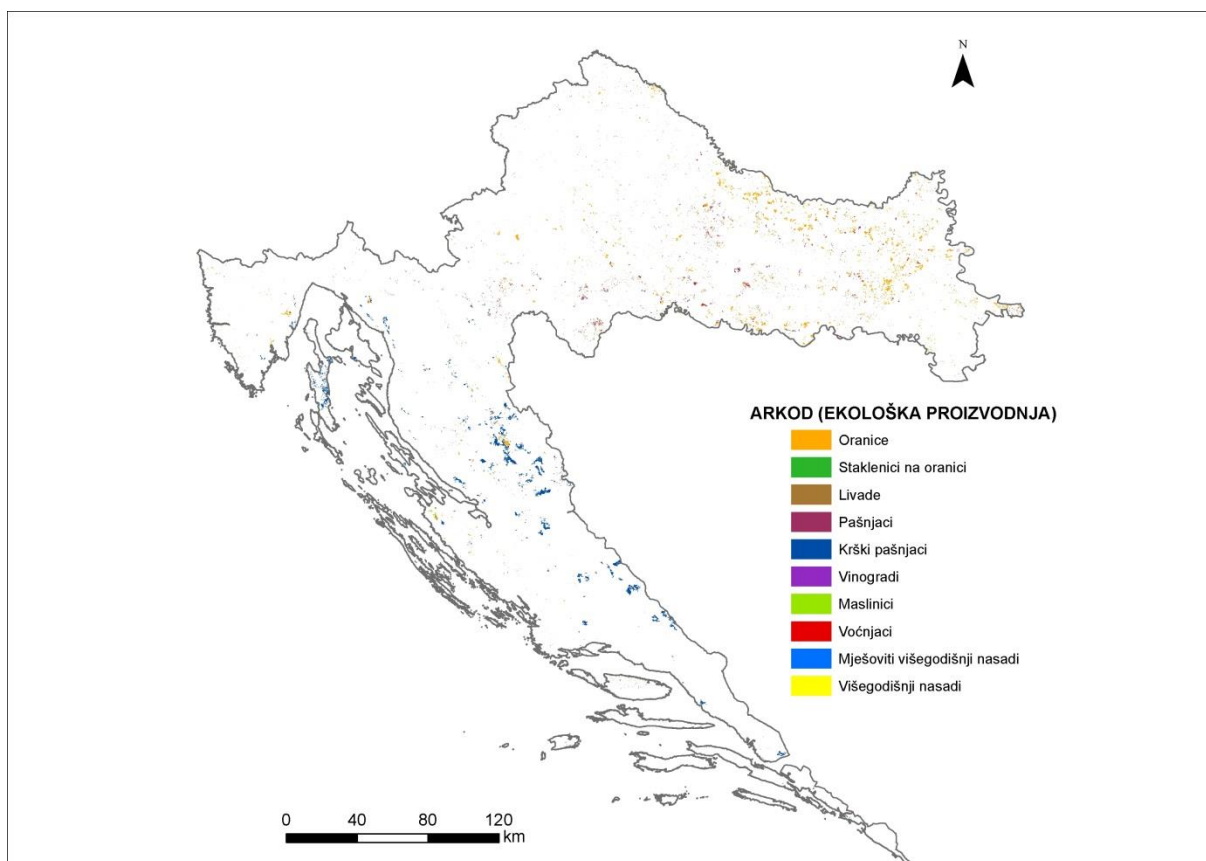
Slika 3-3. Prikaz poljoprivrednih površina pod ekološkom poljoprivrednom proizvodnjom u 2017. po županijama

Prema karti prostorne razdiobe poljoprivrednih površina pod ekološkom proizvodnjom po jedinicama lokalne samouprave (slika 3-4.) jedina općina u Republici Hrvatskoj koja je imala više od 6000 ha poljoprivrednih površina pod ekološkom proizvodnjom u 2017. godini bila je Udbina u Ličko senjskoj županiji. Najveći broj JLS ima do 250 ha poljoprivrednih površina pod ekološkom proizvodnjom.



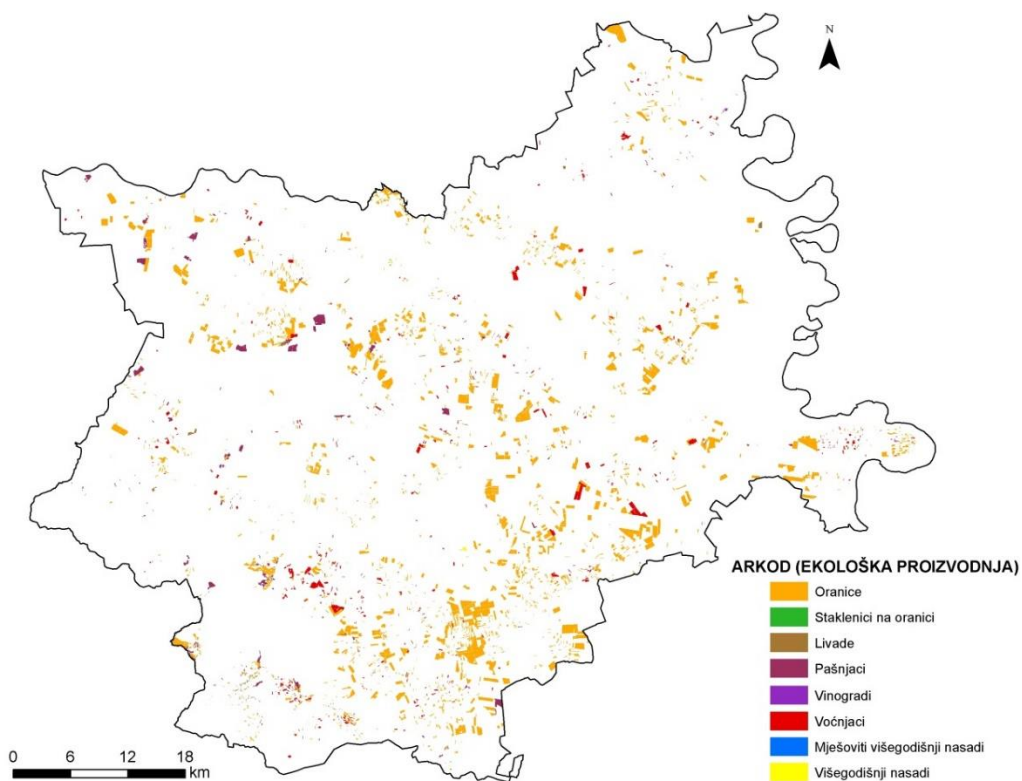
Slika 3-4. Prikaz poljoprivrednih površina pod ekološkom poljoprivrednom proizvodnjom u 2017. po jedinicama lokalne samouprave (JLS)

U nastavku je prikazana prostorna razdioba struktura površina pod ekološkom proizvodnjom u 2017. godini na razini cijele Hrvatske (slika 3-5), te na razini Osječko-baranjske županije (slika 3-6) i Ličko-senjske županije (slika 3-7). U strukturi površina pod ekološkom proizvodnjom naglašene su razlike s gledišta specifičnosti županija.



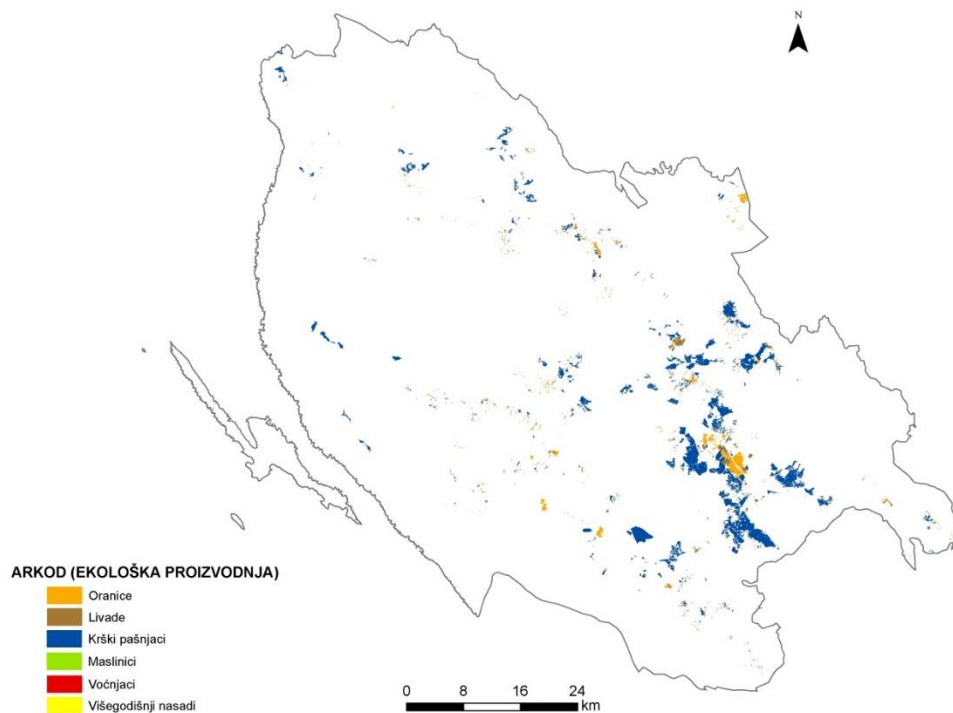
Slika 3-5. Prikaz ARKOD parcela pod ekološkom poljoprivrednom proizvodnjom u 2017. na razini cijele Hrvatske

Primjerice, u Osječko-baranjskoj županiji najveći udio poljoprivrednog zemljišta u EPP u 2017. su predstavljale oranice s oko 15.097 ha, unutar kojih su dominirale kategorije trave i travolika paša (gotovo 3.000 ha), zatim uljana repica (2.061 ha), lucerna (1.766 ha), kamilica (1.317 ha) te ozime žitarice. U kategoriji višegodišnjih nasada je bilo oko 1.944 ha, a pašnjaka oko 1.425 ha (slika 3-6).



Slika 3-6. Prikaz ARKOD parcela pod ekološkom poljoprivrednom proizvodnjom u 2017. na razini Osječko-baranjske županije

Suprotno Osječko-baranjskoj županiji, u Ličko-senjskoj županiji EPP u 2017. je bila gotovo u potpunosti organizirana unutar dvije kategorije biljne proizvodnje, glavninu su predstavljali pašnjaci s oko 9.864 ha (85%), dok su oranice zauzimale oko 1.632 ha (14%) (slika 3-7).



Slika 3-7. Prikaz ARKOD parcela pod ekološkom poljoprivrednom proizvodnjom u 2017. na razini Ličko-senjske županije

3.4 Zaključci

U posljednjih desetak godina (2007.-2017.) EPP je bilježila snažni godišnji porast na nacionalnoj razini, kako po broju poljoprivrednih gospodarstava (subjekata) tako i po površinama na kojima se je provodila. Primjerice, u 2007. godini je bilo svega 477 poljoprivrednih gospodarstava na kojima se je EPP provodila na ukupno 7.577 ha, da bi u 2017. godini ukupno bilo 4.023 poljoprivrednih gospodarstava na kojima se je EPP provodila na čak 104.253 ha. Tijekom cijelog razdoblja (2007.-2017.) u strukturi biljne EPP su dominirale oranice te livade i pašnjaci, odnosno kategorije na kojima se u konvencionalnoj poljoprivrednoj proizvodnji uobičajeno primjenjuju znatne količine agrokemikalija (mineralna gnojiva, zaštitna sredstva). Zbog značajnog udjela poljoprivrednog zemljišta u EPP i zbog činjenice da je u EPP zabranjena upotreba N-mineralne gnojidbe, u model za određivanja prioritetnih točaka za uspostavu monitoringa podzemnih voda za potrebu provedbe Nitratne direktive nužno je uzeti i obzir i ukupne površine pod EPP, a što je detaljnije obrazloženo u poglavlju 8.

3.5 Popis literature

EC, 2019. https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/organic-farming/organics-glance_hr

Pravilnik o ekološkoj proizvodnji (NN 19/2016).

Republika Hrvatska Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja. (2011). Akcijski plan razvoja ekološke poljoprivrede u R. Hrvatskoj za razdoblje 2011.-2016.

Romić D., Husnjak S., Mesić M., Salajpal K., Barić K., Poljak M., Romić M., Konjačić M., Vnućec 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 1). Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb s pripadajućim referencama.

Uredba (EU) br. 1307/2013 Europskog parlamenta i Vijeća od 17. prosinca 2013. o utvrđivanju pravila za izravna plaćanja poljoprivrednicima u programima potpore u okviru zajedničke poljoprivredne politike i o stavljanju izvan snage Uredbe Vijeća (EZ) br. 637/2008 i Uredbe Vijeća (EZ) br. 73/2009.

Uredba Komisije (EZ) br. 889/2008 od 5. rujna 2008. o detaljnim pravilima za provedbu Uredbe Vijeća (EZ) br. 834/2007 o ekološkoj proizvodnji i označivanju ekoloških proizvoda s obzirom na ekološku proizvodnju, označivanje i kontrolu.

Uredba Vijeća (EZ) br. 834/2007 od 28. lipnja 2007. o ekološkoj proizvodnji i označivanju eko proizvoda i stavljanju izvan snage Uredbe (EEZ) br. 2092/91.

Zakon o poljoprivredi (NN 118/18).

4. PROCJENA PRITISKA DUŠIKA I FOSFORA IZ MINERALNIH I ORGANSKIH GNOJIVA

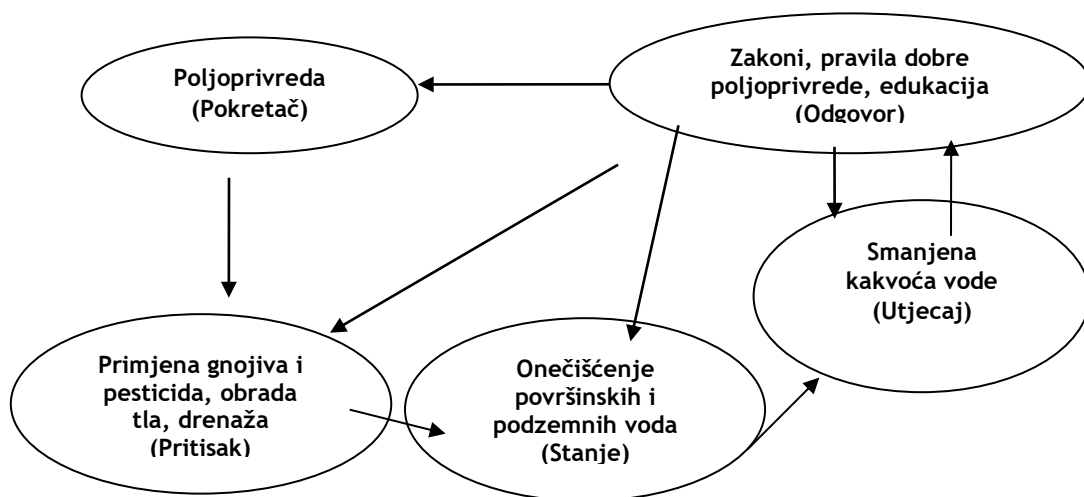
Autori:

Prof. dr. sc. Milan Mesić, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za opću proizvodnju bilja

Doc. dr. sc. Ivana Šestak, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za opću proizvodnju bilja

4.1 Uvod

Odnos između poljoprivrede i okoliša je vrlo kompleksan, a uvjetovan je značajkama podneblja, tla i reljefa, ekonomskim uvjetima u kojima se poljoprivreda organizira, razini tehnologije te cjelokupnog sustava gospodarenja na nekom području. Održivost poljoprivrede na nekom području može se promatrati prostorno (na razini gospodarstva, županije, poljoprivredne regije, slivnog područja, države), vremenski (prema određenom razdoblju) te kroz utjecaj na ekološke resurse (tlo, voda, zrak). Trenutačno se koriste razni indikatori (pokazatelji) pritiska kako bi se prikazale veze između poljoprivrede i potencijalnih opasnosti po onečišćenje prirodnih resursa (tla, voda i drugih). U slučaju postojanja dovoljne količine relevantnih podataka mogu se utvrditi područja na kojima postoji potencijalna opasnost za onečišćenje voda, odrediti pravci djelovanja te provoditi mjere nadzora provedbe programa. Razvoj i definiranje pokazatelja pritiska provodi se sukladno ciljevima održivog razvoja, a moguće ih je koristiti na međunarodnoj, nacionalnoj, regionalnoj i lokalnoj razini. Razvoj i definiranje određenih pokazatelja je moguće prikazati po tzv. DPSIR shemi (slika 4-1.).



Slika 4-1. DPSIR (Driving force, Pressure, State, Impact, Response ili Pokretač, Pritisak, Stanje, Utjecaj, Odgovor) shematski prikaz razvoja i definiranja određenih pokazatelja pritiska

Glavni ciljevi unutar ovoga poglavlja su bili utvrditi pritisak dušika i fosfora kao posljedicu primjene mineralnih i organskih gnojiva na prostoru Republike Hrvatske u 2017. godini, kako bi se odredila prioritetna područja na kojima je potrebno pratiti kakvoću podzemnih voda za potrebe provedbe Nitratne direktive.

4.2 Metode rada

Sljedeća metodologija je primijenjena za realizaciju ciljeva ovoga poglavlja:

1. Na temelju svih dostupnih podataka izračunata je ukupna količina mineralnih gnojiva prodana u Republici Hrvatskoj u 2017. godini, iz domaće proizvodnje te iz uvoza.
2. Na temelju broja stoke, načina držanja stoke te načina spremanja i korištenja stajskog gnoja proveden je izračun korištenja dušika i fosfora iz stočarstva na razini županija.
3. Na temelju dodatnih podataka o potrošnji N i P po kulturama (FAO, 1999) te konzultacija s ključnim distributerima gnojiva, stručnjacima iz poljoprivredno savjetodavne službe te predstavnicima većih poljoprivrednih proizvođača, napravljena je ekspertna procjena pritiska gnojidbe mineralnim dušikom (N) i fosforom (P) na razini županija. Uz navedeno, procijenjena je gnojidba dušikom s

obzirom na ostvarene prinose kukuruza i ozime pšenice (DZS, 2018.), kao tradicionalno najzastupljenijih kultura u Hrvatskoj. Za ostale kulture procijenjena je prosječna gnojidba dušikom temeljem analize dostupnih podataka i vlastite prosudbe. Temeljem prostornih podataka o poljoprivrednim površinama, prinosu poljoprivrednih kultura te potrošnji gnojiva i pojedinih aktivnih tvari, izrađen je model koji predviđa gnojidbu dušikom (N) i fosforom (P) svakog usjeva na razini županije. Potreba za hranjivima je funkcija relevantnih varijabli koje sumarno utječu na aplikaciju određenog hranjiva. Prema proračunu površina te prema modelom predviđene prosječne gnojidbe za određenu kulturu na razini županije, za mineralna N gnojiva korišteni su podatci prikazani u tablici 4-1.

4. Na temelju zastupljenosti različitih kultura na razini županija određeni su postotci raspodjele N iz organskih gnojiva, te su prikazani u tablici 4-2.

5. Procjena primjene N iz organskih gnojiva na livadama, pašnjacima i na obradivim poljoprivrednim površinama prikazana je u tablici 4-3.

6. Na temelju podataka o ukupnim poljoprivrednim površinama i strukturi poljoprivredne proizvodnje (kultura) na razini županija, ukupna količina fosfora (P) procijenjena je kao 35% od ukupne primjene mineralnog N i 50 % od ukupne primjene organskog N.

Tablica 4-1. Procjena gnojidbe mineralnim N (kg/ha) za 2017. godinu

R. broj	Županija	Žitarice	Kukuruz	Krmne kulture	Duhan	Uljarice	Soja	Suncokret	Š. repa	Kupus	Povrće	Začini	Ostalo	Vinog radi	Maslini	Voćnjaci	B. voće	Livade
1	Grad Zagreb	100	130	50		100	60	100		140	120	120	120	40		60	60	30
2	Dubrovačko-neretvanska	80	100	30						140	180	180	180	50	90	90	90	20
3	Karlovačka	100	120	50		80	60	100		120	140	140	140	50		70	70	40
4	Bjelovarsko-bilogorska	120	120	40	30	100	60	100	155	140	140	140	140	50		60	60	60
5	Brodsko-posavska	120	140	50	30	100	60	100	160	140	140	140	140	50		70	70	60
6	Istarska	100	120	30		80	60	100		140	160	160	160	50	90	80	80	60
7	Koprivničko-križevačka	110	130	40	30	100	60	100	160	120	120	120	120	50		60	60	60
8	Krapinsko-zagorska	100	130	40		100	60			140	140	140	140	40		70	70	40
9	Ličko-senjska	80	100	30		80	60	100		120	120	120	150	40	70	30	30	20
10	Međimurska	120	130	30		100	60	110	160	150	150	150	150	40		80	80	60
11	Osječko-baranjska	125	145	50	30	105	75	110	155	150	150	150	150	50		80	80	60
12	Požeško-slavonska	120	140	50	30	110	60	110	155	140	150	150	150	50		80	80	60
13	Primorsko-goranska	80	100	30						140	100	100	100	40	80	40	40	20
14	Sisačko-moslavačka	110	130	40		100	60	100		140	120	120	120	50		60	60	40
15	Splitsko-dalmatinska	80	100	30						140	120	120	120	40	70	80	80	20
16	Varaždinska	120	120	50		100	60	100	160	140	140	140	140	40		80	80	40
17	Virovitičko-podravska	120	140	50	30	105	60	110	160	140	140	140	140	40		80	80	60
18	Vukovarsko-srijemska	120	140	50	30	105	65	110	155	150	140	140	140	50		70	70	60
19	Zadarska	80	100	30		100	60	100		140	160	160	160	40	80	80	80	20
20	Zagrebačka	100	120	50		100	60	100		140	120	120	120	40		60	60	30
21	Šibensko-kninska	60	100	30						140	120	120	120	40	70	80	80	20

Tablica 4-2. Procjena primjene N iz organskih gnojiva (ukupni udio po kulturama) za 2017. godinu

Županija	Kukuruz	Krmne kulture	Duhan	Š. repa	Soja	Suncokret	Uljarice	Krumpir	Kupus	Povrće	Vinogradi	Voćnjaci	Maslinici	Ukupno, %
Bjelovarsko-bilogorska	82,15	12,5						0,8	0,05	1,5	0,5	2,5		100
Brodsko-posavska	71,1	12		3		2		0,5	0,1	4,3	1	6		100
Dubrovačko-neretvanska								4	2	4	40	20	30	100
Grad Zagreb	72	10						1	1	8	4	4		100
Istarska	10	15						6	2	10	35	2	20	100
Karlovačka	74,5	12						5	1	1,5	1	5		100
Koprivničko-križevačka	76,9	18		0,5				0,5	0,1	1	1	2		100
Krapinsko-zagorska	77	5						3		1	10	4		100
Ličko-senjska	46,8	43						5		1	0,2	3	1	100
Međimurska	63	5		1				15		10	3	3		100
Osječko-baranjska	74	8,5		4		4		0,5		3	2	4		100
Požeško-slavonska	65	5		5				2		6	7	10		100
Primorsko-goranska	10	46,5						0,5	0,5	1,5	6	2	33	100
Sisačko-moslavačka	79,5	12						0,5		2	1	5		100
Splitsko-dalmatinska	15	5						4	1	10	18	4	43	100
Šibensko-kninska	14	10						0,5	0,2	2	30,3	3	40	100
Varaždinska	83	3						2,5	2	2	6	1,5		100
Virovitičko-podravska	60,5	4		5		5		1	0,8	17,2	1,5	5		100
Vukovarsko-srijemska	61,9	5		10		10		2	0,1	5	3	3		100
Zadarska	15	5						4	2	20	16	10	28	100
Zagrebačka	78,1	13						0,4		2,5	3	3		100

Tablica 4-3. Procjena primjene N iz organskih gnojiva na livadama, pašnjacima i obradivim površinama u 2017. godini

Županija	Obradive površine (ha)	Livade (ha)	Pašnjaci (ha)	Organski N primijenjen na obradivim površinama (t)	Organski N primijenjen na livadama (t)	Organski dušik primijenjen na pašnjacima (t)
Bjelovarsko-bilogorska	82.554	27.693	7.990	4.324	132	269
Brodsko-posavska	82.149	4.559	3.730	2.694	33	103
Dubrovačko-neretvanska	15.235	3.519	23.366	111	5	58
Grad Zagreb	9.651	6.352	5.830	286	3	33
Istarska	32.566	17.708	21.706	869	20	166
Karlovačka	19.735	27.360	31.382	1.174	22	132
Koprivničko-križevačka	64.839	12.835	9.083	4.032	102	77
Krapinsko-zagorska	19.066	16.690	6.237	1.295	10	43
Ličko-senjska	10.360	56.995	43.860	1.072	23	350
Međimurska	36.498	7.049	638	1.678	21	25
Osječko-baranjska	214.529	5.601	8.311	7.220	136	248
Požeško-slavonska	44.980	10.589	5.605	1.049	26	99
Primorsko-goranska	4.128	12.622	35.541	160	2	336
Sisačko-moslavačka	58.993	42.024	49.057	2.421	74	376
Splitsko-dalmatinska	30.043	8.624	92.297	814	16	389
Šibensko-kninska	17.793	5.102	83.725	304	10	452
Varaždinska	35.635	10.467	7.835	2.098	11	46
Virovitičko-podravsk	91.641	11.854	5.869	1.482	39	102
Vukovarsko-srijemska	142.691	3.237	2.234	3.638	67	103
Zadarska	21.344	13.791	112.069	531	18	804
Zagrebačka	65.179	31.370	8.976	3.542	46	179
UKUPNO Republika Hrvatska	1.099.609	336.041	565.340	40.794	815	4.388

Godišnja potrošnja mineralnih gnojiva u Republici Hrvatskoj značajno varira. Primjerice, u razdoblju 2010.-2017. (tablica 4-4.) najveća potrošnja N iz mineralnih gnojiva (N_{min}) od oko 125.000 tona je bila u 2011., dok je u navedenom razdoblju najmanja potrošnja N_{min} od oko 72.320 tona bila u 2016. (tablica 4-4). Za referentnu 2017. godinu utvrđena je primjena ukupno 98.412 tona N_{min} .

Tablica 4-4. Potrošnja dušičnih mineralnih gnojiva u Hrvatskoj (t N) u razdoblju 2010.-2017. (DZS)

2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
109.345,3	125.015,1	106.884,4	77.919,6	73.680,3	87.427,7	72.320,0	98.412,0

Problem koji se javlja u postupku raspoređivanja utrošene količine N_{min} temeljem službenih statističkih podataka (DZS) je što se podaci ne prikazuju na razini županija, već na razini regija. Međutim, za potrebe različitih postupaka koji se koriste za procjenu utjecaja poljoprivrede na komponente okoliša, posebno tla, vode i zraka, bilo bi znatno bolje da se ovi podaci prikazuju na razini županija.

U tablici 4-5. je prikazana bilanca dušika za razdoblje 2010.-2017., prema kojoj neto suficit N (bruto suficit minus emisije N) varira od 28.826 t (2016.) do čak 95.510 t (2011.). Tako prikazani suficit isključuje emisiju N u zrak, a koja se uobičajeno prikazuje prema proračunu provedenom za potrebe IPCC izvješćivanja. Od preostalih količina mogli bi se, da su prikazani na razini županija, analizirati pritisci na vode. Međutim, stvarni pritisak na vode nije moguće utvrditi bez podataka iz domene klimatologije, pedologije, hidrologije i dr., kao niti bez odgovarajućih istraživanja.

Problem prostornog rasporeda pritiska N potrebno je dovesti u kontekst poljoprivrede koja se odvija na svakom pojedinom prostoru, uobičajenu praksu gnojidbe, a što podrazumijeva način, vrijeme i količinu primijenjenih gnojiva.

Tablica 4-5. Bilanca dušika u Republici Hrvatskoj (t) u razdoblju 2010.-2017. (DZS)

Komponenta	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
1. UNOS DUŠIKA	198.150	210.043	192.634	163.835	160.414	176.806	160.377	168.142
1.1. Gnojiva	109.362	125.042	106.921	77.981	73.716	87.480	72.381	98.462
1.1.1. Dušična mineralna gnojiva	109.345	125.015	106.884	77.920	73.680	87.428	72.320	98.412
1.1.2. Organska gnojiva (isključujući stočna gnojiva)	17	27	37	61	36	52	61	50
1.2. Stočna gnojiva	60.509	59.099	58.793	56.901	56.114	57.329	56.307	55.966
1.2.1. Stoka	60.492	59.072	58.756	56.864	56.114	57.329	56.307	55.966
1.2.1.1. Goveda	29.362	28.036	28.263	26.788	26.390	26.330	26.134	26.016
1.2.1.2. Svinje, domaće pasmine	17.150	16.619	15.079	15.941	15.136	16.291	15.463	14.603
1.2.1.3. Ovce i koze	8.813	8.863	9.388	8.613	8.313	8.375	8.688	8.925
1.2.1.4. Perad	5.117	5.480	5.951	5.447	6.226	6.283	5.948	6.347
1.2.1.5. Ostala stoka	50	75	75	75	50	50	75	75
1.2.2. Izvoz gnojiva (nepoljoprivredne svrhe)	17	27	37	37	-	-	-	-
1.2.3. Uvoz gnojiva	-	-	-	-	-	-	-	-
1.3. Ostali unos dušika	28.278	25.903	26.919	28.953	30.585	31.997	31.689	31.714
1.3.1. Biološka fiksacija leguminozama	12.246	12.419	12.074	12.569	13.673	14.924	14.394	15.164
1.3.2. Depozicija atmosferskog dušika	14.124	11.627	12.820	14.342	15.189	15.380	15.460	14.970
1.3.3. Sjemenje	1.908	1.857	2.025	2.041	1.723	1.694	1.836	1.580
2. ODNOŠENJE DUŠIKA	90.343	86.401	77.719	95.028	87.594	85.007	105.685	88.789
2.1. Požnjeveni usjevi	59.132	58.359	54.880	64.369	60.374	58.951	75.583	61.397
2.1.1. Žitarice	44.960	43.287	42.870	49.333	44.763	42.910	54.620	40.775
2.1.2. Mahunarke za suho zrno i proteinski usjevi	116	137	100	113	122	72	181	109
2.1.3. Korjenasti i gomoljasti usjevi	3.336	3.125	2.508	2.835	3.581	2.219	3.192	3.342
2.1.4. Industrijski usjevi	8.453	9.579	7.360	9.855	10.252	11.762	15.755	15.490
2.1.5. Svježe povrće (uključujući dinje) i jagode	582	599	509	639	572	713	729	664
2.1.6. Trajni nasadi za ljudsku potrošnju	1.686	1.632	1.532	1.593	1.084	1.275	1.106	1.017
2.1.7. Cvijeće i ukrasno bilje (rasadnici)	-	-	-	-	-	-	-	-
2.1.8. Ostali požnjeveni usjevi	-	-	-	-	-	-	-	-
2.2. Krma	27.566	24.833	20.112	27.071	23.574	22.846	26.022	24.433

Komponenta	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
2.2.1. Zelena krma s oranica i vrtova	14.991	12.595	10.241	13.517	10.566	11.292	14.023	12.091
2.2.2. Trajni travnjaci (pašnjaci i livade)	12.575	12.238	9.872	13.554	13.009	11.554	11.999	12.342
2.3. Biljni ostaci uklonjeni s oranica	3.645	3.209	2.727	3.588	3.645	3.211	4.081	2.959
2.4. Biljni ostaci zapaljeni na oranicama	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Bruto suficit (uneseni minus odneseni)	107.807	123.642	114.915	68.807	72.820	91.798	54.692	97.353
4. Emisije N	27.075	28.132	27.898	24.460	23.460	25.171	25.866	27.426
5. Neto suficit (bruto suficit minus emisije N)	80.732	95.510	87.016	44.347	49.360	66.627	28.826	69.927

U tablici 4-6. je prikazana usporedba potrošnje N_{\min} za 2000., 2012. i 2017. godinu pri čemu su podaci za 2017. prikazani temeljem analize potrošnje N_{\min} na razini županija (DZS) i sukladno procjeni potrošnje prema kulturama (Mesić i sur., 2012.). Najveće razlike u potrošnji N_{\min} između dva pristupa su vidljive kod županija u Jadranskoj regiji. Posebnu pozornost trebalo bi posvetiti analizi potrošnje N_{\min} u onim županijama gdje se javljaju velike razlike u podacima, a to su primjerice Dubrovačko-neretvanska, Zadarska, Splitsko-dalmatinska, Istarska i Šibensko-kninska županija (tablica 4-6.).

Tablica 4-6. Usporedba potrošnje N_{\min} (t) za 2000., 2012. i 2017. prema podacima DZS; Mesić i sur., 2012.

Županija	Potrošnja N_{\min} . 2000.	Potrošnja N_{\min} . 2012.	Potrošnja N_{\min} . 2017.	Potrošnja N_{\min} . 2017. (Mesić i sur. 2012., bez površina pod ekološkom poljoprivredom)	Potrošnja N_{\min} . 2017. (Mesić i sur. 2012., s površinama pod ekološkom poljoprivredom)
Grad Zagreb			795	889	686
Dubrovačko-neretvanska	498	1.078	74	1.377	1.357
Karlovačka	1.318	4.429	1.462	2.822	2.681
Bjelovarsko-bilogorska	7.560	9.945	10.761	10.380	10.211
Brodsko-posavska	7.695	10.733	7.532	8.755	8.349
Istarska	1.645	2.837	702	3.663	3.578
Koprivničko-križevačka	6.966	8.347	8.561	7.879	7.840
Krapinsko-zagorska	2.941	5.040	1.245	2.453	2.446
Ličko-senjska	365	2.553	459	1.701	1.635
Međimurska	3.391	4.843	2.701	4.406	4.206

Osječko-baranjska	18.402	24.444	23.301	23.946	22.387
Požeško-slavonska	9.553	7.332	4.262	5.342	5.176
Primorsko-goranska	132	495	152	535	514
Sisačko-moslavačka	4.690	9.860	4.874	7.087	6.726
Splitsko-dalmatinska	1.807	1.923	262	2.256	2.222
Varaždinska	4.646	4.840	2.611	4.195	4.152
Virovitičko-podravska	9.183	10.038	8.057	10.021	9.097
Vukovarsko-srijemska	16.347	14.530	13.849	15.529	15.210
Zadarska	1.306	1.306	254	1.915	1.832
Zagrebačka	9.658	6.766	6.448	7.239	7.147
Šibensko-kninska	2.368	792	52	1.288	1.186
UKUPNO	110471	132131	98.412	123.678	118.636

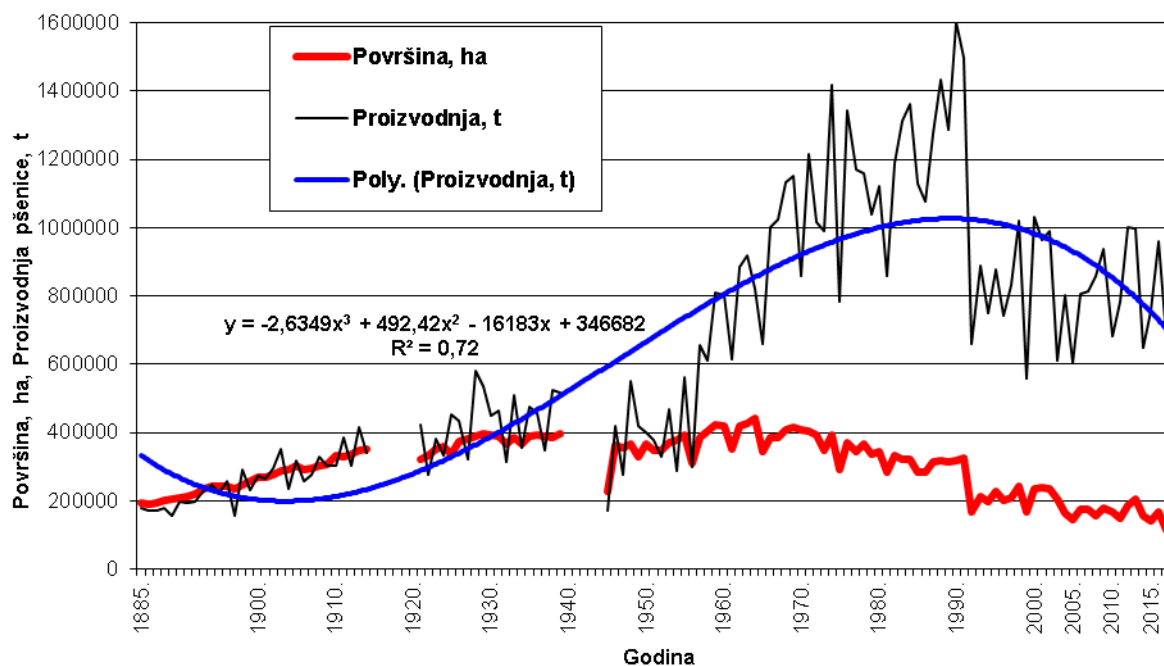
4.3 Rezultati rada

4.3.1 Potrošnja i primjena mineralnih gnojiva

Jedan od osnovnih pokazatelja intenzivnosti poljoprivrede u nekom području je potrošnja mineralnih gnojiva po jedinici površine.

4.3.1.1 Primjena mineralnih gnojiva u R. Hrvatskoj

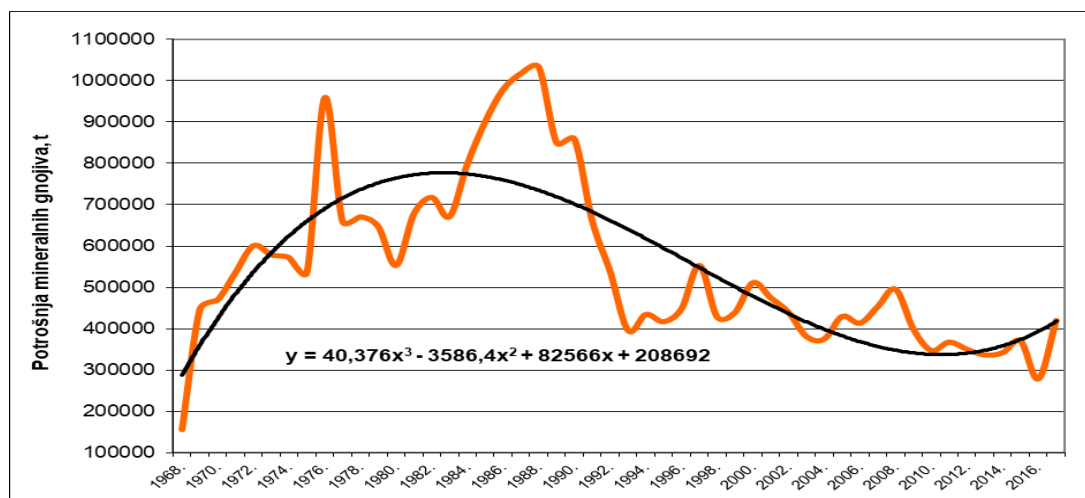
Proizvodnja mineralnih gnojiva, potražnja i cijene poljoprivrednih proizvoda te druge specifične okolnosti u svijetu utjecale su na povećanje primjene biljnih hranjiva putem gnojidbe, posebice poslije II Svjetskog rata. U Hrvatskoj je značajnija primjena mineralnih gnojiva započela 60-tih godina prošlog stoljeća. Na sljedećem grafičkom primjeru je prikazana proizvodnja ozime pšenice u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 1885. do 2017. (slika 4-2.).



Slika 4-2. Površine pod pšenicom i proizvodnja pšenice u Hrvatskoj u razdoblju 1885.-2017.

Primjena mineralnih gnojiva utjecala je na promjenu «kronično» negativne bilance hranjiva koja je ograničavala biljnu proizvodnju na mnogim gospodarstvima. Na slici 4-2. je jasno vidljivo vrijeme početka intenzivnije primjene mineralnih gnojiva u poljoprivredi i to upravo kroz povećanje prinosa ozime pšenice. Slična veza mogla bi se pronaći i pri uzgoju drugih kultura.

Godišnja potrošnja mineralnih gnojiva u Hrvatskoj u posljednjih nekoliko godina varira između 400.000 i 450.000 t, a što je znatno manje od potrošnje prije 1990. godine (slika 4-3.).



Izvor: Petrokemija d.d. Kutina (1968.-2012.), DZS (2013.-2017.)

Slika 4-3. Potrošnja mineralnih gnojiva u Hrvatskoj u razdoblju 1968.-2017.

4.3.1.2 Potrošnja mineralnih gnojiva u Hrvatskoj prije 2017.

Pravilnikom o dobroj poljoprivrednoj praksi o korištenju gnojiva (NN 56/08, 19.5.2008.) propisana su opća načela dobre poljoprivredne prakse u korištenju gnojiva, poput razdoblja u tijeku godine kad nije dozvoljena primjena gnojiva na poljoprivrednim tlima, načina primjene gnojiva na nagnutim terenima, vodom zasićenim tlima, plavljenom, smrznutom ili snijegom prekrivenom tlu, uvjeta za primjenu gnojiva blizu vodotoka, postupaka primjene mineralnog i organskog gnojiva, veličina i svojstva spremnika za stajski gnoj i brojnih drugih.

Visoke koncentracije nitrata u površinskim i podzemnim vodama iznad maksimalno dopuštenih obično se povezuju s poljoprivredom kao raspršenim izvorom dušika. Međutim, u Hrvatskoj osim poljoprivrede postoje i brojni drugi izvori N koji bi mogli biti primarni u nekim područjima, a u kojima se postavlja pitanje onečišćenosti vode nitratima. Pitanje otpadnih voda iz domaćinstava u mjestima gdje nije izgrađen kvalitetan sustav odvodne kanalizacijskih i otpadnih voda, zatim pitanje industrijskih otpadnih voda i sadržaja N u njima te način njihovog zbrinjavanja ovdje bi svakako trebalo promatrati izdvojeno od stvarnog utjecaja poljoprivrede. Raspored i intenzitet oborina, fizikalna, kemijska i biološka svojstva tla, te faza razvitka usjeva i evapotranspiracija presudno utječu na ispiranje N iz tla. Ispiranje nitrata N iz tla ovisi o količini nitrata u tlu i količini vode koja se procjeđuje kroz masu tla (Addiscott i sur. 1991; Meissner i sur., 1999; Pratt, 1984). Svi biljno uzgojni zahvati moraju osigurati dovoljne količine N za različite usjeve, pri čemu se postavlja uvjet da se smanji mogućnost gubitka N ispiranjem. Intenzitet gnojidbe N presudno utječe na koncentracije nitrata N u vodi (Köhler i sur., 2006; Mesić i sur., 2003).

Količine N primijenjene u poljoprivredi u Hrvatskoj mogu se prema izvoru podijeliti na mineralni (N_{\min}) i organski N (N_{org}). Prema statističkim podacima koje objavljuje FAO potrošnja N_{\min} u Hrvatskoj u razdoblju od 1992.-2001. se kretala u rasponu od 30 do 56 kg N ha⁻¹ poljoprivredne površine ili od 60 do 105 kg N ha⁻¹ obradive površine (tablica 4-7.).

Tablica 4-7. Potrošnja mineralnog N (N_{\min}) u Hrvatskoj u razdoblju 1992.-2001. (FAO)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Potrošnja mineralnih dušičnih gnojiva 1000 t	134	91	95	93	102	152	95	99	116	120
Poljoprivredna površina (1000 ha)	2404	2272	2312	2332	2980	2992	3151	3151	3156	3149
Obradiva površina i trajni nasadi (1000 ha)	1325	1179	1221	1233	1430	1442	1587	1590	1586	1586
kg N/ha poljoprivredne površine	56	40	41	40	34	51	30	32	37	38
kg N/ha obradive površine i trajnih nasada	101	77	78	75	71	105	60	63	73	76

Nakon uvođenja novog sustava praćenja podataka i izmjene uobičajene metodologije prikaza, danas se podaci koji se prema novom načinu praćenja prikazuju u statističkom godišnjaku bitno razlikuju. Prema statističkim podacima koje objavljuje FAO potrošnja N_{\min} u Hrvatskoj u razdoblju od 1996.-2016. se kretala u rasponu od 46 do 133 kg N ha⁻¹ poljoprivredne površine ili od 76 do 181 kg N ha⁻¹ obradive površine (tablica 4-8.) (<http://www.fao.org/faostat/en/>).

Tablica 4-8. Potrošnja mineralnog N (N_{\min}) u Hrvatskoj u razdoblju 1996.-2016. (FAO)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Potrošnja mineralnih dušičnih gnojiva 1000 t	102	152	95	99	116	120	130	124	145	125	114	131	171	93	117	140	107	78	74	87	72
Poljoprivredna površina (1000 ha)	1935	1941	2048	2032	1169	1178	1181	1196	1176	1211	1230	1202	1288	1300	1334	1326	1331	1567	1509	1538	1544
Obradiva površina i trajni nasadi (1000 ha)	1111	1108	1218	1197	911	923	928	935	917	946	957	932	946	956	988	980	985	949	891	920	944
kg N/ha poljoprivredne površine	53	78	46	49	99	102	110	104	123	103	93	109	133	72	88	106	80	50	49	57	47
kg N/ha obradive površine i trajnih nasada	92	137	78	83	127	130	140	133	158	132	119	141	181	97	118	143	109	82	83	95	76

Problem koji se javlja u prikazu potrošnje mineralnih gnojiva u Hrvatskoj uvjetovan je činjenicom da su podaci u Statističkom ljetopisu prikazani na način koji ne pruža mogućnosti za detaljan uvid u prostorni raspored potrošnje gnojiva. Osim toga, nema informacija o količinama pojedinačnih i kompleksnih mineralnih gnojiva.

Proizvodnja organskih gnojiva te sadržaj N u njima može se okvirno izračunati prema broju i načinu uzgoja domaćih životinja. Proizvodnja organskih gnojiva ovisi o broju stoke, a stvarna primjena se može samo procijeniti, pri čemu treba voditi računa o gubicima hranjiva koja se javljaju još u staji, zatim na gnojištu, prilikom transporta i primjene na polju i dr. S promjenama broja stoke u Hrvatskoj, mijenjala se i količina proizvedenih organskih gnojiva, tako da ona danas iznosi oko 10 milijuna tona organskih gnojiva godišnje.

4.3.2 Potrošnja gnojiva po kulturama

U Hrvatskoj nema pouzdanih podataka o potrošnji mineralnih gnojiva prema kulturama, premda postoje određene analize koje je radio FAO. Temeljem ekspertne procjene u sklopu ovog projekta u tablici 4-9. je prikazana potrošnja mineralnih gnojiva prema kulturama, uz pretpostavku da nema većeg odstupanja među pojedinim godinama. S obzirom na to da su ovi podaci prikupljeni za 1999. godinu, potrebno je provesti dodatnu analizu za 2017. g. pri čemu podaci navedeni u prikazanoj tablici mogu biti samo orijentacijski.

Ovdje je posebno važno uzeti u obzir i intenzitet stočarstva na nekom području, jer se u slučaju primjene organskih gnojiva smanjuje primjena mineralnih gnojiva, i to različito ovisno o kulturama. Nadalje, u većini uzgojnih područja se agrotehnika značajno razlikuje, što je također dijelom posljedica različite plodnosti tla, različitih klimatskih uvjeta, veličine gospodarstva itd. Potrebno je također naglasiti da se bitno razlikuje utjecaj gnojidbe N od primjerice utjecaja gnojidbe fosforom (P) jer se N kao vodeće biljno hranjivo primjenjuje redovito, dok se P može i izostaviti bez većeg negativnog utjecaja na prinos. Zato se u vremenima krize obično smanjuje intenzitet gnojidbe P i K, dok se N nastoji zadržati u okvirima potrebe kulture. Za potrebe izračuna pritiska N i P osmišljen je model prema kojem je prikazana prosječna gnojidba za sve kulture u svim županijama u kojima se navedena kultura uzgaja. Kod najzastupljenijih kultura, kukuruza i strnih žitarica, vjerojatno je

moguće dobiti bolju preciznost nego kod kultura koje se uzgajaju na manjim površinama. Isto tako, pitanje prosječne potrošnje gnojiva na razini županije može se uvijek kritički razmatrati, pa će uz podatak o površini pod nekom kulturom kao čimbenik primjene mineralnih gnojiva biti i veći broj parametara koje nije moguće prikazati.

Osim prikaza procjene FAO postoji i procjena potrošnje gnojiva za zemlje EU 15, koja je prikazana u dokumentu IRENA 08 – Mineral fertiliser consumption (Eurostat, http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/agri_environmental_indicators/documents/IRENA%20IFS%2008%20-%20Mineral%20fertiliser%20consumption_FINAL.pdf). Prikaz procjene potrošnje gnojiva koristan je za usporedbu s našim uvjetima te je prikazan u tablici 4-10. za N, te u tablici 4-11. za P (P_2O_5).

Tablica 4-9. Procijenjena potrošnja aktivne tvari mineralnih gnojiva u Republici- Hrvatskoj po kulturama (prema FAO i EFMA-IFA, 1999)

(EFMA-IFA)	Površina (000 ha)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ukupno
Godina 1999			Prosjek (kg/ha)		Potrošnja (000 Mt)			
Lucerna	43,1	60,3	44,1	65,0	2,6	1,9	2,8	7,3
Ječam	44,9	29,0	49,0	29,0	1,3	2,2	1,3	4,9
Kupus	9,7	103,1	51,5	41,2	1,0	0,5	0,4	1,9
Mrkva	3,3	121,2	60,6	60,6	0,4	0,2	0,2	0,8
Djeteline	36,5	79,5	41,1	79,5	2,9	1,5	2,9	7,3
Stočni kelj	1,2	83,3	83,3	83,3	0,1	0,1	0,1	0,3
Krastavci	4,1	146,3	48,8	48,8	0,6	0,2	0,2	1,1
Grah	6,6	45,5	60,6	45,5	0,3	0,4	0,3	1,0
Krma (repe)	6,1	114,8	49,2	65,6	0,7	0,3	0,4	1,5
Krma (ostalo)	19,6	112,2	40,8	91,8	2,2	0,8	1,8	4,7
Češnjak	2,7	111,1	37,0	74,1	0,3	0,1	0,2	0,6
Grožđe	59,1	79,5	40,6	59,2	4,7	2,4	3,5	10,6
Kukuruz	385,7	100,1	35,0	35,0	38,6	13,5	13,5	65,6
Kukuruz, silaža	16,9	118,3	47,3	59,2	2,0	0,8	1,0	3,8
Zob	24,1	29,0	41,5	29,0	0,7	1,0	0,7	2,4
Masline	15,4	58,4	45,5	58,4	0,9	0,7	0,9	2,5
Luk	6,8	117,6	44,1	58,8	0,8	0,3	0,4	1,5
Grašak, zrno	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Grašak, mahune	3,2	156,3	62,5	62,5	0,5	0,2	0,2	0,9
Paprika	4,8	104,2	62,5	62,5	0,5	0,3	0,3	1,1
Krumpir	66,4	69,3	34,6	45,2	4,6	2,3	3,0	10,0
Repica	16,4	79,3	54,9	67,1	1,3	0,9	1,1	3,3
Raž	2,5	40,0	80,0	40,0	0,1	0,2	0,1	0,4
Soja	46,5	30,1	45,2	60,2	1,4	2,1	2,8	6,3
Šećerna repa	28,0	100,0	60,7	78,6	2,8	1,7	2,2	6,7
Suncokret	42,3	80,4	40,2	49,6	3,4	1,7	2,1	7,2
Duhan	6,5	15,4	61,5	76,9	0,1	0,4	0,5	1,0
Rajčica	6,4	125,0	46,9	62,5	0,8	0,3	0,4	1,5
Lubenica	2,9	172,4	69,0	103,4	0,5	0,2	0,3	1,0
Pšenica	169,8	104,8	34,7	34,7	17,8	5,9	5,9	29,7
Ukupno	1082,2				93,9	43,1	49,5	187,0
1999 Ukupna potrošnja procjena (IFA)					99,4	43,8	51,0	194,2
1999 Ukupna potrošnja procjena (FAO)					104,9	43,7	51,0	199,6

Izvor: <http://www.fao.org/ag/agl/agll/oldocsp.jsp>

Tablica 4-10. Potrošnja N min. po kulturama (kg N ha⁻¹) u EU 15 za 1999./2000.

Kultura	N EU 15 1999/2000	Min.	Oznaka zemlje	Max.	Oznaka zemlje
Pšenica	139	80	EL	190	NL
Ječam	107	60	PT	150	DE
Raž, zob	96	60	PT	120	DE
Kukuruz za zrno	179	44	NL	231	ES
Krumpir	142	70	FI	200	EL
Š.repa	126	90	IT	180	IE
Ulj. Repica	153	80	IT, FI	180	NL
Suncokret, soja, lan	33	0	NL	70	DK
Grašak, grah	8	0	FR,IE	40	EL, FI
Povrće	138	60	IE	205	ES
Krmne leguminoze	18	0	FR	110	DK
Krmne kulture ostale	59	10	IT, FI	150	DK
Silažni kukuruz	70	30	DK	150	IT
Voćnjaci, vinogradi	54	36	AT	100	DK
Gnojani travnjaci	90	15	IT	243	NL

Izvor: IRENA INDICATOR FACT SHEET

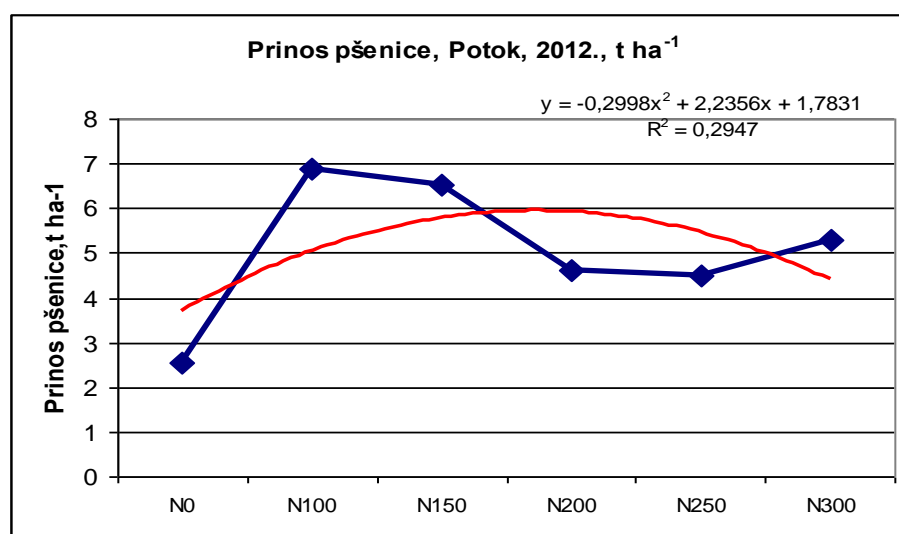
Tablica 4-11. Potrošnja P min. po kulturama (kg P₂O₅ ha⁻¹) u EU 15 za 1999./2000.

Kultura	P ₂ O ₅ EU 15 1999/2000	Min.	Oznaka zemlje	Max.	Oznaka zemlje
Pšenica	42	9	NL	60	IE
Ječam	40	9	NL	60	IE
Raž, zob	32	7	NL	60	IE
Kukuruz za zrno	68	35	NL	115	ES
Krumpir	86	35	DK	220	IE
Š.repa	67	35	DK	130	IE
Ulj. Repica	44	16	DK	75	ES
Suncokret, soja, lan	28	0	IE	50	IT
Grašak, grah	27	7	AT	56	NL
Povrće	77	40	DK	110	IE
Krmne leguminoze	22	10	DK	50	FR
Krmne kulture ostale	20	5	IT	56	UK
Silažni kukuruz	26	22	FR	80	IE
Voćnjaci, vinogradi	31	18	AT	50	FI
Gnojani travnjaci	19	5	IT	30	ES

Izvor: IRENA INDICATOR FACT SHEET

4.3.2.1 Potrošnja gnojiva kod strnih žitarica

O problematici određivanja prosječne količine N za strne žitarice može se govoriti u kontekstu ukupne proizvodnje u Republici Hrvatskoj, uobičajene gnojivne prakse, postotnom udjelu strnih žitarica u pojedinoj županiji te o razini znanja i informacija o potrebi kulture koju poljoprivrednik posjeduje. Za prikaz problematike određivanja utjecaja gnojidbe N na prinos pšenice, kao najzastupljenije strne žitarice u Republici Hrvatskoj korišteni su rezultati poljskog pokusa u Popovači, s rastućim razinama N gnojidbe. Vrijednosti prinosa ozime pšenice u vegetacijskoj godini 2011./2012. bile su zadovoljavajuće i čak nešto više u usporedbi s prijašnjim godinama istraživanja te približne uobičajenim prosjecima za pripadajuće agroekološke uvjete (slika 4-4.). Razlog tome je što je vodni režim tla tijekom većeg dijela vegetacijskog razdoblja bio optimalan. Smanjenje prinosa na varijantama s 200 i 250 kg N/ha rezultat je utjecaja niskih pH vrijednosti tla što se dijelom objašnjava kontinuiranom 17-godišnjom primjenom N min.gnojidbe.



Izvor: M. Mesić i sur. – vlastita istraživanja

Slika 4-4. Prinos ozime pšenice na pokusu s N min. gnojidbom

Temeljem prikazanog može se zaključiti da je uz intenzitet gnojidbe dušikom pH vrijednost bila ograničavajući čimbenik za realizaciju visokih prinosa pšenice, a što je česti problem u Republici Hrvatskoj. Na temelju podataka koje objavljuje DZS (tablica 4-12.) prosječni prinos ozime pšenice u razdoblju 2008.-2012. je iznosio 5,1 t/ha, što je danas razmjerno nizak prinos. Za 2012. prosječni prinos ozime pšenice u Republici Hrvatskoj iznosi 5,3 t/ha. Kad bi se količina N potrebnog za gnojidbu

određivala prema visini ovakvog prosječnog prinosa, ona bi u stvari bila razmjerno niska. Ipak, treba reći da na prinos, osim gnojidbe utječe i ostala razina agrotehnike, vremenske prilike pojedinih godine, te općenito povoljnost uvjeta za uzgoj ozime pšenice u pojedinom području. Zato smo modeliranje proveli na prosječno ostvaren prinos zrna od 5,1 t/ha.

Tablica 4-12. Proizvodnja ozime pšenice u Republici Hrvatskoj u razdoblju 2008.-2017.

Godina	Površina ha	Ukupna proizvodnja t	Prinos t ha ⁻¹
2008	156.536	858.333	5,5
2009	180.376	936.076	5,2
2010	168.507	681.017	4,0
2011	149.797	782.499	5,2
2012	186.949	999.681	5,3
2013	204.506	998.940	4,9
2014	156.139	648.917	4,2
2015	140.986	758.638	5,4
2016	168.029	960.081	5,7
2017	116.150	682.322	5,9
Prosjek 2008 - 2017	162.798	830.650	5,1

Izvor: DZS

Ako se u jednadžbu visine prinosa: $Y = -0,2998x^2 + 2,2356x + 1,7831$ za vrijednost x uvrstite vrijednosti od 1,1 do 2,0 (tablica 4-13.), a što bi odgovaralo količini N min. od 10 do 100 kg N ha⁻¹, proistječe da je za prinos pšenice od 5,1 t ha⁻¹ dovoljna gnojidba od cca. 100 kg N/ha.

Tablica 4-13. Prikaz koeficijenata x za vrijednosti Y i izračun N min. gnojidbe

x^2			x		Y	kg N ha ⁻¹
1,21	-0,36276	2,2356	1,1	1,7831	3,9	10
1,44	-0,43171	2,2356	1,2	1,7831	4,0	20
1,69	-0,50666	2,2356	1,3	1,7831	4,2	30
1,96	-0,58761	2,2356	1,4	1,7831	4,3	40
2,25	-0,67455	2,2356	1,5	1,7831	4,5	50
2,56	-0,76749	2,2356	1,6	1,7831	4,6	60
2,89	-0,86642	2,2356	1,7	1,7831	4,7	70
3,24	-0,97135	2,2356	1,8	1,7831	4,8	80
3,61	-1,08228	2,2356	1,9	1,7831	4,9	90
4	-1,1992	2,2356	2	1,7831	5,1	100

Prema izlaznim vrijednostima ovog modela prosječna količina N potrebna za ostvarenje prosječnog višegodišnjeg prinosa od 5,1 t ha⁻¹ zrna ozime pšenice iznosila je oko 100 kg N ha⁻¹ te je navedena vrijednost korištena kao polazna u procjeni N gnojidbe, a korigirana je u skladu s procjenom različitosti intenziteta gnojidbe prema županijama (tablica 4-14.).

Tablica 4-14. Prikaz procijenjenih količina N gnojidbe za žitarice na razini županija u 2017.

Županija	Žitarice ha	N min. kg ha ⁻¹	N min. t	N org. t	N org. kg ha ⁻¹	Ukupno N t	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	20.568	120	2.404			2.404	120
Brodsko-posavska	25.657	120	2.901			2.901	120
Dubrovačko-neretvanska	3	80	0			0	80
Grad Zagreb	2.491	100	178			178	100
Istarska	3.550	100	334			334	100
Karlovačka	4.131	100	360			360	100
Koprivničko-križevačka	16.026	110	1.757			1.757	110
Krapinsko-zagorska	2.965	100	296			296	100
Ličko-senjska	3.552	80	239			239	80
Međimurska	9.058	120	1.025			1.025	120
Osječko-baranjska	63.437	125	6.991			6.991	125
Požeško-slavonska	12.998	120	1.522			1.522	120
Primorsko-goranska	24	80	0			0	80
Sisačko-moslavačka	10.243	110	1.042			1.041	110
Splitsko-dalmatinska	468	80	34			34	80
Šibensko-kninska	360	60	21			21	60
Varaždinska	7.286	120	859			859	120
Virovitičko-podravska	19.762	120	2.011			2.011	120
Vukovarsko-srijemska	38.674	120	4.497			4.497	120
Zadarska	823	80	63			63	80
Zagrebačka	14.335	100	1.381			1.381	100
UKUPNO HR	256.412	109	27.915			27.915	109

Prema procjeni na ukupno 256.412 ha zasijanih strnim žitaricama u Republici Hrvatskoj 2017., za gnojidbu je ukupno primijenjeno 27.915 t dušika iz mineralnih gnojiva (N min.). Organska N gnojidba (N org.) prikazana je kod kultura za koje se tradicionalno primjenjuje stajski gnoj. U plodoredu na mjesto okopavina najčešće dolaze strne žitarice, tako da i one koriste dio mineraliziranog N iz

prethodno primijenjenih organskih gnojiva, ali to za potrebe prostornog prikaza u sklopu ovoga projekta možemo zanemariti.

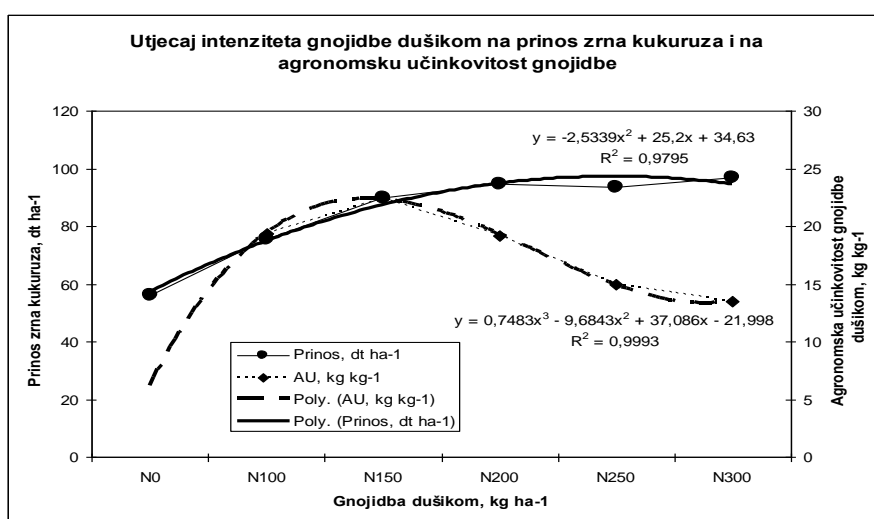
4.3.2.2 Potrošnja gnojiva kod kukuruza

Prema rezultatima projekta „Fertilizer Use by Crop at the Country Level (1990–2010)“ provedenog od strane djelatnika Iowa State University (Rosas, 2012.) u Republici Hrvatskoj se u 20-godišnjem prosjeku za gnojidbu kukuruza utrošilo 46.000 t N, pri čemu je N gnojidba u navedenom razdoblju varirala od 30.400 t (1993. godine) do 68.700 t (1990. godine). Prema istom autoru, u navedenom razdoblju prosječna količina N min. za kukuruz u Republici Hrvatskoj je iznosila 125 kg N ha⁻¹, a varirala je od 82 kg N ha⁻¹ (1993.) do 180 kg N ha⁻¹ (2007.).

Za potrebu analize stanja i prikaza prosječne N gnojidbe za kukuruz korišteni su rezultati istraživanja koje se na temu gnojidbe rastućim količinama dušika provodi od 1996. godine. Utjecaj N gnojidbe na prinos kukuruza (pokusno polje u Popovači) prikazan je na slici 4-5. Prema prosječnim rezultatima, prinos zrna kukuruza povećavao se s N gnojidbom do 200 kg N ha⁻¹, nakon čega povećanje količine ovog hranjiva nije utjecalo na povećanje prinosa. Jednadžba koja opisuje utjecaj N gnojidbe na prinos kukuruza u dvogodišnjem prosjeku glasi:

$$Y = -2,5339x^2 + 25,2x + 34,63$$

(x = 1, 2, 3, 4, 5 i 6 za 0, 100, 150, 200, 250 i 300 kg N primijenjenog u gnojidbi).



Izvor: M. Mesić i sur. – vlastita istraživanja

Slika 4-5. Grafički prikaz utjecaja gnojidbe mineralnim dušikom (N min.) na prinos zrna kukuruza i na agronomsku učinkovitost gnojidbe

Istovremeno, agronomska učinkovitost gnojidbe dušikom povećavala se do 150 kg N, a zatim se smanjivala, što se može opisati jednadžbom:

$$Y = 0,7483x^3 - 9,6843x^2 + 37,086x - 21,998 ,$$

Y = agronomska učinkovitost gnojidbe, x = 1-6, redom za svaku varijantu N gnojidbe

Intenzitet N gnojidbe presudno je utjecao na iznošenje N prinosom test kultura, kao i na agronomsku učinkovitost gnojidbe.

Na temelju podataka koje objavljuje DZS (tablica 4-15.) prosječni prinos kukuruza u razdoblju 2008.-2017. je iznosio je 6,8 t/ha, što je razmjerno nizak prinos. U 2012. prosječni prinos kukuruza u Republici Hrvatskoj je bio vrlo nizak, svega 4,3 t/ha. Kad bi se količina N određivala prema visini ovakvog prosječnog prinosa, ona bi u stvari bila vrlo niska. Međutim, na prinos osim gnojidbe, utječe i ostala razina agrotehnike, vremenske prilike pojedinih godina, te općenito povoljnost uvjeta za uzgoj kukuruza u pojedinom području. Zbog navedenog, za potrebe ovoga projekta modeliranje je provedeno na prosječno ostvaren prinos zrna kukuruza od 6,8 t ha⁻¹.

Tablica 4-15. Proizvodnja kukuruza u Republici Hrvatskoj u razdoblju 2008.-2017.

Godina	Površina ha	Ukupna proizvodnja t	Prinos t ha ⁻¹
2008	314.062	2.504.940	8,0
2009	296.910	2.182.521	7,4
2010	296.768	2.067.815	7,0
2011	305.130	1.733.664	5,7
2012	299.161	1.297.590	4,3
2013	288.365	1.874.372	6,5
2014	252.567	2.046.966	8,1
2015	263.970	1.709.152	6,5
2016	252.072	2.154.470	8,5
2017	247.119	1.559.638	6,3
Prosjek 2008 - 2017	281.612	1.913.113	6,8

Izvor: DZS

Ako se u gore prikazanu jednadžbu $Y = -2,5339x^2 + 25,2x + 34,63$ za vrijednost x uvrste brojevi 1,1, 1,2, 1,3 i 1,4 (tablica 4-16.), a što su količine N min. od 105, 110, 115 i 120 kg N ha⁻¹, proistječe da je za prinos kukuruza od 6,8 t ha⁻¹ dovoljna gnojidba od cca. 120 kg N. Ovdje treba naglasiti da je na području Republike Hrvatske redovita praksa i primjena organskih N gnojiva (N org.) pred kukuruz, kao našu najrasprostranjeniju okopavinu.

Tablica 4-16. Prikaz koeficijenata x za vrijednosti Y i izračun gnojidbe dušikom

x^2			x		Y	kg N ha ⁻¹
1,21	-3,066019	25,2	1,1	34,63	59	105
1,44	-3,648816	25,2	1,2	34,63	61	110
1,69	-4,282291	25,2	1,3	34,63	63	115
1,96	-4,966444	25,2	1,4	34,63	65	120

Prema izlaznim vrijednostima ovog modela prosječna N min. gnojidba kukuruza u 2017. godini je iznosila oko 120 kg N ha⁻¹.

S obzirom na rezultat modela te agrotehničke zahvate u uzgoju kukuruza u pojedinim županijama Republike Hrvatske, u tablici 4-17. je prikazan raspored primjene dušika iz mineralnih (N min.) i organskih (N org.) gnojiva u 2017.

Tablica 4-17. Prikaz procijenjenih količina N gnojidbe za kukuruz na razini županija u 2017.

Županija	Kukuruz ha	N min. kg ha ⁻¹	N min. t	N org t	N org. kg ha ⁻¹	Ukupno N t	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	40.775	120	4.890	3.552	87	8.442	207
Brodsko-posavska	24.086	140	3.302	1.916	80	5.218	220
Dubrovačko-neretvanska	23	100	2			2	100
Grad Zagreb	2.301	130	278	206	90	485	220
Istarska	2.041	120	219	87	43	306	163
Karlovačka	6.029	120	718	875	145	1.593	265
Koprivničko-križevačka	32.628	130	4.235	3.101	95	7.336	225
Krapinsko-zagorska	7.193	130	934	997	139	1.931	269
Ličko-senjska	687	100	68	502	730	570	830
Međimurska	13.271	130	1.704	1.057	80	2.761	210
Osječko-baranjska	53.159	145	7.481	5.342	100	12.823	245

Požeško-slavonska	12.316	140	1.717	682	55	2.399	195
Primorsko-goranska	14	100	1	16	1141	17	1241
Sisačko-moslavačka	20.661	130	2.674	1.925	93	4.599	223
Splitsko-dalmatinska	517	100	67	122	236	189	336
Šibensko-kninska	178	100	18	43	239	60	339
Varaždinska	15.198	120	1.803	1.742	115	3.545	235
Virovitičko-podravska	24.110	140	3.207	897	37	4.103	177
Vukovarsko-srijemska	31.346	140	4.235	2.252	72	6.486	212
Zadarska	348	100	35	80	229	114	329
Zagrebačka	28.583	120	3.421	2.766	97	6.187	217
UKUPNO HR	315.464	130	41.010	28.158	89	69.168	219

Prema procjeni na ukupno 315.464 ha zasijanih kukuruzom u Republici Hrvatskoj 2017., za kukuruz je ukupno primijenjeno 41.010 t N min. i 28.158 t N org., što ukupno čini 69.168 t N, odnosno ukupno 219 kg N/ha. Može se pretpostaviti da je ta gnojidba dovoljna za puno više prinose kukuruza nego što se bilježe u statističkim izvorima. Nadalje se može pretpostaviti i da postoji čitav niz drugih elementa, od obrade tla, zaštite, agrotehničkih rokova, plodnosti tla itd., koji, uz razinu znanja poljoprivrednika, utječu na realizaciju prosječnog prinosa.

4.3.2.3 Potrošnja gnojiva kod ostalih kultura

Ako se zajedno prikaže udio žitarica i kukuruza u postotku zastupljenosti površina (tablica 4-18.) može se zaključiti da se na gotovo 29 % korištenih poljoprivrednih površina u Hrvatskoj uzgajaju žitarice i kukuruz. Istovremeno, za gnojidbu žitarica i kukuruza utroši se oko 58 % N min., dok se prema korištenom modelu čak 61% N org. primarno utroši za kukuruz. Ako se sagledaju površine pod livadama i pašnjacima (koje čini još 45 % ukupnih korištenih poljoprivrednih površina), na kojim se prema korištenom modelu primijeni 10,2 % ukupnog N min., te 11,3 % ukupnog N org., može se zaključiti da se sve ostale kulture uzgajaju na preostalim 26,3 % površina, te da se na njima primijeni preostala količina od 31,7 % N min. i 27,5 % N org. (tablica 4-18).

Tablica 4-18. Udio žitarica i kukuruza u ukupno korištenim poljoprivrednim površinama i potrošnji N mineralnog (N min.) i N organskog (N org.) u 2017.

Udio žitarica i kukuruza	Površina Udio	N min. t	N org. t
Žitarice, ha	256.412	27.915	
Kukuruz, ha	315.464	41.010	28.158
Ukupno žitarice i kukuruz, ha	571.876	68.925	28.158
Ukupno Hrvatska, ha	2.000.990	118.636	45.996
Ukupno Hrvatska, %	100	100	100
Ukupno žitarice i kukuruz, %	28,6	58,1	61,2
Ukupno livade i pašnjaci, ha	901.381	12.086	5.203
Ukupno livade i pašnjaci, %	45,1	10,2	11,3
Sve ostale kulture, ha	527.733	37.625	12.635
Sve ostale kulture, %	26,3	31,7	27,5

S obzirom na nedostatak detaljnijih informacija o potrošnji gnojiva na razini županija, kao niti službenih statističkih podataka o prinosu u pojedinim područjima, ovaj pristup smatramo dovoljno dobrim za potrebe studijskog rada. Istovremeno, ako bi se postavilo pitanje procjene nesigurnosti za prikazane podatke, tada bi se ona mogla postaviti upravo na 20 %. To se u ovakvom načinu modeliranja može smatrati dovoljno reprezentativnim za potrebe studijskog rada. U sličnim domaćim, pa i međunarodnim aktivnostima u procjeni emisije iz poljoprivrede kao vjerodostojni koriste se slični postupci, često i s većom procijenjenom nesigurnosti (NIR, IPCC,..).

Izračun potrošnje dušika za ostale kulture prikazan je u nastavku. S obzirom na to da veliki broj kultura, raznolikost prakse u primjeni gnojiva, raznolikost agroekoloških uvjeta, te razmjerno velikog broja ostalih parametara koji utječu na primjenu gnojiva, koristili smo ekspertno procijenjene podatke za primjenu mineralnog i organskog dušika na prostoru cijele Hrvatske.

Prema prikazanim rezultatima za uzgoj krmnih kultura na 73.901 ha utrošeno je 2.516 t N min., te dodatnih 4.393 t N org. (tablica 4-19). Navedeno daje prosječni intenzitet gnojidbe na razini Republike Hrvatske od 93 kg N ha⁻¹, što smatramo prosjekom koji može zadovoljiti potrebe krmnih kultura. S obzirom da nema podatka o odnosu leguminoznih i neleguminoznih krmnih kultura, kao niti podataka o eventualno združenoj sjetvi, detaljniju analizu nismo mogli raditi.

Tablica 4-19. Prikaz procijenjenih količina N gnojidbe za krmne kulture na razini županija u 2017.

Županija	Krmne kulture ha	N min. kg ha ⁻¹	N min. t	N org. t	N org. kg ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	4.621	40	175	540	117	716	157
Brodsko-posavska	8.738	50	264	323	37	587	87
Dubrovačko-neretvanska	123	30	4			4	30
Grad Zagreb	957	50	8	29	30	37	80
Istarska	5.881	30	152	130	22	282	52
Karlovačka	2.743	50	112	141	51	252	101
Koprivničko-križevačka	4.806	40	190	726	151	915	191
Krapinsko-zagorska	2.439	40	97	65	27	162	67
Ličko-senjska	2.989	30	59	461	154	520	184
Međimurska	2.760	30	80	84	30	164	60
Osječko-baranjska	10.284	50	294	614	60	908	110
Požeško-slavonska	2.834	50	113	52	19	165	69
Primorsko-goranska	77	30	1	74	967	75	997
Sisačko-moslavačka	6.853	40	195	291	42	485	82
Splitsko-dalmatinska	965	30	28	41	42	69	72
Šibensko-kninska	895	30	27	30	34	57	64
Varaždinska	1.901	50	94	63	33	157	83
Virovitičko-podravska	2.125	50	89	59	28	148	78
Vukovarsko-srijemska	6.146	50	281	182	30	463	80
Zadarska	990	30	28	27	27	54	57
Zagrebačka	4.774	50	228	460	96	688	146
UKUPNO HR	73.901	34	2.516	4.393	59	6.908	93

S obzirom na negativan utjecaj intenzivne N gnojidbe na kakvoću duhana, kao prosječna količina gnojidbe određena je ona sa 30 kg N/ha, pri čemu je za ukupno 4.484 ha pod duhanom utrošeno ukupno 135 t N min. u 2017. (tablica 4-20.),

Tablica 4-20. Prikaz procijenjenih količina N gnojidbe za kukuruz na razini županija u 2017.

Županija	Duhan ha	N min. kg ha ⁻¹	N min. t	N org. t	N org. kg ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	28	30	1			1	30
Brodsko-posavska	1	30	0,04			0	30
Dubrovačko- neretvanska	0					0	0
Grad Zagreb	0					0	0
Istarska	0					0	0
Karlovačka	0					0	0
Koprivničko-križevačka	71	30	2			2	30
Krapinsko-zagorska	0					0	0
Ličko-senjska	0					0	0
Međimurska	0					0	0
Osječko-baranjska	54	30	2			2	30
Požeško-slavonska	743	30	22			22	30
Primorsko-goranska	0					0	0
Sisačko-moslavačka	0					0	0
Splitsko-dalmatinska	0					0	0
Šibensko-kninska	0					0	0
Varaždinska	0					0	0
Virovitičko-podravska	3.569	30	107			107	30
Vukovarsko-srijemska	18	30	1			1	30
Zadarska	0					0	0
Zagrebačka	0					0	0
UKUPNO HR	4.484	30	135			135	30

Sljedeća analizirana kultura je šećerna repa. Izlazni podaci modela za gnojidbu šećerne repe dušikom prikazani su u tablici 4-21. Uzgoj šećerne repe u Republici Hrvatskoj se provodi u dijelu županija u kojima za to postoje povoljni agroekološki, ali i ekonomski i organizacijski uvjeti. Prema rezultatu modela za ukupno 19.410 ha šećerne repe u 2017., utrošeno je 3.019 t N min., te dodatnih 897 t N org, uz prosječni intenzitet gnojidbe 202 kg N ha⁻¹, od čega je mineralni značajniji s udjelom od 156 kg ha⁻¹, a preostala količina od 46 kg ha⁻¹ je bila iz organskih gnojiva (tablica 4-20.).

Tablica 4-21. Prikaz procijenjenih količina N gnojidbe za šećernu repu na razini županija u 2017.

Županija	Šećerna repa ha	N min. kg ha ⁻¹	N min. t	N org. t	N org. kg ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	36	155	5,7			6	155
Brodsko-posavska	761	160	121,8	81	106	203	266
Dubrovačko-neretvanska	0						
Grad Zagreb	0						
Istarska	0						
Karlovačka	0						
Koprivničko-križevačka	100	160	16,0	20	202	36	362
Krapinsko-zagorska	0						
Ličko-senjska	0						
Međimurska	194	160	31,0	16,8	86	48	246
Osječko-baranjska	8.987	155	1.392,9	288,8	32	1.682	187
Požeško-slavonska	660	160	102,2	52,4	79	155	239
Primorsko-goranska	0						
Sisačko-moslavačka	0						
Splitsko-dalmatinska	0						
Šibensko-kninska	0						
Varaždinska	56	160	8,9			9	160
Virovitičko-podravska	921	160	147,4	74,1	80	222	240
Vukovarsko-srijemska	7.695	155	1.192,8	363,8	47	1.557	202
Zadarska	0						
Zagrebačka	0						
UKUPNO HR	19.410	156	3.019	897	46	3.916	202

Kultura koja slijedi ima različitu primjenu dušika ovisno o provedbi bakterizacije sjemena, značajkama tla na kojem se uzgaja, a posebice pH vrijednosti, sadržaja humusa, vodozračnih odnosa i sl. Riječ je o soji za koju su podaci prikazani u tablici 4-22. Prema analiziranim rezultatima za 2017., na 94.740 ha na kojima se je uzgajala soja utrošeno je 5.780 t N min., uz prosječni intenzitet gnojidbe od 61 kg N min.

Tablica 4-22. Prikaz procijenjenih količina N gnojidbe za soju na razini županija u 2017.

Županija	Soja ha	N min. kg ha ⁻¹	N min. t	N org. t	N org. kg ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	5.561	60	333			333	60
Brodsko-posavska	9.146	60	502			502	60
Dubrovačko- neretvanska	0					0	0
Grad Zagreb	294	60	-3			-3	60
Istarska	95	60	5			5	60
Karlovačka	700	60	42			42	60
Koprivničko-križevačka	1.330	60	80			80	60
Krapinsko-zagorska	1	60	0			0	60
Ličko-senjska	19	60	1			1	60
Međimurska	1.390	60	78			78	60
Osječko-baranjska	21.214	75	1.482			1.482	75
Požeško-slavonska	4.554	60	273			273	60
Primorsko-goranska	0					0	0
Sisačko-moslavačka	4.818	60	281			281	60
Splitsko-dalmatinska	0					0	0
Šibensko-kninska	0					0	0
Varaždinska	813	60	47			47	60
Virovitičko-podravska	13.291	60	678			678	60
Vukovarsko-srijemska	26.983	65	1.713			1.713	65
Zadarska	2	60	0			0	60
Zagrebačka	4.531	60	267			267	60
UKUPNO HR	94.740	61	5.780			5.780	61

U tablici 4-23. prikazani su podaci o površinama i N gnojidbi suncokreta. Prema rezultatu modela za 2017., na ukupno 42.589 ha pod suncokretom korišteno je 4.209 t N min., te dodatnih 781 t N org. Prosječni intenzitet gnojidbe dušikom je iznosio 117 kg ha⁻¹ dušika, od čega je mineralni značajniji s udjelom od 99 kg ha⁻¹, a preostala količina od 18 kg ha⁻¹ je dobivena iz organskih gnojiva.

Tablica 4-23. Prikaz procijenjenih količina N gnojidbe za suncokret na razini županija u 2017.

Županija	Suncokret ha	N min. kg ha ⁻¹	N min. t	N org. t	N org. kg ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	188	100	19			19	100
Brodsko-posavska	1.829	100	135	54	29	189	129
Dubrovačko- neretvanska	0						
Grad Zagreb	64	100	-4			-4	100
Istarska	3	100	0,3			0,3	100
Karlovačka	6	100	0,2			0,2	100
Koprivničko-križevačka	344	100	34			34	100
Krapinsko-zagorska	0						
Ličko-senjska	2	100	0,2			0,2	100
Međimurska	394	110	10			10	110
Osječko-baranjska	22.608	110	2.268	289	13	2.556	123
Požeško-slavonska	687	110	75			75	110
Primorsko-goranska	0						
Sisačko-moslavačka	42	100	1			1	100
Splitsko-dalmatinska	0						
Šibensko-kninska	0						
Varaždinska	42	100	4			4	100
Virovitičko-podravsko	3.267	110	328	74	23	402	133
Vukovarsko-srijemska	12.985	110	1.326	364	28	1.689	138
Zadarska	5	100	0,5			0,5	100
Zagrebačka	122	100	12			12	100
UKUPNO HR	42.589	99	4.209	781	18	4.990	117

Osim suncokreta, određena je i površina pod ostalim uljaricama, a rezultati modela su prikazani u tablici 4-24. Za preostale površine pod uljaricama u 2017., na oko 62.017 ha utrošeno je 5.486 t N min. Prema modelu za ostale uljarice u pojedinim županijama primjena dušika varirala je od 80 do 110 kg, s prosječnom gnojidbom mineralnim dušikom od 88 kg N ha⁻¹.

Tablica 4-24. Prikaz procijenjenih količina N gnojidbe za uljarice na razini županija u 2017.

Županija	Uljarice ha	N min. kg ha ⁻¹	N min. t	N org. t	N org. kg ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	2.394	100	226			226	100
Brodsko-posavska	6.047	100	525			525	100
Dubrovačko- neretvanska	0						
Grad Zagreb	416	100	-13			-13	100
Istarska	115	80	5			5	80
Karlovačka	397	80	24			24	80
Koprivničko-križevačka	4.455	100	438			438	100
Krapinsko-zagorska	710	100	70			70	100
Ličko-senjska	18	80	1			1	80
Međimurska	2.186	100	199			199	100
Osječko-baranjska	20.566	105	1.686			1.686	105
Požeško-slavonska	2.708	110	287			287	110
Primorsko-goranska	1	100	0,1			0,1	100
Sisačko-moslavačka	2.556	100	222			222	100
Splitsko-dalmatinska	0						
Šibensko-kninska	0						
Varaždinska	2.074	100	205			205	100
Virovitičko-podravska	6.635	105	578			578	105
Vukovarsko-srijemska	8.601	105	829			829	105
Zadarska	1	100	0,06			0,06	100
Zagrebačka	2.135	100	204			204	100
UKUPNO HR	62.017	88	5.486			5.486	88

Modelom predviđena potrošnja dušika za krumpir prikazana je u tablici 4-25. Prema rezultatu modela za ukupno 13.856 ha na kojima je uzgajan krumpir u 2017., ukupno je korišteno 1.511 t N min., te dodatnih 810 t N org., uz prosječni intenzitet gnojidbe od 167 kg ha⁻¹ dušika, od čega je mineralni bio značajniji s udjelom od 109 kg ha⁻¹, a preostala količina od 58 kg ha⁻¹ je dobivena iz organskih gnojiva.

Tablica 4-25. Prikaz procijenjenih količina N gnojidbe za krumpir na razini županija u 2017.

Županija	Krumpir ha	N min. kg ha ⁻¹	N min. t	N org. t	N org. kg ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	1.208	120	145	35	29	179	149
Brodsko-posavska	112	120	13	13	121	27	241
Dubrovačko- neretvanska	79	140	11	4	56	15	196
Grad Zagreb	163	100	16	3	18	19	118
Istarska	940	140	131	52	55	183	195
Karlovačka	441	100	43	59	133	102	233
Koprivničko-križevačka	159	120	19	20	127	39	247
Krapinsko-zagorska	581	80	46	39	67	85	147
Ličko-senjska	535	100	53	54	100	107	200
Međimurska	3.091	140	340	252	81	592	221
Osječko-baranjska	316	120	38	36	114	74	234
Požeško-slavonska	450	120	52	21	47	73	167
Primorsko-goranska	37	80	3	1	22	4	102
Sisačko-moslavačka	1.225	80	96	12	10	108	90
Splitsko-dalmatinska	657	100	66	33	50	98	150
Šibensko-kninska	191	80	15	2	8	17	88
Varaždinska	1.077	120	129	52	49	182	169
Virovitičko-podravsko	640	120	76	15	23	91	143
Vukovarsko-srijemska	878	120	105	73	83	178	203
Zadarska	276	120	33	21	77	54	197
Zagrebačka	800	100	80	14	18	94	118
UKUPNO HR	13.856	109	1.511	810	58	2.321	167

Kupus je sljedeća kultura koja je izdvojena s obzirom na površine na kojima se uzgajala u Republici Hrvatskoj u 2017. Rezultati modela za gnojidbu kupusa dušikom prikazani su u tablici 4-26. Na

ukupnoj površini pod kupusom od 5.285 ha u prosjeku je primijenjeno 163 kg ha⁻¹ dušika, od čega 140 kg N min. i 23 kg N org. Ukupno se za potrebe gnojidbe kupusa trošilo 861 tona dušika, od čega je 740 t bilo iz mineralnih, a 121 t iz organskih gnojiva.

Tablica 4-26. Prikaz procijenjenih količina N gnojidbe za kupus na razini županija u 2017.

Županija	Kupus ha	N min. kg ha ⁻¹	N min. t	N org. t	N org. kg ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	84	140	12	2	26	14	166
Brodsko-posavska	52	140	7	3	52	10	192
Dubrovačko-neretvanska	62	140	9	2	36	11	176
Grad Zagreb	126	140	17	3	23	20	163
Istarska	682	140	95	17	25	113	165
Karlovačka	312	120	37	12	38	49	158
Koprivničko-križevačka	51	120	6	4	78	10	198
Krapinsko-zagorska	5	140	1			1	140
Ličko-senjska	66	120	8			8	120
Međimurska	178	150	27			27	150
Osječko-baranjska	104	150	15			15	150
Požeško-slavonska	142	140	20			20	140
Primorsko-goranska	13	140	2	1	64	3	204
Sisačko-moslavačka	664	140	93			93	140
Splitsko-dalmatinska	574	140	80	8	14	89	154
Šibensko-kninska	8	140	1	1	73	2	213
Varaždinska	427	140	59	42	98	101	238
Virovitičko-podravsko	674	140	94	12	18	106	158
Vukovarsko-srijemska	847	150	127	4	4	131	154
Zadarska	145	140	20	11	73	31	213
Zagrebačka	70	140	9			9	140
UKUPNO HR	5.285	140	740	121	23	861	163

U tablici 4-27. prikazani su podaci za zbirnu kategoriju povrće. S obzirom da u tu kategoriju ulazi razmjerno veliki broj kultura, a primjena dušika se bitno razlikuje, postavili smo model na razmjerno visoke količine mineralnog te nešto manje organskog dušika. Razmjerno velika površina na kojoj se u 2017. uzgajalo povrće je iznosila 34.497 ha, a prema postavljenom modelu u prosjeku je na istim

površinama utrošeno 133 kg N min./ha te dodatnih 47 kg N org./ha, odnosno ukupno 181 kg N/ha, što je visoka vrijednost koja je u većini slučajeva dovoljna za visoku razinu proizvodnje.

Tablica 4-27. Prikaz procijenjenih količina N gnojidbe za povrće na razini županija u 2017.

Županija	Povrće ha	N min. kg ha ⁻¹	N min. t	N org. t	N org. kg ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	1.803	140	246	65	36	311	176
Brodsko-posavska	1.731	140	239	116	67	355	207
Dubrovačko-neretvanska	1.020	180	183	4	4	187	184
Grad Zagreb	632	120	66	23	36	89	156
Istarska	2.686	160	422	87	32	509	192
Karlovačka	1.346	140	176	18	13	194	153
Koprivničko-križevačka	922	120	110	40	44	150	164
Krapinsko-zagorska	921	140	127	13	14	140	154
Ličko-senjska	276	120	32	11	39	43	159
Međimurska	961	150	142	168	175	310	325
Osječko-baranjska	1.134	150	167	217	191	383	341
Požeško-slavonska	1.047	150	153	63	60	216	210
Primorsko-goranska	79	100	7	2	30	10	130
Sisačko-moslavačka	3.154	120	353	48	15	402	135
Splitsko-dalmatinska	2.068	120	247	81	39	329	159
Šibensko-kninska	778	120	9	6	8	15	128
Varaždinska	2.189	140	304	42	19	346	159
Virovitičko-podravska	4.365	140	610	255	58	865	198
Vukovarsko-srijemska	3.395	140	472	182	54	654	194
Zadarska	1.485	160	236	106	71	342	231
Zagrebačka	2.503	120	294	89	35	382	155
UKUPNO HR	34.497	133	4.598	1.636	47	6.234	181

U tablici 4-28. prikazana je predviđena gnojidba za vinograde. Prilikom postavljanja modela gnojidbe nužno je uvažiti značajke područja uzgoja, dominantni sortiment, tradiciju te intenzitet agrotehnike općenito. Također, nije isto radi li se o mladom vinogradu, vinogradu u punom rodu, intenzivnom ili ekstenzivnom sustavu uzgoja, i slično. Prema podacima prikazanim u tablici 4-28. može se zaključiti

da je utrošak N min. u 2017. na ukupno 42.191 ha pod vinogradima iznosio 1.795 t. Istovremeno, model prikazuje i prosječnu primjenu od 1.581 t N org. Ukupno se za potrebe uzgoja vinograda trošilo 3.376 t N, s prosječnom količinom N min. od 43 kg ha⁻¹ i N org. od 37 kg ha⁻¹, odnosno ukupno oko 80 kg ha⁻¹ N iz oba izvora (tablica 4-28.).

Tablica 4-28. Prikaz procijenjenih količina N gnojidbe za vinograde na razini županija u 2017.

Županija	Vinogradi ha	N min. kg ha ⁻¹	N min. t	N org. t	N org. kg ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	550	50	27	22	39	49	89
Brodsko-posavska	262	50	11	27	103	38	153
Dubrovačko-neretvanska	3.488	50	164	44	13	209	63
Grad Zagreb	433	40	10	11	26	21	66
Istarska	6.079	50	297	304	50	601	100
Karlovačka	359	50	18	12	33	30	83
Koprivničko-križevačka	1.462	50	72	40	28	113	78
Krapinsko-zagorska	2.720	40	107	129	48	237	88
Ličko-senjska	33	40	1	2	64	3	104
Međimurska	1.061	40	42	50	47	93	87
Osječko-baranjska	2.380	50	115	144	61	259	111
Požeško-slavonska	1.820	50	83	73	40	157	90
Primorsko-goranska	293	40	12	10	33	21	73
Sisačko-moslavačka	1.094	50	54	24	22	78	72
Splitsko-dalmatinska	5.602	40	214	147	26	361	66
Šibensko-kninska	2.612	40	100	92	35	192	75
Varaždinska	2.724	40	109	126	46	235	86
Virovitičko-podravska	1.174	40	46	22	19	68	59
Vukovarsko-srijemska	2.032	50	84	109	54	193	104
Zadarska	3.260	40	119	85	26	204	66
Zagrebačka	2.753	40	110	106	39	216	79
UKUPNO HR	42.191	43	1.795	1.581	37	3.376	80

U tablici 4-29. prikazana je predviđena gnojidba za voćnjake u 2107. U slučaju voćnjaka također je veći broj čimbenika koji utječu na postavljanje modela gnojidbe dušikom, s obzirom na vrstu voća, područje uzgoja, intenzitet agrotehnike, starost voćnjaka, intenzitet uzgoja, i slično. Prema rezultatima primjene modela na 59.755 ha voćnjaka u 2017. je primijenjeno ukupno 4.532 t N, od

čega 3.004 t N min. i 1.528 t N org. Na taj način primijenjeno je prosječno 76 kg N ha⁻¹, od čega je mineralni iznosio 50 kg ha⁻¹, a organski 26 kg ha⁻¹.

Tablica 4-29. Prikaz procijenjenih količina N gnojidbe za voćnjake na razini županija u 2017.

Županija	Voćnjaci ha	N min. kg ha ⁻¹	N min. t	N org. t	N org. kg ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	4.332	60	134	108	25	242	85
Brodsko-posavska	3.648	70	140	162	44	301	114
Dubrovačko-neretvanska	3.158	90	281	22	7	303	97
Grad Zagreb	1.435	60	-22	11	8	-10	68
Istarska	1.623	80	123	17	11	141	91
Karlovačka	3.027	70	83	59	19	142	89
Koprivničko-križevačka	2.189	60	98	81	37	179	97
Krapinsko-zagorska	1.454	70	97	52	36	149	106
Ličko-senjska	1.709	30	48	32	19	80	49
Međimurska	1.624	80	110	50	31	161	111
Osječko-baranjska	7.036	80	268	289	41	557	121
Požeško-slavonska	3.828	80	220	105	27	324	107
Primorsko-goranska	287	40	8	3	11	11	51
Sisačko-moslavačka	6.837	60	332	121	18	453	78
Splitsko-dalmatinska	1.875	80	134	33	17	167	97
Šibensko-kninska	589	80	40	9	16	49	96
Varaždinska	1.704	80	116	31	18	147	98
Virovitičko-podravska	3.579	80	198	74	21	272	101
Vukovarsko-srijemska	2.887	70	176	109	38	285	108
Zadarska	2.757	80	201	53	19	254	99
Zagrebačka	4.176	60	218	106	25	324	85
UKUPNO HR	59.755	50	3.004	1.528	26	4.532	76

U tablici 4-30. prikazani su modelirani rezultati potrošnje dušika za potrebe uzgoja maslina. Na ukupnoj površini maslinika u 2017. od 58.381 ha primijenjeno je u prosjeku 89 kg N ha⁻¹, od čega je bilo prosječno 74 kg N min. i 15 kg N org. Ukupno se za potrebe gnojidbe maslinika trošilo 5.188 tona dušika, od čega 4.297 t N min. te 891 t N org.

Tablica 4-30. Prikaz procijenjenih količina N gnojidbe za maslinike na razini županija u 2017.

Županija	Maslinici ha	N min. kg ha ⁻¹	N min. t	N org. t	N org. kg ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	0						
Brodsko-posavska	2						
Dubrovačko-neretvanska	7.247	90	630	33	5	663	95
Grad Zagreb	61						
Istarska	8.426	90	700	174	21	874	111
Karlovačka	0						
Koprivničko-križevačka	0						
Krapinsko-zagorska	0						
Ličko-senjska	449	70	31	11	24	42	94
Međimurska	0						
Osječko-baranjska	1						
Požeško-slavonska	0						
Primorsko-goranska	3.248	80	246	53	16	298	96
Sisačko-moslavačka	1						
Splitsko-dalmatinska	16.607	70	1.111	350	21	1.461	91
Šibensko-kninska	11.685	70	804	122	10	926	80
Varaždinska	2						
Virovitičko-podravska	0						
Vukovarsko-srijemska	0						
Zadarska	10.650	80	775	149	14	923	94
Zagrebačka	4						
UKUPNO HR	58.381	74	4.297	891	15	5.188	89

4.3.3 Potrošnja dušika iz mineralnih (N min.) i organskih (N org.) gnojiva

4.3.3.1 Potrošnje dušika na korištenom poljoprivrednom zemljištu u 2017.

Prema provedenim postupcima modeliranja i procjene, u Republici Hrvatskoj je u 2017. utrošeno 118.636 t dušika iz mineralnih gnojiva (N min.) i 45.997 t dušika iz organskih (N org.) gnojiva (tablica 4-31.).

Tablica 4-31. Površina korištenog poljoprivrednog zemljišta i potrošnja dušika iz mineralnih i organskih gnojiva za 2017. godinu

Županija	Korišteno poljopr. zemljište ha	Potrošnja N min. t N	Potrošnja N org. t N	Ukupna N potrošnja t N	Potrošnja N min. kg N/ha	Potrošnja N org. kg N/ha	Ukupna N potrošnja kg N/ha
Bjelovarsko-bilogorska	118.237	10.211	4.725	14.936	86	40	126
Brodsko-posavska	90.438	8.349	2.830	11.179	92	31	124
Dubrovačko-neretvanska	42.120	1.357	174	1.531	32	4	36
Grad Zagreb	21.833	686	322	1.008	31	15	46
Istarska	71.980	3.578	1055	4.633	50	15	64
Karlovačka	78.477	2.681	1.328	4.009	34	17	51
Koprivničko-križevačka	86.757	7.840	4.211	12.051	90	49	139
Krapinsko-zagorska	41.993	2.446	1.348	3.794	58	32	90
Ličko-senjska	111.215	1.635	1.445	3.080	15	13	28
Međimurska	44.185	4.206	1.724	5.930	95	39	134
Osječko-baranjska	228.441	22.387	7.604	29.991	98	33	131
Požeško-slavonska	61.174	5.176	1.174	6.350	85	19	104
Primorsko-goranska	52.291	514	498	1.012	10	10	19
Sisačko-moslavačka	150.074	6.726	2.871	9.597	45	19	64
Splitsko-dalmatinska	130.964	2.222	1219	3.441	17	9	26
Šibensko-kninska	106.620	1186	766	1.952	11	7	18
Varaždinska	53.937	4.152	2.155	6.307	77	40	117
Virovitičko-podravska	109.364	9.097	1.623	10.720	83	15	98
Vukovarsko-srijemska	148.162	15.210	3.808	19.018	103	26	128
Zadarska	147.204	1.832	1353	3.185	12	9	22
Zagrebačka	105.525	7.147	3.767	10.914	68	36	103
UKUPNO HR	2.000.990	118.636	45.997	164.633	59	23	82

U tablici 4-32. prikazana je razlika u procijenjenoj potrošnji mineralnog i organskog dušika u Hrvatskoj za 2000., 2012. i 2017. godinu.

Tablica 4-32. Usporedba potrošnje N min. i N org. u 2000., 2012. i 2017.

Županija	N min. t			N org. t			Ukupni N t		
	2000.	2012.	2017.	2000.	2012.	2017.	2000.	2012.	2017.
Bjelovarsko-bilogorska	7.560	9.945	10.211	6.594	5.597	4.725	14.154	15.542	14.936
Brodsko-posavska	7.695	10.733	8.349	2.613	2.372	2.830	10.308	13.104	11.179
Dubrovačko-neretvanska	498	1.078	1.357	290	143	174	788	1.221	1.531
Grad Zagreb	-		686	-		322			1.008
Istarska	1.645	2.837	3.578	1.835	771	1055	3.480	3.608	4.633
Karlovačka	1.318	4.429	2.681	2.348	1.329	1.328	3.666	5.758	4.009
Koprivničko-križevačka	6.966	8.347	7.840	6.106	4.768	4.211	13.072	13.116	12.051
Krapinsko-zagorska	2.941	5.040	2.446	3.297	1.549	1.348	6.238	6.589	3.794
Ličko-senjska	365	2.553	1.635	1.916	1.054	1.445	2.281	3.607	3.080
Međimurska	3.391	4.843	4.206	2.326	2.093	1.724	5.717	6.936	5.930
Osječko-baranjska	18.402	24.444	22.387	3.833	7.435	7.604	22.235	31.879	29.991
Požeško-slavonska	9.553	7.332	5.176	2.062	1.263	1.174	11.615	8.595	6.350
Primorsko-goranska	132	495	514	1.560	330	498	1.692	825	1.012
Sisačko moslavačka	4.690	9.860	6.726	3.467	3.047	2.871	8.157	12.907	9.597
Splitsko-dalmatinska	1.807	1.923	2.222	2.767	887	1219	4.574	2.810	3.441
Šibensko-kninska	2.368	792	1186	1.090	596	766	3.458	1.387	1.952
Varaždinska	4.646	4.840	4.152	3.880	2.556	2.155	8.526	7.396	6.307
Virovitičko-podravska	9.183	10.038	9.097	2.046	1.943	1.623	11.229	11.980	10.720
Vukovarsko-srijemska	16.347	14.530	15.210	2.639	4.031	3.808	18.986	18.561	19.018
Zadarska	1.306	1.306	1.832	1.836	776	1353	3.142	2.082	3.185
Zagrebačka	9.658	6.766	7.147	7.560	4.307	3.767	17.218	11.073	10.914
UKUPNO	110.47	132.13	118.63	60.06	46.84	45.99	170.53	178.97	164.63
	1	2	6	4	5	7	5	6	3

Izvor: za 2000. M. Mesić, M. Posavi, za 2012. M. Mesić, K. Salajpal, za 2017. M. Mesić, K. Salajpal

Na temelju prikazanih podataka moguće je zaključiti da se u Republici Hrvatskoj u vremenu od 2000. do 2012. godine povećala potrošnja N min., dok se zatim smanjila u 2017. na iznos od 118.636 t N. U odnosu na 2012. godinu, smanjenje primjene N min. ukupno je iznosilo 13.496 t pri čemu je u nekim županijama zabilježeno i povećanje potrošnje dušika (Bjelovarsko-bilogorska, zatim dalmatinske županije i Istarska te Primorsko-goranska, Vukovarsko-srijemska, te Zagrebačka i grad Zagreb).

Potrošnja N org. se smanjila u promatranom razdoblju te je u 2017. iznosila 45.997 t N. Smanjenje potrošnje N org. u 2012. u odnosu na 2000. je iznosilo 13.219 t N, dok je smanjenje u 2017. u odnosu na 2012. iznosilo 848 t N. Ukupna potrošnja N u 2012. je bila veća u odnosu na 2000. za 8.441 t N. Međutim, stanje za 2017. pokazuje smanjenje ukupne potrošnje N u odnosu na potrošnju u 2000., i to za čak 14.343 t N (tablica 4-32.).

4.3.4 Procjena potrošnje fosfornih (P) gnojiva

Ispiranje fosfora iz poljoprivrednih tala problem je koji u Hrvatskoj nije, sudeći prema do sada objavljenim rezultatima istraživanja, od većeg značaja. Razloga za to ima više, a jedan od temeljnih upravo je količina fosfora koja se primjenjuje u gnojidbi. Prema rezultatima istraživanja Šestića i sur. (1989) prosječno ispiranje fosfora u vodi iz lizimetara iznosilo je 3,1 kg P₂O₅. Ovisno o količini oborina, te o vrsti usjeva u vlastitim istraživanjima utvrdili smo na dreniranom pseudoglejnom tlu prosječno ispiranje od 0,3 kg P₂O₅ vodom iz drenskih cijevi, te 0,7 kg P₂O₅ s vodom iz lizimetara. U literaturi se navode različiti podaci o ispiranju fosfora s vodom iz lizimetara (Resulović 1,3 kg; Bergman 0-12 kg; Amberger i Schweiger, 1,5-25,3 kg), kao i s vodom iz drenskih cijevi (Culley et al. 0,29 – 0,62 kg; Sharpley and Syers, 0,17-0,81 kg). Veći gubici fosfora mogu se javiti na površinama koje su izložene djelovanju erozije, pri čemu na ukupne gubitke utječu svi čimbenici koji utječu i na rizik od erozije (nagib terena, način obrade tla, usjev, faza razvitka, intenzitet oborina, itd.)

Detaljan prikaz potrošnje fosfora iz mineralnih (P min.) i iz organskih (P org.) gnojiva izrađen za 2000. godinu, kad su podaci o prodaji mineralnih gnojiva bili evidentirani prema županijama, prikazan je u tablici 4-33.

Tablica 4-33. Potrošnja fosfora iz mineralnih (P min.) i organskih (P org.) gnojiva u 2000.

Županija	P min.			P org.			Ukupni P		
	t	kg P2O5/ha poljoprivredne površine	kg P2O5/ha obrađive površine	t	kg P2O5/ha poljoprivredne površine	kg P2O5/ha obrađive površine	t	kg P2O5/ha poljoprivredne površine	kg P2O5/ha obrađive površine
Zagrebačka i Grad Zagreb	3.651	18	20	3.882	19	21	7.533	37	42
Krapinsko- zagorska	968	14	16	1.743	25	28	2.711	38	44
Sisačko moslavačka	2.019	9	11	1.643	7	9	3.662	16	20
Karlovačka	867	4	8	1.174	6	11	2.041	10	20
Varaždinska	1.804	26	27	2.371	34	36	4.175	59	63
Koprivničko- križevačka	2.593	25	25	2.843	27	28	5.436	52	53
Bjelovarsko- bilogorska	2.178	15	15	3.153	21	22	5.331	36	37
Primorsko- goranska	115	1	2	770	5	16	885	6	19
Ličko-senjska	256	1	2	879	3	8	1.135	4	10
Virovitičko- podravska	4.774	40	42	994	8	9	5.768	48	51
Požeško- slavonska	3.823	43	50	959	11	12	4.782	53	62
Brodsko- posavska	3.205	27	31	1.302	11	13	4.507	39	43
Zadarska	806	4	19	832	4	19	1.638	7	38
Osječko- baranjska	8.401	33	34	1.798	7	7	10.199	40	42
Šibensko- kninska	1.087	6	26	562	3	14	1.649	9	40
Vukovarsko- srijemska	7.016	47	48	1.260	8	9	8.276	55	56
Splitsko- dalmatinska	1.113	4	19	1.329	5	23	2.442	9	41
Istarska	1.071	6	12	1.182	7	13	2.253	13	25
Dubrovačko- neretvanska	326	4	15	147	2	7	473	6	21
Međimurska	1.885	35	37	1.400	26	27	3.285	62	64
UKUPNO	47.958	15	24	30.223	10	15	78.181	25	39

Izvor: Studija - Procjena stanja, uzroka i veličine pritiska poljoprivrede na vodne resurse i more na području republike Hrvatske, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za opću proizvodnju bilja. 2002.

S obzirom da se P gnojdba određuje više prema značajkama tla, a tek onda prema potrebama kulture, te da se evidencija prodaje mineralnih gnojiva više ne registrira na razini županija, postavili smo model u kojem se primjena P gnojiva računa kao postotni iznos N gnojdbje. Ukupna količina fosfora (P_2O_5) iz mineralnih gnojiva (P min.) je stoga procijenjena na 35% od primjene mineralnog dušika (N min.), dok je sadržaj fosfora u organskim gnojivima (P org.) dobiven uobičajenim računskim postupkom. Rezultati proračuna prikazani su u tablici 4-34., dok je u tablici 4-35. prikazana usporedba potrošnje fosfora u 2000., 2012. i 2017. godini.

Tablica 4-34. Procijenjena potrošnja fosfora iz mineralnih (P min.) i organskih (P org.) gnojiva u 2017.

Županija	Korišteno poljoprivredno zemljište ha	Potrošnja P min. na korištenom poljoprivrednom t	Potrošnja P org. na korištenom poljoprivrednom t	Ukupni potrošnja P t	Potrošnja P min. na korištenom poljoprivrednom kg P/ha	Potrošnja P org. na korištenom poljoprivrednom kg P/ha	Ukupni potrošnja P kg P/ha
Bjelovarsko-bilogorska	118.237	1.560	1031	2.591	13	9	22
Brodsko-posavska	90.438	1.275	618	1.893	14	7	21
Dubrovačko-neretvanska	42.120	207	38	245	5	1	6
Grad Zagreb	21.833	105	70	175	5	3	8
Istarska	71.980	546	230	777	8	3	11
Karlovačka	78.477	409	290	699	5	4	9
Koprivničko-križevačka	86.757	1.197	919	2.116	14	11	24
Krapinsko-zagorska	41.993	374	294	668	9	7	16
Ličko-senjska	111.215	250	315	565	2	3	5
Međimurska	44.185	642	376	1.019	15	9	23
Osječko-baranjska	228.441	3.419	1659	5.079	15	7	22
Požeško-slavonska	61.174	791	256	1.047	13	4	17
Primorsko-goranska	52.291	78	109	187	2	2	4
Sisačko-moslavačka	150.074	1.027	626	1.654	7	4	11
Splitsko-dalmatinska	130.964	339	266	605	3	2	5
Šibensko-kninska	106.620	181	167	348	2	2	3
Varaždinska	53.937	634	470	1.104	12	9	20
Virovitičko-podravska	109.364	1.389	354	1.744	13	3	16
Vukovarsko-srijemska	148.162	2.323	831	3.154	16	6	21
Zadarska	147.204	280	295	575	2	2	4
Zagrebačka	105.525	1092	822	1.914	10	8	18
UKUPNO HR	2.000.990	18.120	10.037	28.158	9	5	14

Tablica 4-35. Procjena potrošnje fosfora (P) u 2000., 2012. i 2017.

Županija	P min. t			P org. t			Ukupni P t		
	2000.	2012.	2017.	2000.	2012.	2017.	2000.	2012.	2017.
Bjelovarsko-bilogorska	950	1.519	1.560	1.376	1.124	1031	2.326	2.643	2591
Brodsko-posavska	1.399	1.639	1.275	568	500	618	1.967	2.139	1893
Dubrovačko-neretvanska	142	165	207	64	40	38	206	204	245
Grad Zagreb	-		105	-		70			175
Istarska	467	433	546	516	190	230	983	623	777
Karlovačka	378	676	409	512	302	290	891	979	699
Koprivničko-križevačka	1.132	1.275	1.197	1.241	962	919	2.372	2.237	2116
Krapinsko-zagorska	422	770	374	384	347	294	806	1.117	668
Ličko-senjska	112	390	250	836	316	315	948	706	565
Međimurska	823	740	642	611	467	376	1.434	1.206	1019
Osječko-baranjska	3.666	3.734	3.419	785	1.555	1659	4.451	5.289	5079
Požeško-slavonska	1.668	1.120	791	419	277	256	2.087	1.397	1047
Primorsko-goranska	50	76	78	336	117	109	386	192	187
Sisačko moslavačka	881	1.506	1.027	717	674	626	1.598	2.180	1654
Splitsko-dalmatinska	486	294	339	580	278	266	1.066	571	605
Šibensko-kninska	474	121	181	245	219	167	720	339	348
Varaždinska	787	739	634	1.035	604	470	1.822	1.343	1104
Virovitičko-podravska	2.083	1.533	1.389	434	419	354	2.517	1.953	1744
Vukovarsko-srijemska	3.062	2.219	2.323	550	845	831	3.612	3.064	3154
Zadarska	352	200	280	363	311	295	715	511	575
Zagrebačka	1.593	1.034	1092	1.694	928	822	3.287	1.962	1914
UKUPNO	20.929	20.182	18.120	13.265	10.474	10.037	34.194	30.656	28.158

4.4 Zaključak

Za potrebe ovoga projekta izrađen je model za prikaz prostorne potrošnje mineralnog i organskog dušika i fosfora u Republici Hrvatskoj. Prema rezultatima prikazanim u prethodnim poglavljima može se zaključiti da je u Republici Hrvatskoj u 2017. godini ukupno primijenjeno 118.636 t mineralnog dušika i 45.997 t dušika iz organskih gnojiva.

Prema količinama utrošenog fosfora u 2017. riječ je o procijenjenih 18.120 t iz mineralnih gnojiva te dodatnih 10.037 t iz organskih gnojiva.

Prostorni raspored potrošnje dušika i fosfora prikazan je na razini županija i može poslužiti za daljnji postupak definiranja pritiska poljoprivrede dušikom i fosforom u Republici Hrvatskoj.

4.5 Literatura

“Assessment of Fertilizer Use by Crop at the Global Level 2006/07 – 2007/08,” International Fertilizer Industry Association, April 2009 (IFA 2009)

“Fertilizer Consumption by Nutrient,” International Fertilizer Industry Association (IFA 1012)
Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO, 2002. “Fertilizer Use by Crop” Fifth edition.

Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO, 2006. “Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin: Fertilizer Use by Crop.”

Godišnja izvješća za projekt „Gnojdba dušikom prihvatljiva za okoliš“ od 1996. do 2018. godine. Arhiva Zavoda za opću proizvodnju bilja, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.

Heffer, Patrick. “Assessment of Fertilizer Use by Crop at the Global Level 2006/07 – 2007/08,” Inventory of Mineral Fertiliser Use in the Danube River Basin Countries with Reference to Manure and Land Management Practices - UNDP/GEF Danube Regional Project Policies for the Control of Agricultural Point and Non-point Sources of Pollution. GFA Terra Systems GmbH. Hamburg. Germany. 2004.

Mesić M., Bašić, F., Grgić, Z., Igrc-Barčić, J., Kisić, I., Petošić, D., Posavi, M., Romić, D. & Šimunić, I. (2002). Procjena stanja, uzroka i veličine pritiska poljoprivrede na vodne resurse i more na području Republike Hrvatske, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za opću proizvodnju bilja. Studija. 2002., 213 str.

U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service (USDA-ERS) “Fertilizer Use and Prices.” Available at <http://www.ers.usda.gov/data/fertilizeruse/> (Accessed September 2010).

5. ANALIZA POTROŠNJE PESTICIDA U POLJOPRIVREDI

Autori:

Izv. prof. dr. sc. Klara Barić, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za herbologiju

Ana Pintar, mag. ing. agr., Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za herbologiju

Prof. dr. sc. Renata Bažok, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za
poljoprivrednu zoologiju

Dr. sc. Helena Bakić Begić, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za melioracije

5.1 Uvod

Važnost poljoprivrede možda je najjasnije opisana citatom francuskog liječnika (Pierre Delbet) s početka prošlog stoljeća: „*Ni jedna ljudska aktivnost, čak ni medicina, nema takav značaj za ljudsko zdravlje kao **poljoprivreda***“. Međutim, odnos poljoprivrede i okoliša je vrlo kompleksan. Pojedini agrotehnički zahvati mogu imati negativan ili pozitivan (rjeđe indiferentan) utjecaj na okoliš. APPRRR (n.d.) kod opisa Podmjere 10.1. PRR (*Plaćanje obveza povezanih s poljoprivredom, okolišem i klimatskim promjenama*) navodi: „*okoliš je javno dobro, a poljoprivrednici osim što su nezamjenjivi u proizvodnji hrane, upravljaju najvažnijim prirodnim resursima – vodom, tlom i zrakom*“.

Od samih početaka organizirane poljoprivredne proizvodnje štetni organizmi (uzročnici bolesti, korovi i štetnici) poljoprivredi nanose velike štete. Öerke (2005) navodi da bez provođenja mjera zaštite, gubitak prinosa na svjetskoj razini iznosi čak 50% potencijalnog prinosa kultura. U početku su protiv štetnih organizama korištene anorganske soli sumpora, bakra, željeza i dr. Sumpor i bakar se još uvijek intenzivno koriste za zaštitu vinove loze i voćaka od bolesti.

Početakom 40-ih godina prošlog stoljeća otkrivene su sintetičke organske supstance (klorirani ugljikovodici, karbamati, hormonski herbicidi) kao potencijalni pesticidi u zaštiti bilja od štetnih organizama. Ovo razdoblje se naziva početkom primjene modernih sintetičkih

pesticida čija je potrošnja intenzivno rasla sve do početka 1980-ih. Spoznaja o potencijalnim negativnim učincima primjene pesticida i poljoprivrede općenito na zdravlje ljudi, životinja i okoliš, glavni je pokretač koncepta **održive poljoprivrede** uključujući **održivu zaštitu bilja**. Naime, nova strategija i ciljevi Zajedničke poljoprivredne politike (ZPP) EU nalažu da: „*poljoprivreda mora biti pametna, suvremena i održiva s naglaskom na istraživanju, inovacijama, tehnološkom razvoju i digitalizaciji, novim znanjima, umrežavanju...*“ Stoga, iako su pesticidi uz ostale napretke u poljoprivredi (hibridizaciju, mehanizaciju, mineralna gnojiva i dr.), donijeli čovječanstvu neprocjenjivu korist, pred agronomskom strukom je velik izazov proizvesti hranu za rastuću populaciju (FAO, 2011) sa što manjim utjecajem na zdravlje ljudi, tlo, vode i bioraznolikost.

Analiza potrošnje pesticida u poljoprivredi s ciljem utvrđivanja pritiska iz poljoprivrede na površinske i podzemne vode jest da se na osnovi utrošenih količina, ovisno o načinu korištenja poljoprivrednog zemljišta, utvrde potencijalno opasne aktivne tvari (a. t.) pesticida za vode i okoliš općenito. Podaci o vrsti, utrošenoj količini i mjestu trošenja (kulturi) mogu biti značajna smjernica u provedbi redovitog monitoringa voda.

Ukupno utrošena količina neke aktivne tvari pesticida važan je pokazatelj kod procjene rizika. Rizik od primjene pesticida uvjetovan je opasnošću a.t. (toksikološka i ekotoksikološka svojstva) i ekspozicijom. Ekspozicija (izloženost) je neposredno vezana uz količinu potrošnje pojedine a.t. Tako i manje opasna a.t. u slučaju velike potrošnje može predstavljati visok rizik. S gledišta ponašanja u okolišu, fizikalno-kemijska svojstva aktivnih tvari (perzistentnost, topljivost u vodi, koeficijent adsorpcije, napon para i dr.) u interakciji su sa specifičnim značajkama tla i vremenskim prilikama (temperatura i vlaga tla) te su važan čimbenik koji utječe na procjenu potencijalnog rizika pesticida za okoliš, osobito za vode. Poljoprivreda, odnosno pojedini agrotehnički zahvati su u vrlo kompleksnom odnosu s tlom kao glavnim prirodnim resursom kojeg treba čuvati. Glavni putovi dospjeća pesticida u vode su difuzni i točkasti izvori. U difuzne izvore (polj. površine) kontaminacije voda pesticidima pripadaju: hlapljenje (pare pesticida mogu biti strujom vjetra prenesene, a zatim kišom donesene na vodene površine), ispiranje sa površine (npr. erozijom) ili kroz profil tla, ispiranje kroz drenažne cijevi te zanošenje (drift). Kontaminacija iz točkastih izvora uglavnom je vezana uz mjesta punjenja i pranja strojeva za aplikaciju, ispravnost strojeva te rukovanje ambalažom i ostacima pesticida. Carter (2000) navodi da onečišćenje površinskih i podzemnih voda u Europi uglavnom potječe iz točkastih izvora (50 %) i putem drenaže (25 %).

5.2 Materijal i metode rada

Pesticidi u poljoprivredi uz neprocjenjivu dobrobit, također mogu biti potencijalni izvor kontaminacije voda. Podatke o potrošnji pesticida u poljoprivredi u Republici Hrvatskoj su objavljivali Maceljski (1997) i Igrc Barčić (2002). U navedenim izvorima podaci o potrošnji zasnivali su se na stručnoj procjeni autora jer u to vrijeme nije bilo sustavne evidencije. Danas se ovom području, osobito od kad smo članica EU, posvećuje znatno veća pažnja. Uporaba pesticida u poljoprivredi jedinstveno je regulirana na razini čitave EU sljedećim dokumentima:

- Uredbom 1107/2009 o stavljanju na tržište SZB,
- Direktivom 128/2009 o održivoj uporabi pesticida,
- Direktivom 127/2009 u pogledu strojeva za primjenu pesticida,
- Uredbom 396/2005 o maksimalnim razinama ostataka pesticida u ili na hrani i hrani za životinje biljnog i životinjskog podrijetla i
- Uredbom 1185/2009 EC o statističkim podacima o pesticidima.

Upravo je Uredba 1185/2009 neposredno vezana, odnosno osnova, za analizu potrošnje pesticida u poljoprivredi. Uređuje sustav dostave podataka o prodaji pesticida krajnjem korisniku u Fitosanitarni informacijski sustav (FIS) koji je u nadležnosti Ministarstva poljoprivrede i u funkciji je od 2013., odnosno stupnjem Republike Hrvatske u članstvo EU. Na temelju podataka iz FIS-a obavljena je analiza potrošnje pesticida u poljoprivredi za razdoblje 2013.-2017. Analiza potrošnje za 2012. temeljena je na podacima Hrvatskih voda, odnosno prema *Pravilniku o obračunavanju i plaćanju naknade za zaštitu voda* (NN 83/2010) kojim su svi vlasnici i distributeri bili dužni dostavljati podatke o proizvodnji i/ili uvozu sredstva za zaštitu bilja proizvedenog i/ili stavljenog na tržište Republike Hrvatske.

Osim spomenutih dokumenata, u cilju smanjenja rizika, važno je navesti i *Nacionalni akcijski plan za postizanje održive uporabe pesticida* (NAP) gdje je jedno poglavlje posvećeno zaštiti vodnog okoliša, podzemnih voda i obveznom monitoringu.

Analiza potrošnje pesticida u poljoprivredi je vrlo kompleksna. Treba istaknuti da se iste aktivne tvari pesticida, osim u poljoprivredi, koriste i u veterini, komunalnoj higijeni, nepoljoprivrednim površinama, raznim industrijama, prometnoj infrastrukturi, šumarstvu i drugdje. K tome, pesticidi obuhvaćaju veliki broj različitih supstanci (aktivnih tvari) koje se osim po fizikalno-kemijskim svojstvima razlikuju po namjeni, vremenu i mjestu potrošnje

(Bažok i sur. 2019). Stoga se podaci o potrošnji pesticida u poljoprivredi i izvan poljoprivrede temelje na stručnoj procjeni autora ovog dijela studije.

Na osnovi podataka iz FIS-a analiza potrošnje pesticida u poljoprivredi obavljena je na sljedeći način:

1. Aktivne tvari pesticida (s pripadajućim količinama) su razvrstane u skupine prema namjeni herbicidi, fungicidi i zoocidi na temelju čega je napravljena analiza potrošnje za razdoblje 2012.-2017. (tablica 5-1. i 5-2.).

2. Unutar pojedine skupine pesticida, aktivne tvari (a.t.) su razvrstane na sljedeći način:

a) količine svake a. t. stručnom procjenom autora dodijeljene su pojedinoj kulturi, odnosno područjima ostalim namjena pesticida, a proporcionalno udjelu u načinu korištenja zemljišta,

b) na osnovi prosječne propisane doze za svaku a. t. unutar skupine pesticida izračunata je ukupno tretirana površina kao indikator potrošnje,

c) na temelju registrirane namjene zbirno je prikazana potrošnja pojedine skupine pesticida po kulturama za 2017. (tablica 5-9.),

c.) na temelju udjela pojedine županije u ukupnoj površini kulture, izračunata je ukupna potrošnja svih pesticida po županiji za 2017. (tablica 5-10. i slika 5-6.). S gledišta potrošnje u pojedinim kulturama (važnijim „potrošačima“ pesticida) izrađene su interaktivne karte ukupne potrošnje pesticida po općinama s prikazom dinamike potrošnje i udjelom pojedine skupine pesticida (Karte 1.-4.),

d.) ukupna potrošnja po županiji i kulturi za 2017. (tablica 5-11.).

3. Tablično (tablica 5-13.) je prikazano pet najviše korištenih a.t. iz svake skupine pesticida za 2017. s prikazom fizikalno-kemijskih svojstava a. t.

Ovakav način prikaza podataka omogućuje i olakšava uspostavu monitoringa pesticida u vodama Republike Hrvatske, odnosno struci olakšava izradu strategije u cilju smanjenja ostataka pesticida u vodama.

Na kraju poglavlja u priložima (5.6.) prikazan je popis registriranih a.t. i pripadnost pojedinoj kemijskoj skupini za svaku skupinu pesticida za 2019. (Bažok i sur., 2019)

5.3 Rezultati rada

5.3.1 Potrošnja pesticida u poljoprivredi u razdoblju 2012.-2017.

U tablici 5-1. prikazan je pregled ukupne potrošnje pesticida u razdoblju 2012.-2017. Kao referentna godina uzeta je 2012. s podacima iz studije „*Utjecaj poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj*“ (Romić i sur., 2014).

Tablica 5-1. Ukupna potrošnja pesticida (u kg aktivne tvari) u poljoprivredi u razdoblju 2012.-2017.

Skupina pesticida	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
Herbicidi	1 031 533	827 835	889 276	824 497	739 482	668 199
Fungicidi	1 106 456	945 087	1 008 793	1 327 762	931 963	724 856
Zoocidi	67 197*	138 406	149 399	146 624	139 135	122 400
Ukupno	2 205 186	1 911 328	2 047 468	2 298 883	1 810 580	1 515 692
Indeks	100	86,7	92,8	104,2	82,1	68,6

*u analizu 2012. nisu uključena mineralna ulja

U usporedbi s 2012. iz prikazanih podataka vidljivo je da s gledišta utrošenih količina, potrošnja pesticida ima trend smanjenja (osim u 2015.), koje je posebno vidljivo u 2017. (68,6 % potrošnje u odnosu na 2012.). Da se ne stekne pogrešan dojam o stvarnom smanjenju potrošnje pesticida, u tablici 5-2. su prikazani podaci o ukupno tretiranoj površini.

Tablica 5-2. Ukupno tretirane površine (ha) po skupinama utrošenih pesticida u razdoblju 2012.-2017.

Skupina pesticida	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
Herbicidi	1 573 147	1 518 191	1 655 115	1 877 406	1 638 201	1 438 385
Indeks	100	96,5	105,2	119,3	104,1	91,4
Fungicidi	1 395 259	1 105 756	1 529 584	1 376 942	1 443 109	1 080 453
Indeks	100	79,3	109,6	98,7	103,4	77,4
Zoocidi	612 704	482 904	548 284	517 192	629 607	572 681
Indeks	100	78,8	89,5	84,4	102,8	93,5

Iako potrošnja pesticida u poljoprivredi ovisi o potrebama za primjenom u pojedinoj kulturi, odnosno vremenskim prilikama koje su u vezi s intenzitetom napada štetnih organizama, ipak se iz podataka može vidjeti da je ukupno tretirana površina (izračunata je na osnovi podataka o potrošnji pojedine aktivne tvari i njezine propisane doze po ha) u analiziranom razdoblju bila ujednačena. Može se uočiti da tretirane površine znatno nadmašuju ukupne obradive površine. Iste površine, ovisno u kulturi i potrebi, tretiraju se i po nekoliko puta (indeks tretiranosti) godišnje. Ovdje površine imaju samo ulogu indikatora o potrošnji, odnosno upućuju na činjenicu da se posljednjih godina više koriste a. t. pesticida koje se primjenjuju u znatno nižim dozama po ha. Stoga je ukupna količina utrošenih a. t. znatno manja.

5.3.2 Analiza potrošnje pesticida u 2017.

U nastavku teksta bit će detaljnije analizirana potrošnja pesticida po skupinama (herbicidi, fungicidi, zoocidi) za 2017. Budući da prema Uredbi 1185/2009 sa statističkim podacima o potrošnji pesticida treba postupati pažljivo, u tablicama nisu prikazani podaci o potrošnji pojedine a. t. Naime, iznošenje podataka o potrošnji pojedine a. t., ako je samo jedan vlasnik iste, može dovesti u pitanje odredbe spomenute Uredbe. Stoga su a. t. razvrstane u pripadajuće kemijske skupine, a podaci o potrošnji i udjelu se odnose ukupno za pojedinu kemijsku skupinu pesticida.

S gledišta metodike analize podataka treba istaknuti da je analizom ukupno obuhvaćeno 976.368 ha konvencionalne poljoprivredne proizvodnje, odnosno kulture kojima je bilo moguće dodijeliti odgovarajuću količinu a. t. pesticida. U analizu su uključeni kukuruz, strne žitarice, duhan, šećerna repa, soja, suncokret, uljarice, vinova loza, voćnjaci, masline, krumpir, kupus i povrće.

5.3.2.1 Analiza potrošnje herbicida

U tablici 5-3. prikazano je 28 kemijskih skupina herbicida s podacima o potrošnji, udjelu u potrošnji, ukupno tretiranim površinama (ha) i udjelom skupine u tretiranim površinama. Istaknuto je pet kemijskih skupina koje su značajne s gledišta potrošnje, budući da istaknute

skupine čine više od 70 % ukupne potrošnje herbicida. To je važno stoga što istaknute skupine s gledišta potencijalnog rizika zahtijevaju posebnu pažnju.

Općenito se može reći da su po potrošnji pesticida u 2017. istaknute iste kemijske skupine kao i u 2012. kao referentnoj godini. Međutim, postoje razlike s gledišta udjela u potrošnji. Tako skupina herbicida **sulfonilureja** zauzima sve značajnije mjesto u potrošnji, te je u 2017. (u odnosu na 2012.) ovoj skupini povećan udjel s gledišta količine a.t. za 0,6 %, a s gledišta tretiranih površina udjel joj je povećan čak za 12 %. Zbog niskih doza po jedinici površine, udjel ove skupine u tretiranim površinama iznosi više od 28 %. Upravo zbog porasta potrošnje **sulfonilureja**, skupina **triazina**, iako važna skupina (osobito u kukuruzu), u 2017. se nije značajnije isticala po potrošnji u odnosu na 2012.

Posebno treba istaknuti skupinu **aminofosfonata** i **kloracetamida** koje s gledišta utrošenih količina čine gotovo 60 % svih utrošenih herbicida. Zbog relativno visokih doza po jedinici površine, udio ove dvije skupine u ukupno tretiranim površinama je u 2017. (u odnosu na 2012.) bio manji za 16,97 %.

U pet dominantnih skupina treba istaknuti i skupinu **hormonskih herbicida**. Iako su najstarija skupina herbicida, još uvijek imaju značajno mjesto u poljoprivrednoj proizvodnji. Iz podataka u tablici 5-4. vidljivo je da se ova skupina najviše koristi u žitaricama, kukuruzu i šećernoj repi.

Tablica 5-3. Utrošene količine i tretirane površine herbicidima po kemijskim skupinama u 2017.

Kemijska skupina herbicida	Ukupna potrošnja kg a. t.	Udio u ukupnoj potrošnji %	Ukupno tretirane površine ha	Udio u ukupno tretiranim površinama %
Ariloksifenoksi propionati (3)	4 284	0,64	38 300	2,68
Cikloheksandioni (2)	2 526	0,38	18 937	1,32
Fenilpirazoloni (1)	373	0,06	10 650	0,74
Sulfonilureja (15)	10 218	1,53	403 803	28,23
Imidazolinoni (1)	1 791	0,27	59 697	4,17
Triazolopirimidini (1)	216	0,03	7 214	0,50
Triazoloni (1)	2 279	0,34	56 978	3,98
Triazini (1)	43 078	6,45	43 078	3,01
Triazinoni (2)	27 081	4,05	39 296	2,75
Fenil-karbamati (2)	8 304	1,24	20.760	1,45
Piridazinoni (1)	3 485	0,52	1 787	0,12
Ureja herbicidi (4)	13 161	1,97	12 883	0,90
Benzotiadiazinoni (1)	34 304	5,13	42 880	3,00
Nitrili (1)	43	0,01	215	0,02
Fenilpiridazini (1)	109	0,02	242	0,02
Dipiridili (1)	3 438	0,51	5 729	0,40
N-fenilftalamidi (1)	218	0,03	435	0,03
Difenil eteri (1)	224	0,03	466	0,03
Amidi (2)	10 727	1,61	42 461	2,97
Izoksazoli i izoksazolidinoni (2)	9 282	1,39	83 510	5,84
Triketoni (2)	12 414	1,86	98 354	6,88
Aminofosfonati (2)	217 371	32,53	90 828	6,35
Dinitroanilini (1)	17 787	2,66	10 780	0,75
Kloracetamidi (5)	182 128	27,26	151 823	10,62
Amidi (5)	866	0,11	785	0,05
Tiokarbamati (1)	12 987	1,94	4 059	0,28
Benzofurani (1)	5 466	0,82	10 931	0,76
Sintetički auksini (9)	44 042	6,59	173 361	12,12
UKUPNO	668 199	100	1 438 385	100
DOMINANTNE SKUPINE	496 837	74,35	862 893	60,33

U tablici 5-4. prikazana je raspodjela utrošenih herbicida ovisno o načinu korištenja poljoprivrednog zemljišta.

Iz podataka je vidljivo da je u žitaricama ukupno utrošeno 45.592 kg a. t. herbicida ili u prosjeku 0,18 kg/ha. S gledišta kemijske pripadnosti dominiraju hormonski herbicidi (2,4-

D, dikamba i fluroksipir). U kukuruzu je potrošnja u prosjeku iznosila 0,53 kg/ha, ali je zbog najviše kultiviranih površina pod kukuruzom (312.750 ha) u 2017. bila najveća i ukupna potrošnja herbicida (176.726 kg a. t.). Od herbicida su dominirali kloracetamidi (S-metolaklor, dimetenamid-p i petoksamid), triazini (terbutilazin), već spomenuti hormonski herbicidi te skupina triketona (mezotrion i tembotrion).

Po potrošnji pesticida u ratarskim kulturama još se ističu soja (94 333 kg), šećerna repa (37 959 kg) i suncokret (35 584 kg). Potrošnja pesticida u pet istaknutih kultura je iznosila 56,7 % ukupne potrošnje herbicida.

S gledišta važnosti za monitoring voda, a zbog naglašene potrošnje (182.128 kg a. t.), treba istaknuti skupinu kloracetamida koja, izuzev u žitaricama, ima veliku primjenu u svim ratarskim kulturama.

U višegodišnjim nasadima (vinova loza, voćnjaci, maslina) kao značajnim „potrošačima“ pesticida, potrošnja herbicida je iznosila 185.938 kg a.t., odnosno 27,8 % ukupne potrošnje herbicida. Gotovo isključivo (99,4 %) su korišteni herbicidi iz skupine aminofosfonata (glifosat i glufosinat).

Detaljniji pregled potrošnje pesticida po analiziranim kulturama je prikazan u tablici 5-9.

Tablica 5-4. Potrošnja herbicida po kemijskim skupinama i kulturama u 2017.

Kemijska skupina herbicida	Ukupna potrošnja kg a. t.	Petrošnja po skupinama kultura												
		Žitarice	Kukuruz	Duhan	Šeć. repa	Soja	Suncokret	Uljarice	Krumpir	Kupus	Vinogradi	Voćnjaci	Maslinici	Povrće
Ariloksifenoksi prop. (3)	4 284				1285	1473	538	426	252	120	36	36		118
Cikloheksandioni (2)	2 526				959	758	253	253	126					101
Fenilpirazoloni (1)	373	373												
Sulfonilureja (15)	10 218	1 860	4651		500	3185					9	9	4	
Imidazolinoni (1)	1 791					1791								
Triazolopirimidini (1)	216	108	108											
Triazoloni (1)	2 279	684	1595											
Triazini (1)	43 078		43078											
Triazinoni (2)	27 081				8 601	12 936			4 620					924
Fenil-karbamati (2)	8 304				8 304									
Piridazinoni (1)	3 485				3 485									
Ureja herbicidi (4)	13 161	9 202				1737		1354						868
Benzotiadiazinoni (1)	34 304	1 715	6861			24013			1715					
Nitrili (1)	43		43											
Fenilpiridazini (1)	109									98				11
Dipiridili (1)	3 438							2406		344	344	172		
N-fenilftalamidi (1)	218						152				65			
Difenil eteri (1)	224						157			22	11	11		22
Amidi (6)	11593	5110					5 160	239	655	144	12	12		261
Izoksazoli i	9 282		5 704	2146				716	537					179
Triketoni (2)	12 414		12 414											
Aminofosfonati (2)	217 371										76 111	65 252	43 433	
Dinitroanilini (1)	17 787		1779	5336		889	1779		2668	2668				2668
Kloracetamidi (5)	182 128		65 951	3035	6729	49288	25809		4237					2118
Tiokarbamati (1)	12 987	12338							649					
Benzofurani (1)	5 466				5466									
Sintetički auksini (9)	44 042	14202	23542		2631			155						
UKUPNO kg a. t.	668 199	45 592	165 726	11 498	37 959	94 333	35 584	26 034	14 446	7 289	76 639	65 690	43 609	7091

Za ostale namjene korišteno je 36.259 kg a. t. herbicida

5.3.2.2 Analiza potrošnje fungicida

U tablici 5-5. je prikazana potrošnja ukupnih količina fungicida i ukupno tretirane površine s istim količinama fungicida.

Tablica 5-5. Utrošene količine i tretirane površine fungicidima po kemijskim skupinama u 2017.

Kemijske	Ukupna	Udio u ukupnoj	Ukupno tretirane	Udio u ukupno tretiranim
Anorganski fungicidi	442787	61,09	168573	15,58
Metil benzimidazol	14128	1,95	94187	8,71
Benzamidi	394	0,05	3203	0,30
Karboksiamidi	5828	0,40	12096	1,12
Metoksi akrilati	7745	1,07	31213	2,89
Metoksikarbamati	938	0,13	9380	0,87
Oksimino acetati	1708	0,24	27740	2,56
Oksazolidinoni	316	0,04	3511	0,32
Imidazilini	44	0,00	3385	0,31
Triazoli	37528	5,18	453036	41,88
Hidroksi pirimidini	100	0,01	200	0,02
Fenil amidi	2512	0,35	23226	2,15
Amini/morfolini	2121	0,29	17254	1,59
Amidi karboksilne	4966	0,69	29371	2,71
Ditiokarbamati	117085	16,15	65736	6,08
Karbamati	1919	0,26	1586	0,15
Imidazoli	3238	0,45	11492	1,06
Ciano acetamidi	1857	0,26	12380	1,14
Oksimino acetamidi	1113	0,15	11130	1,03
Fenil acetamidi	109	0,02	5450	0,50
Guandini	2066	0,29	3178	0,29
Hidroksi anilidi	1555	0,21	2073	0,19
Kinolini	1741	0,24	11596	1,07
Dikarboksimidi	180	0,02	240	0,02
Ftalmidi	39192	5,41	27567	2,55
Kinoni	3242	0,45	12469	1,15
Anilino pirimidini	5221	0,72	13322	1,23
Benzofenoni	881	0,12	5700	0,53
Benzamidi	1132	0,16	4528	0,42
Klornitrili	4188	0,58	2888	0,27
Foseti fosfonati	17545	2,43	8773	0,81
Dinitroanilini	464	0,06	619	0,06
Triazolopirimidini	154	0,02	643	0,06
Dinitrofenoli	859	0,12	4090	0,38
UKUPNO	724856	99,60	1081835	100,00
UKUPNO DOMINANTNE	636592	87,82	781532	72,24

U usporedbi s 2012. potrošnja fungicida u 2017. iznosila je svega 65,5% potrošnje iz 2012. Glavni razlog smanjenja potrošnje leži u manjoj potrošnji (za oko 160.000 kg a. t.) anorganskih fungicida (bakra i sumpora). Potrošnja fungicida iz skupine ditiokarbamata bila je podjednaka u 2012. (14,5 %) i 2017. (16,15 %), a zajedno s anorganskim fungicidima čini 72,2 % ukupne potrošnje fungicida. Skupina triazola predstavlja također značajnu skupinu pesticida, osobito s gledišta udjela (41,88%) u ukupno tretiranoj površini.

U tablici 5-6. iste skupine fungicida prikazane su s gledišta namjene (registracije), odnosno s gledišta načina korištenja poljoprivrednog zemljišta. Iz podataka se može vidjeti da se anorganski fungicidi (bakar i sumpor) i ditiokarbamati najvećim udjelom primjenjuju u višegodišnjim nasadima, dok se triazoli najviše koriste u strnim žitaricama.

Tablica 5-6. Potrošnja fungicida po kemijskim skupinama i kulturama u 2017.

Kemijska skupina	Ukupna potrošnja kg a. t.	Petrošnja po skupinama kultura kg a. t.												
		Žitarice	Kukuruz	Duhan	Uljarice	Soja	Suncokret	Š. repa	Krumpir	Povrće	Vinova loza	Voćnjaci	Maslina	Ostalo
Anorganski fungicidi	442787								1367	17973	218770	131265	22898	50514
Benzimidazol karbamati	14128	7046						2825		2826		1412		
Benzamidi	394								27		367			
Karboksiamidi	5828								385		1539	1538		2366
Metoksi akrilati	7745	3237			376		376	1126	751	751	376	376		376
Metoksikarbamati	938	281						188			234	141		94
Oksimino acetati	1708										854	683		171
Oksazolidinoni	316								63	16	237			
Imidazilinoni	44										44			
Triazoli	37528	22091					1646	3393	726	191	3521	1369	363	4228
Hidroksi pirimidini	100									30		50		20
Fenil amidi	2512			301					276	251	956	603		125
Amini/morfolini	2121	2012									109			
Amidi karboksilne kiseline	4966			553					701	52	3187			473
Ditiokarbamati	117085			10572					18221		53817	19764		14711
Karbamati	1919									960				960
Imidazoli	418			21					63	42	209			84
Ciano acetamidi	1857								371		1486			
Oksimino acetamidi	1113				223		890							

Fenil acetamidi	109										109			
Guandini	2066											2066		
Hidroksi anilidi	1555										1089	311		156
Kinolini	1741										976	680		85
Dikarboksimidi	180									27	153			
Ftalmidi	39192										22618	15677		897
Kinoni	3242										1621	1621		
Anilino pirimidini	5221										3133	1764		324
Benzofenoni	881										881			
Benzamidi	1132									226	453	453		
Imidazoli	2820	100												
Klornitrili	4188								1675		1256			1256
Foseti fosfonati	17545										10527	5264		1755
Dinitroanilini	464								232	139				93
Triazolopirimidini	154										154			
Dinitrofenoli	859										773			86
UKUPNO	724856	34786	0	11447	599	0	2912	7532	24858	23484	329470	184235	23261	78772

5.3.2.3 Analiza potrošnje zoocida

Zoocidi imaju relativno mali udio (8,1%) u ukupnoj potrošnji pesticida. Najmanje učešće ove skupine pesticida navodi i Maceljski (1997). Međutim, prema navodima Ostojića i sur. (2004) udio insekticida na svjetskom nivou iznosi 27% (herbicida 47% i fungicida 18%). Odstupanja u podacima o potrošnji se mogu dovesti u vezu s načinom korištenja poljoprivrednog zemljišta, ali i s činjenicom da je primjena insekticida često kurativna te da slijedi jaču pojavu štetnika u godinama kad prevladavaju povoljni klimatski uvjeti. U 2017. ukupno je utrošeno 122.400 kg a. t. zoocida (tablica 5-1.). Od 54 aktivnih tvari koje su u Republici Hrvatskoj bile registrirane u 2017., ukupno je bilo korišteno 52 (96,3%) a. t. Skupina zoocida je zbog specifičnosti analizirana na različit način od prethodne dvije skupine pesticida. Ista aktivna tvar zoocida često ima dopuštenje za veliki broj različitih štetnika na više kultura. Zato su ukupno utrošene količine pojedinih aktivnih tvari raspodijeljene po kulturama na temelju ekspertne procjene (R. Bažok) broja tretiranja (indeks tretiranosti) pojedine kulture zoocidima (žitarice 0,2; kukuruz 0,2; duhan 2,5; šećerna repa 2,5; soja 0; suncokret 0,5; uljarice 1; krumpir 2,5; kupus 3; povrće 3; vinogradi 2; voćnjaci 5 i maslinici 1,5 puta). U tablici 5-7. je prikazana potrošnja zoocida u odnosu na kemijsku pripadnost. U skladu s proporcionalnim učešćem pojedine kulture u odnosu na ukupno obrađeno zemljište (2.596.434 ha), dopuštenja (registracije) primjene u kulturi i indeksa tretiranosti, dodijeljena im je pripadajuća količina zoocida. Dio zoocida (insekticidi za tretiranje robe u skladištima, sredstva za komunalnu higijenu) ima registriranu namjenu koja nije obuhvaćena ovom analizom. Pod ostale namjene se navodi i oko 5% zoocida koji se primjenjuju u ukrasnom bilju, hidroponskom uzgoju, uzgoj u zaštićenim prostorima, komunalnoj higijeni, okućnicama i sl.

Tablica 5-7. Pripadnost korištenih zoocida u po kemijskim skupinama u 2017.

Kemijska skupina	Ukupna potrošnja kg a.t.	Udio u ukupnoj potrošnji %	Prosječna potrošnja kg a. t. /ha	Tretirane površine ha	Udio u tretiranim površinama %
Karbamati	225	0,18	0,17	1291	0,225
Organofosforni insekticidi	33933	27,72	0,46	73770	12,876
Piretroidi	5366	4,38	0,02	268376	46,842

Biološki insekticidi*	4	0,00	0,04	111	0,019
Ostali insekticidi	11460	9,36	0,05	217269	37,922
Limacidi	1596	1,30	1,19	1340	0,234
Mineralna ulja	62387	50,97	24,00	2599	0,454
Sterilizanti tla	5448	4,45	605,33	9	0,002
Ukupno bez nadređene grupe	424	0,35	0,05	8174	
Sva ostala sredstva/neanalizirana	1557	1,27	np		
UKUPNO	122400	100			

Na temelju podataka iz tablice 5-1. navedeno je da zoocidi u ukupnoj potrošnji pesticida sudjeluju s vrlo malim udjelom (8 %). Međutim, s gledišta ukupno tretiranih površina (527.939 ha), a zbog relativno niskih doza primjene, udjel i značaj ove skupine je znatno veći.

S gledišta utrošenih količina u 2017. su dominirale skupina mineralnih ulja (50,97%), organofosfornih zoocida (27,72%), neonikotinoida (8,06%) i skupina piretroida (4,38%), te su ove 4 skupine predstavljale 91,13% ukupno trošenih zoocida u 2017.

S gledišta ukupno tretiranih površina, situacija je bila značajno drugačija. Skupina mineralnih ulja koja dominira po količini (koja nije bila analizirana u 2012.), zbog izrazito visokih doza primjene (24 l/ha) zapravo je u 2017. bila primijenjena na samo 2.600 ha ili 0,454% svih tretiranih površina. Organofosforni insekticidi su bili primijenjeni na 12,88% površina, te je njihov udio u količinama bio značajno veći od udjela u tretiranoj površini. Razlog je također prosječna veća doza primjene (0,46 kg/ha). Zbog relativno niskih dozacija (0,02 kg a.t./ha), skupina piretroida je imala najveći udjel (46,84%) u tretiranim površinama.

U tablici 5-8. detaljno je prikazana potrošnja zoocida po kemijskim skupinama i kulturama. Slično kao i kod fungicida, potrošnja zoocida je u 2017. bila najveća (63%) u vinogradima i voćnjacima. Po potrošnji u vinogradima i voćnjacima ističe se skupina **mineralnih ulja** koja se dominantno (51% svih količina zoocida) primjenjuju upravo u ovim nasadima. Ostali zoocidi često korišteni u voćnjacima i vinogradima su bili **piretroidi**, **organofosforni insekticidi** i **neonikotinoidi** (tablica 5-8.). Neonikotinoidi su u tablici prikazani u kategoriji Ostali insekticidi. Oko 2% ukupne potrošnje zoocida odnosi se na ostale namjene (ukrasno bilje, male namjene, hidroponski uzgoj, zaštita robe u skladištima, uzgoj u zaštićenim prostorima, komunalna higijena, okućnice i sl.).

Tablica 5-8. Potrošnja zoocida po kemijskim skupinama i kulturama u 2017.

2017	Kultura	Žitarice	Kukuruz	Duhan	Šeć. repa	Soja	Suncokret	Uljarice	Krumpir	Kupus	Vinogradi	Voćnjaci	Maslinici	Povrće	Ostalo*
	kg. a.t.	247318	312750	4485	19410	91966	40519	57613	13817	5277	41219	51032	56827	34142	
Karbamati	225	22					1	1				109		70	22
Organofosforni insekticidi	33933	6540	4905	1226	1226		1226	7491		409	2586	729	6773	821	
Piretroidi	5366	1016	578	69	183			1072	18	82	331	438	145	1350	84
Biološki insekticidi*	4													4	
Ostali insekticidi	11460	0	0	0	676		0	1510	1092	121	495	2697	11	3539	1319
Limacidi	1596							159		159				1279	0
Mineralna ulja	62387										31194	31194			
Sterilizanti tla	5448													5448	
Ukupno bez nadređene grupe	424							79	36	24	12	138		107	28
Sva ostala sredstva/neanali z	1557														1557
UKUPNO	122400	7578	5483	1296	2085	0	1228	10312	1145	794	34617	35305	6929	12617	3010

* - ukrasno bilje, male namjene, hidroponski uzgoj, uzgoj u zaštićenim prostorima, komunalna higijena, okućnice, štetnici u skladištima i sl.

5.3.2.4 Analiza potrošnje pesticida po kulturama

Ukupna potrošnja pesticida u 2017. je iznosila 1.511.612 kg a. t. Ako isključimo količinu pesticida za ostale namjene (117.774 kg), prosječna dozacija po ukupno korištenim poljoprivrednim površinama* je iznosila 1,43 kg/ha. Naime, treba naglasiti da su u analizu uzete samo površine kultura od 976.368 ha kojima je bilo moguće dodijeliti određenu količinu pesticida.

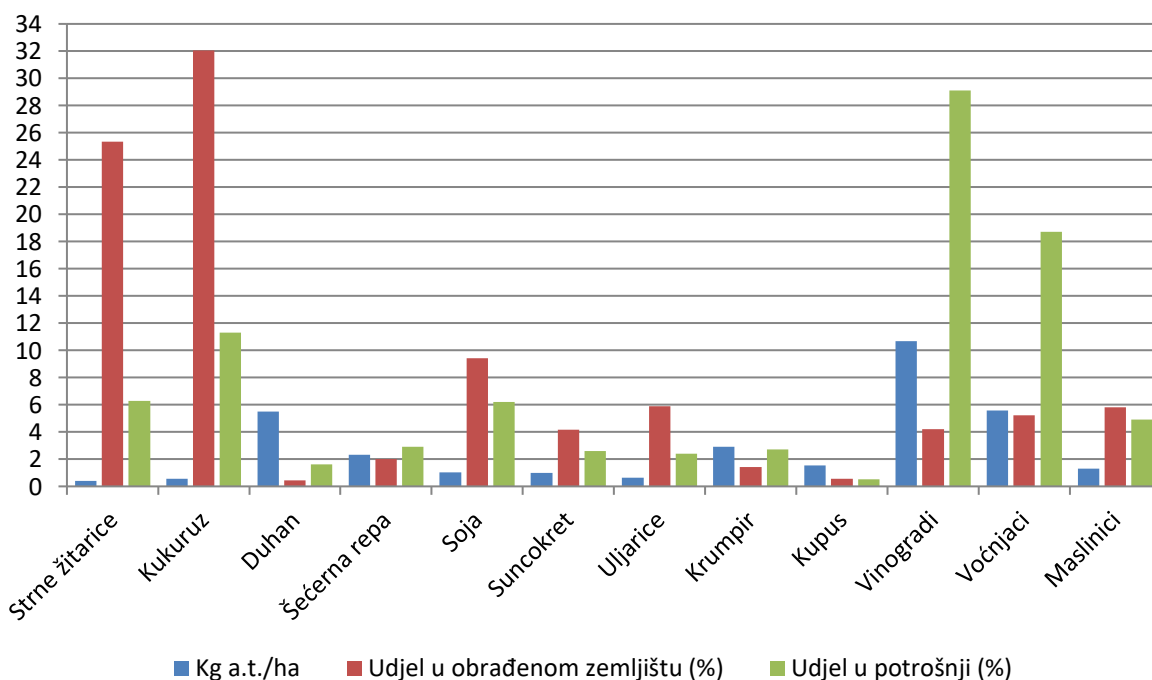
Iz tablice 5-9. i slike 5-1. moguće je vidjeti utjecaj intenziteta primjene pesticida u nekim kulturama. Veći broj kultura (strne žitarice, kukuruz, soja, suncokret uljarice) potrošnju po jedinici površine imaju manju od prosječne potrošnje (1,43 kg/ha) pesticida, dok voćnjaci, vinogradi, krumpir i duhan imaju znatno višu potrošnju, pa stoga imaju i visok udjel u ukupnoj potrošnji pesticida.

Tablica 5-9. Potrošnja sredstva za zaštita po kulturama i skupinama pesticida u 2017. godini

Kultura	Ukupno tretirane površine	Udio u ukupno tretiranim površinama	Potrošnja herbicida	Potrošnja fungicida	Potrošnja zoocidi	Ukupna potrošnja pesticida	Udio*
	ha	%	kg a. t.				%
Strne žitarice	247 318	25,33	45 592	34 786	7 578	87 956	5,8
kg a.t./ha			0,18	0,17	0,03	0,38	
Udjel skupine			51,8	39,5	7,98		
Kukuruz	312 750	32,03	165 726	-	5 483	171 209	11,3
kg a.t./ha			0,53	-	0,2	0,55	
Udjel skupine			96,80	-	3,20		
Duhan	4 485	0,46	11 948	11 447	1 296	24 691	1,6
kg a.t./ha			2,66	2,55	0,29	5,50	
Udjel skupine			48,39	45,86	5,75		
Šećerna repa	19 410	1,99	37 959	7 532	2 085	47 576	3,1
kg a.t./ha			1,95	0,39	0,11	2,45	
Udjel skupine			84,82	10,52	4,66		
Soja	91 966	9,42	94 333	-	-	94 333	6,2
kg a.t./ha			1,06	-	-	1,06	
Udjel skupine			100				
Suncokret	40 519	4,15	35 584	2 912	1 228	39 724	2,6
kg a.t./ha			0,88	0,07	0,03	0,98	
Udjel skupine			89,58	7,33	3,09		
Uljarice	57 613	5,90	26 034	599	10 312	36 945	2,4
kg a.t./ha			0,44	0,1	0,19	0,64	
Udjel skupine			70,47	1,62	27,91		
Krumpir	13 817	1,41	14 446	24 858	1 145	40 449	2,7
kg a.t./ha			1,05	1,80	0,08	2,93	
Udjel skupine			35,71	61,45	2,84		
Kupus	5 277	0,54	7 289	-	794	8 083	0,5
kg a.t./ha			1,38	-	0,15	1,53	
Udjel skupine			90,18	-	9,82		

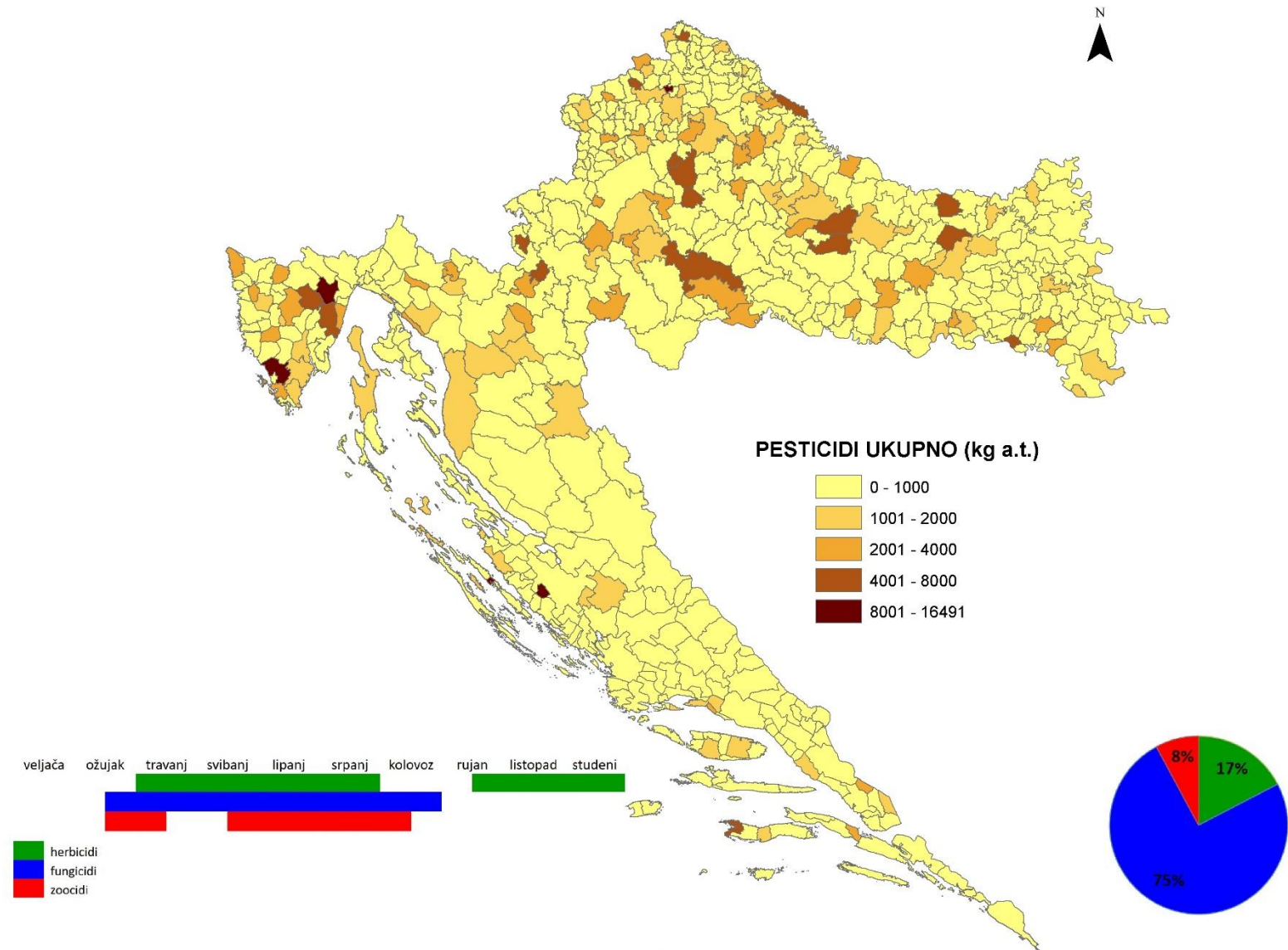
Vinogradi	41219	4,22	76 639	329 470	34 617	440 726	29,1
kg a.t./ha			1,86	7,99	0,84	10,69	
Udjel skupine			17,39	74,76	7,85		
Voćnjaci	51 032	5,22	65 690	184 235	35 305	285 230	18,9
kg a.t./ha			1,29	3,61	0,69	5,59	
Udjel skupine			23,0,3	64,6	12,38		
Maslinici	56 827	5,82	43 609	23 261	6 929	73 799	4,9
kg a.t./ha			0,77	0,41	0,12	1,30	
Udjel skupine			59,09	31,52	9,39		
Povrće	34 142	3,50	7091	23 484	12 617	43 192	2,9
kg a.t./ha			0,21	0,69	0,37	1,27	
Udjel skupine			16,42	54,37	29,21		
Ostale			36259	78 505	3 010	117774	7,8
Ukupno	976.368		668 119	721 094	122 399	1 511 612	
Udjel skupine			44,2	47,7	8,1	100	

* udio kulture u ukupnoj potrošnji pesticida

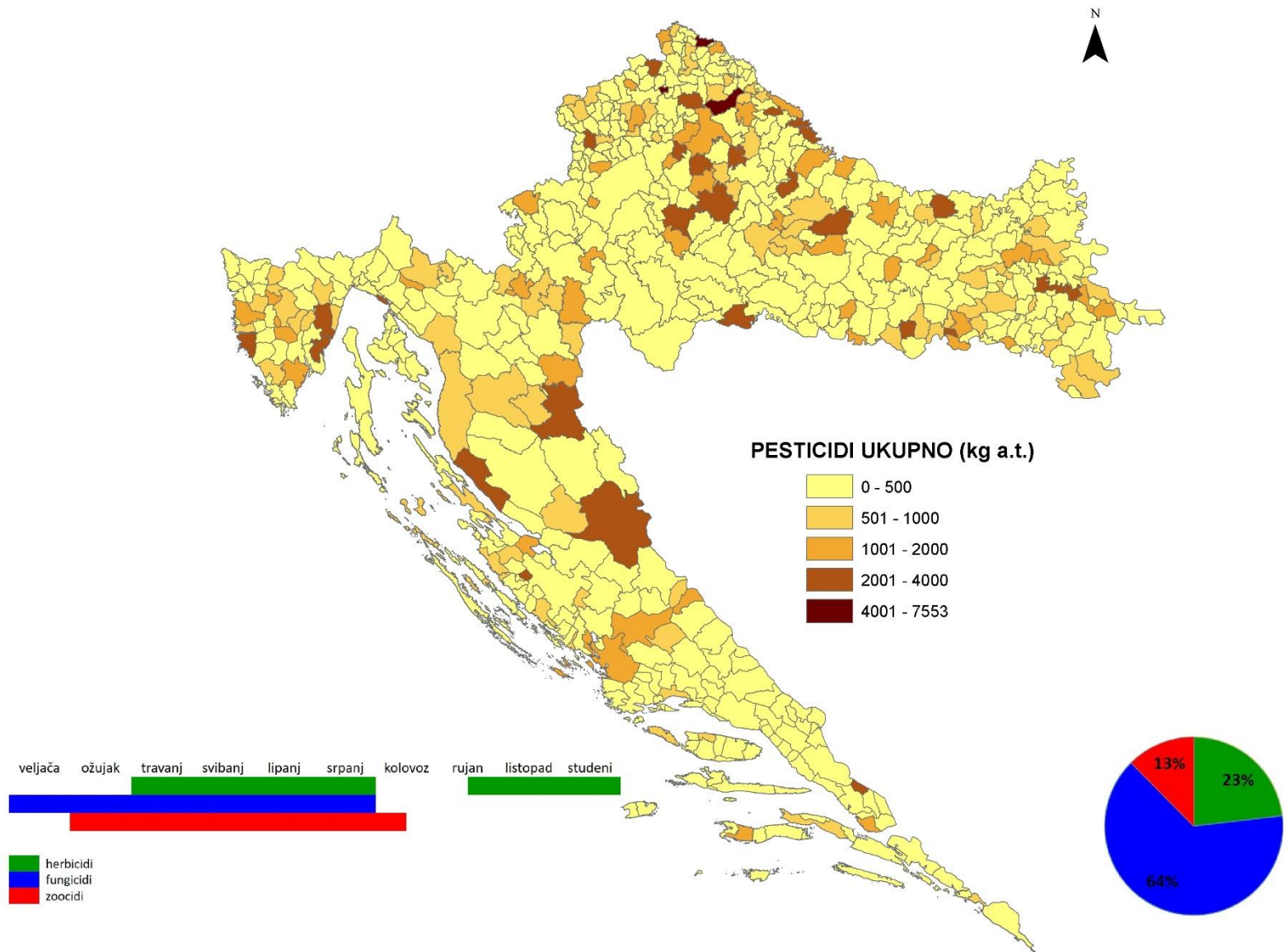


Slika 5-1. Potrošnja pesticida po kulturi (kg a.t./ha), udio kulture u obrađenom zemljištu i u ukupnoj potrošnji pesticida

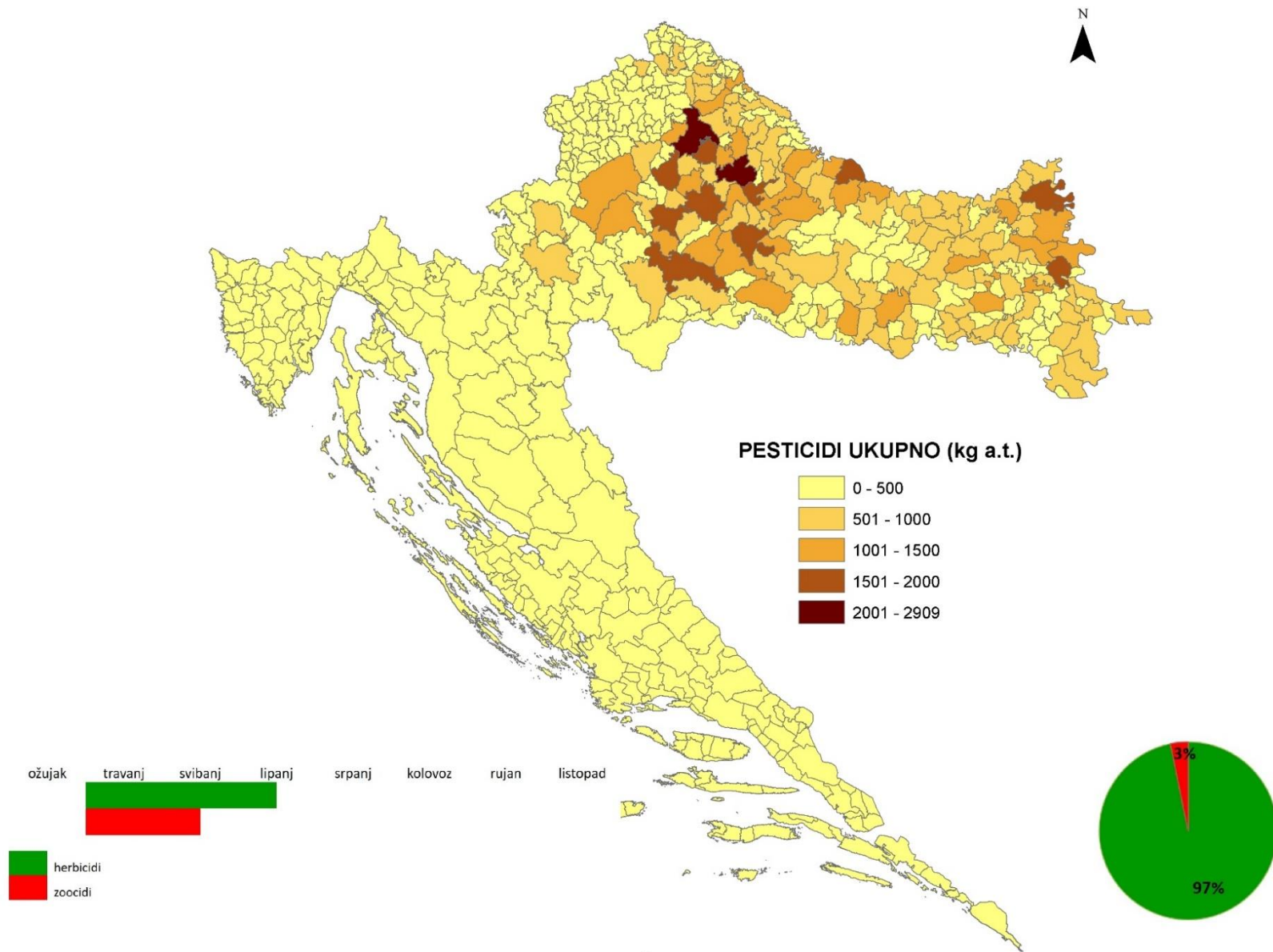
Zbog značaja za uspostavu monitoringa voda na sadržaj pesticida, na slikama 5-2. – 5.4. kartiran je intenzitet potrošnje pesticida na razini jedinica lokalne samouprave (općine) za važnije „potrošače“, a koji je u vezi s načinom korištenja poljoprivrednog zemljišta. Uz karte je grafički prikazan udjel pojedine skupine pesticida te dinamika potrošnje, što također može biti važna smjernica za uspostavu monitoringa. Naime, ako na nekoj lokaciji dominira uzgoj npr. vinograda, zbog intenziteta primjene pesticida u vinogradima, može se zaključiti da su takve općine istaknute po potrošnji (tamnije smeđe obojene).



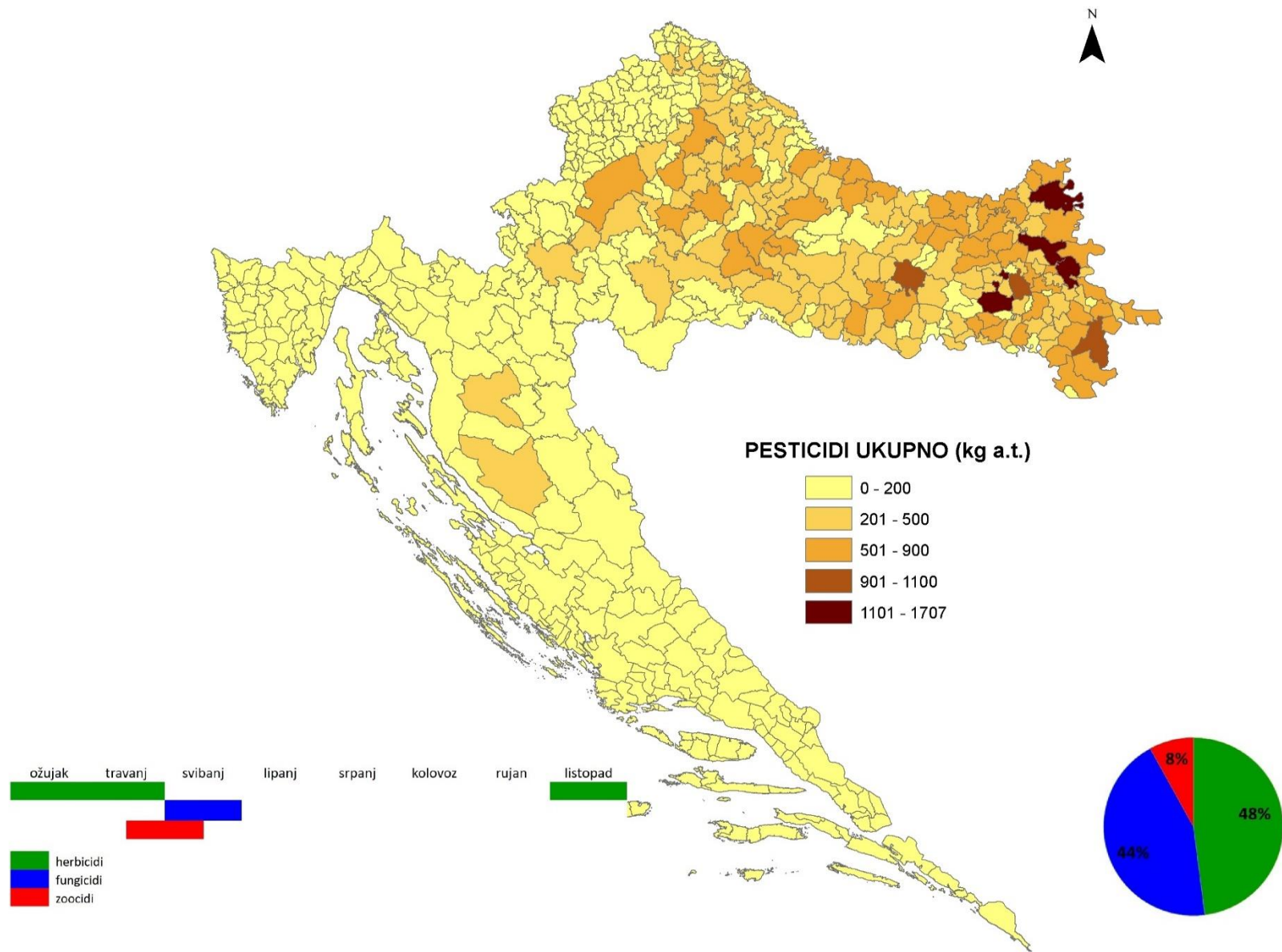
Slika 5-2. Ukupna potrošnja pesticida u vinogradima po općinama s dinamikom primjene i udjelom pojedine skupine pesticida u 2017.



Slika 5-3. Ukupna potrošnja pesticida u voćnjacima po općinama s dinamikom primjene i udjelom pojedine skupine pesticida u 2017.



Slika 5-4. Ukupna potrošnja pesticida u kukuruzu po općinama s dinamikom primjene i udjelom pojedine skupine pesticida u 2017.



Slika 5-5. Ukupna potrošnja pesticida u strnim žitaricama po općinama s dinamikom primjene i udjelom pojedine skupine pesticida u 2017.

5.3.2.5 Potrošnja pesticida po županijama

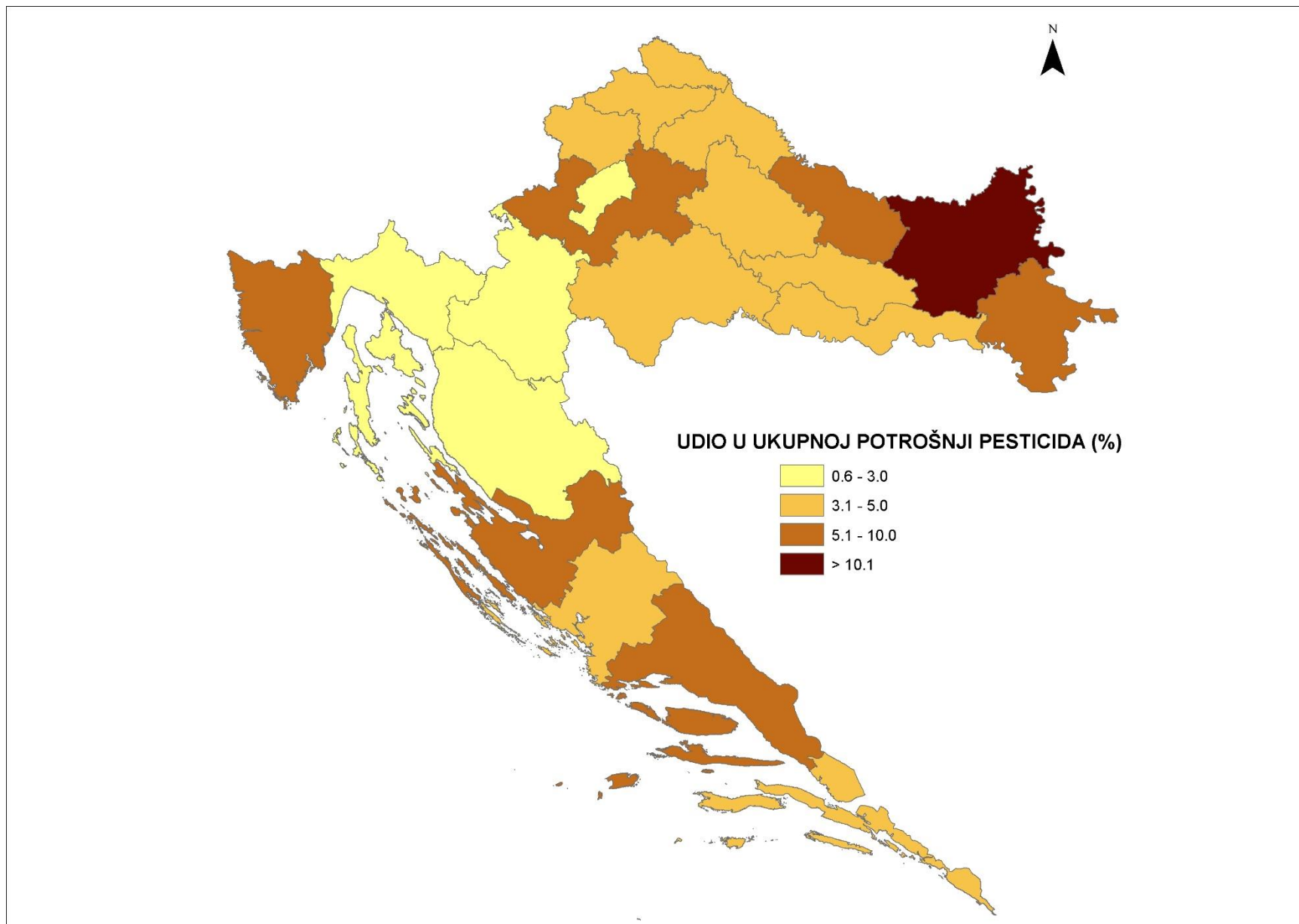
U tablici 5-10. je prikazana ukupna potrošnja pesticida po županijama, a u tablici 5-11. je uključen i prikaz potrošnje pesticida po kulturama. Potrošnja pesticida je uskoj povezana s načinom korištenja poljoprivrednog zemljišta. S gledišta ukupno obradive površine, poznato je da se ističu slavonske županije. Osječko-baranjska, Vukovarsko-srijemska i Virovitičko-podravska županija čine 41,2 % ukupno analiziranih površina, dok ukupnoj potrošnji pesticida sudjeluju s 28,03 %. Također treba istaknuti da je prosječna potrošnja po jedinici površine u istim županijama ispod prosječne potrošnje (1,43 kg/ha) u Hrvatskoj. Nasuprot tome, Dubrovačko-neretvanska, Šibensko-kninska i Zadarska županija imaju samo 5,12 % udjela u analiziranoj površini, dok im se potrošnja pesticida po ha kreće od 4,36 do 6,37 kg/ha, što je 3,0 - 4,5 puta više od prosječne dozacije.

Tablica 5-10. Ukupna potrošnja pesticida po županijama u 2017.

Županija	Ukupno tretirane površine pesticidima ha	Udio tretiranih površina u odnosu na ukupno obradive površine %	Ukupna potrošnja pesticida kg a.t.	Udio u ukupnoj potrošnji pesticida %	Prosječna potrošnja pesticida kg a.t./ha
Bjelogorsko-bilogorska	76.096	7,79	70117	4,64	0,92
Brodsko-posavska	70 463	7,22	67240	4,45	0,95
Dubrovačko-neretvanska	14 837	1,52	64669	4,28	4,36
Grad Zagreb	6 387	0,65	14810	0,98	2,32
Istarska	25 543	2,62	92625	6,13	3,63
Karlovačka	15 435	1,58	26013	1,72	1,69
Koprivničko-križevačka	59 357	6,08	61503	4,07	1,04
Krapinsko-zagorska	16 474	1,69	46268	3,06	2,81
Ličko-senjska	7 005	0,72	13742	0,91	1,96
Međimurska	32 643	3,34	45849	3,03	1,40
Osječko-baranjska	190 591	19,52	188220	12,45	0,99
Požeško-slavonska	41 075	4,21	63691	4,21	1,55
Primorsko-goranska	3 832	0,39	9027	0,60	2,36
Šibensko-kninska	16 202	1,66	70567	4,67	4,36
Sisačko-moslavačka	49 832	5,10	75054	4,97	1,51
Splitsko-dalmatinska	27 750	2,84	95065	6,29	3,43
Varaždinska	33 271	3,41	64159	4,24	1,93
Virovitičko-podravska	77 615	7,95	99369	6,57	1,28

Vukovarsko-srijemska	133 681	13,69	136267	9,01	1,02
Zadarska	18 979	1,94	120831	7,99	6,37
Zagrebačka	59 307	6,07	87157	5,77	1,47
Ukupno	976.368	100,00	1.511.612	100	1,43

Udjeli pojedine županije u ukupnoj potrošnji kartirani su i grafički prikazani na slici 5-6. a detaljna potrošnja po županiji s gledišta načina korištenja poljoprivrednog zemljišta je prikazana u tablici 5-11.



Slika 5-6. Prikaz županija po udjelu u ukupnoj potrošnji pesticida

Tablica 5-11. Ukupna potrošnja pesticida po kulturama i županijama u 2017.

Županija	Žitarice	Kukuruz	Duhan	Uljarice	Soja	Suncokret	Š. Repa	Krumpir	Kupus	Povrće	Ostalo	Vonograd	Masline	Voćnjaci	Ukupno
	kg a. t.														
Bjelogorsko-bilogorska	7801	22316	157	1492	5699	184	84	3532	129	1736	2944	5798		18245	70117
Brodsko-posavska	9569	13049	7	3624	8985	1560	1755	324	79	1677	8327	2589		15696	67240
Dubrovačko-neretvanska		12						231	95	991	519	36100	9252	17468	64669
Grad Zagreb	817	1216		91	122	14		471	188	578	2532	5798		2983	14810
Istarska	1321	1058		58	94	3		2749	1045	2595	343	64031	10524	8805	92625
Karlovačka	1482	3288		223	718	4		1276	477	1269	1750	3812		11714	26013
Koprivničko-križevačka	6167	17849	392	2831	1364	335	230	466	79	895	4765	15499		10632	61503
Krapinsko-zagorska	1140	3935		453	1			1700	7	892	1502	28741		7898	46268
Ličko-senjska	1254	375		11	19	2		1559	101	266	0	355	581	9220	13742
Međimurska	3381	7221		1340	1378	237	447	9047	272	931	1946	11296		8352	45849
Osječko-baranjska	22926	28672	296	11744	21017	21188	20719	923	158	1094	5660	24926		28897	188220
Požeško-slavonska	4933	6727	4090	1705	4669	672	1521	1291	218	1008	20	18559		18277	63691
Primorsko-goranska	1	8						105	19	74	286	3102	4103	1328	9026
Šibensko-kninska	137	98						560	13	757	23682	27234	15047	3039	70567
Sisačko-moslavačka	3786	11285		1532	4873	27		3554	1017	2971	77	11544		34386	75054
Splitsko-dalmatinska	171	283						1922	880	2012	488	58344	21090	9875	95065
Varaždinska	2775	8272		1321	820	41	129	3151	652	2126	7124	28978		8771	64159
Virovitičko-podravska	7015	12868	19648	3892	12616	3062	2124	1870	1033	4251	1762	12383		16844	99369
Vukovarsko-srijemska	14629	16859	102	5288	27355	12273	17742	2571	1298	3296	86	19744		15026	136267
Zadarska	310	191			2	5		806	221	1442	56808	33187	13203	14656	120831
Zagrebačka	5407	15627		1340	4602	118		2339	104	2414	4247	29256		21704	87157
Ukupno	95024	171209	24691	36945	94333	39724	44751	40449	8083	33275	124865	440726	73799	283818	1511612

5.3.2.6 Najčešće korišteni pesticidi

U tablici 5-12. je prikazano po pet aktivnih tvari („top pet“) iz pojedine skupine pesticida koji su predstavljali glavninu potrošnje (od 67,3 do 83,25 %) u 2017. S gledišta monitoringa voda, isticanje aktivnih tvari koje se najviše troše u poljoprivredi je važno stoga što zbog naglašene potrošnje predstavljaju veći rizik u odnos na ostale a. t. Ipak napominjemo da je kod procjene rizika potrebno pored količina a. t. uzeti u obzir i fizikalno-kemijska svojstva istaknutih a. t., a koja su prikazana u tablici 5-13.

Tablica 5-12. Potrošnja i udjel pet najviše korištenih aktivnih tvari herbicida, fungicida i zoocida u 2017.

Rang	Herbicidi	Fungicidi	Insekticidi
1	glifosat	sumpor	mineralna ulja
2	S-metolaklor	mankozeb	klorpirifos
3	terbutilazin	bakar (oksiklorid)	dimetoat
4	bentazon	folpet	acetamiprid
5	dikamba	bakar (hidroksid)	tiametoksam
Ukupna potrošnja (kg)	449 796	504 635	101 902,5
Udio u ukupnoj potrošnji (%)	67,3	69,6	83,25
Ukupno tretirane površine (ha)	366 112	216 015	225 494
Udio u tret. površinama (%)	25,5	20,0	39

Potpuna usporedba s najčešće korištenim aktivnim tvarima u 2012. nije u potpunosti moguća zbog toga što je u razdoblju 2012.-2017. došlo do određenih promjena. Naime, u postupku ponovne procjene toksikoloških i ekotoksikoloških svojstava na razini EU, neke a.t. su povučene s tržišta EU jer nisu udovoljavale određenim kriterijima. Tako je iz skupine herbicida povučen acetoklor koji je u 2012. imao znatnu potrošnju. U skupini fungicida, u 2012. i 2017. najviše su korišteni anorganski fungicidi (bakar i sumpor) te mankozeb.

Što se tiče zoocida, iako je udio pet najviše korištenih zoocida u utrošenim količinama 83,25%, ovim je aktivnim tvarima tretirano 225.494 ha što je samo 39% ukupnih površina tretiranih zoocidima. Ovaj nesrazmjer je uzrokovan činjenicom da su doze primjene mineralnih ulja, klorpirifosa i dimetoata puno veće (24 kg/ha za mineralna ulja i 400 i 480 g/ha za klorpirifos i dimetoat) od doza acetamiprida (50 g a.t./ha) i tiametoksama (37,5 g a.t./ha). Istovremeno u pet najviše korištenih insekticida se nisu našle

aktivne tvari iz skupine piretroida (cipermetrin, esfenvalerat, alfa-cipermetrin i lambda-cihalotrin) i neonikotinoida (imidakloprid) kojima se ukupno tretira veća površina (ukupno 250.276 ha).

Ako navedene aktivne tvari usporedimo s *Popisom opasnih tvari i prioritetnih opasnih tvari* i *Popisom ostalih opasnih tvari* iz Uredbe o opasnim tvarima u vodama (NN 137/08), možemo zaključiti sljedeće:

- ni jedna aktivna tvar herbicida se ne nalazi na *Popisu opasnih tvari i prioritetnih opasnih tvari* niti na *Popisu ostalih opasnih tvari*. Naime, s Popisa ostalih opasnih tvari sve aktivne tvari (izoproturon, alaklor, atrazin, diuron, simazin, trifluralin) su povučene s tržišta EU.
- ni jedna aktivna tvar najviše korištenih fungicida se također ne nalazi na *Popisu opasnih tvari i prioritetnih opasnih tvari*, dok se na *Popisu ostalih opasnih tvari* nalaze bakar i fungicidi iz skupine karbamata u koju pripada mankozeb.
- od insekticida je u Uredbu o izmjenama i dopunama Uredbe o standardu kakvoće voda (NN 78/2015) uvršten klorpirifos (klorpirifos-etil). On je iza mineralnih ulja, koja ne predstavljaju opasnost za okoliš, bio količinski najviše korišten insekticid u 2017. U navedenoj Uredbi navode se organofosforni insekticidi općenito, skupina kojoj pripada i **dimetoat**, treći najčešće korišteni insekticid u 2017.
- iz skupine neonikotinoida četiri su aktivne tvari u popisu deset najčešće korištenih aktivnih tvari u Republici Hrvatskoj (**acetamiprid, imidakloprid, tiakloprid i tiametoksam**). Ove će aktivne tvari, uključujući i **klotianidin**, od 2019. godine biti potrebno pratiti prema Provedbenoj odluci komisije EU 2018/840. Tri aktivne tvari iz skupine neonikotinoida, imidakloprid, klotianidin i tiametoksam smatraju se problematičnim zbog neželjenih posljedica koje njihova primjena ima na pčele i druge oprašivače. Imidakloprid i tiametoksam u ukupnoj potrošnji zoocida u 2017. su činile 3,5%, no ukupna tretirana površina ovim aktivnim tvarima predstavljala je 14% svih površina tretiranih zoocidima. Dana 27. travnja 2018. države članice Europske unije donijele su odluku o zabrani ova tri insekticida iz skupine neonikotinoida (klotianidin, imidakloprid i tiametoksam) za sve poljoprivredne usjeve na otvorenom. Odluka je stupila na snagu krajem 2018. pa poljoprivredni proizvođači od 2019. godine neće smjeti koristiti insekticide na bazi ove tri djelatne tvari u proizvodnji na otvorenom. Odluka koja je donesena temelji se na tri opsežne studije (EFSA 2018a, EFSA, 2018b i EFSA, 2018c) u kojima su obrađeni rezultati brojnih istraživanja i u kojima se analiziraju potencijalni rizici kod uporabe na svim do tada dozvoljenim kulturama. Pri tom su za folijarnu uporabu analizirani sljedeći rizici: (i) rizik od rezidua u polenu i nektaru; (ii) zanošenje na netretirane biljke; (iii) rezidue u izvorima voda. Za primjenu tretiranjem sjemena istovremeno su analizirani rizici koji se odnose na (i) rizik od sistemične translokacije tretiranom biljkom te mogući ostatci u nektaru i polenu (odnosi se na tretiranu

biljku i biljke koje slijede u plodoredu); (ii) rizik od kontaminacije zanošenjem prašine (rizik za rubove polja i susjedne usjeve) i (iii) rizik od korištenja vode s mogućim ostacima insekticida. Utvrđeni su rizici za tri vrste organizama, medonosnu i solitarnu pčelu i bumbare. S obzirom na zabranu koja je nastupila, novo opterećenje voda ovim djelatnim tvarima više neće biti moguće, no redoviti monitoring voda bi mogao ukazati na eventualne ostatke i potencijalne ilegalne upotrebe.

U tablici 5-13. prikazana su fizikalno-kemijska svojstva najčešće korištenih pesticida (zeleno-herbicidi; plavo-fungicidi; crveno-zoocidi). Na primjeru glifosata opisana je važnost poznavanja ovih svojstava. Na temelju topljivosti glifosata u vodi (10500 mg/L vode) moglo bi se zaključiti da će ovaj herbicid biti vrlo mobilan u tlu (ispirljiv). Međutim, svojstvo adsorpcije je toliko izraženo da je svrstan u skupinu ne mobilnih spojeva. Također se može vidjeti da dikamba ima visoku topljivost u vodi, a slabu sposobnost adsorpcije, ali zbog kratkog razdoblja razgradnje (DT_{50} - 3,9 dana; DT_{90} - 13,2 dana) također ne predstavljaju visok rizik kontaminacije voda.

Tablica 5-13. Fizikalno-kemijska svojstva najviše korištenih aktivnih tvari herbicida (zeleno), fungicida (plavo) i zoocida (crveno)

Aktivna tvar	Kfoc	Sw (mg/L)	pKa	p (mPa)	GUS	DT ₅₀ (dani)	DT ₉₀ (dani)	LD ₅₀ (mg/kg)
glifosat	16331 (NM)	10500 (HS)	2,34	0,0131 (LV)	-0,25	23,79	169,68	> 2000 (L)
S-metolaklor	226,1 (MM)	480 (MS)	-	3,7 (LV)	1,91	21	92	2577 (L)
terbutlazin	231 (MM)	6,6 (LS)	1,9	0,152 (LV)	3,04	21,8	72,6	> 1000 (M)
bentazon	59,6 (M)	7112 (HS)	3,51	0,17 (LV)	2,89	7,5	31,9	1400 (M)
dikamba	12,36 (VM)	250000 (HS)	1,87	1,67 (LV)	1,75	3,9	13,2	1581 (M)
sumpor	-	0,063	-	0,098 (LV)	1,03	-	-	> 2000 (L)
mankozeb	771 (SM)	6,2 (LS)	10,3	0,013 (LV)	-1,45	-	-	> 5000 (L)
bakar (oksiklorid)	-	1,19 (LS)	-	0,00001 (LV)	-	-	-	299 (M)
folpet	304	0,8 (LS)	-	2.10×10^{-02} (LV)	1,02	3	-	> 2000 (L)
bakar (hidroksid)	-	0,506 (LS)	-	0.000001 (LV)	-0,32	2600	-	> 489 (M)
mineralna ulja								
klorpirifos	3954 (SM)	1,05 (LS)	-	1,43 (LV)	1,04	27,6	113	66 (H)
dimetoat	28,3 (M)	25900 (HS)	-	0,247 (LV)	1,01	7,2	-	245 (M)
acetamiprid	106,5 (MM)	2950 (HS)	0,7	1.73×10^{-04} (LV)	0,4	3	20,2	146 (M)
tiametoksam	-	4100 (HS)	-	6.60×10^{-06} (LV)	4,69	39	296,5	> 1563 (M)

Kfoc - Freundlichova sorpcijska konstanta (normirana prema udjelu organskog ugljika u tlu)

Sw - topljivost u vodi pri 20 °C

pKa - konstanta ionizacije konjugirane kiseline

p - tlak para pri 25 °C

GUS -indeks za procjenu potencijala ispiranja spoja i onečišćenja podzemnih voda (< 2,0 nizak; 2,0 – 3,0 umjeren; > 3,0 visok)

DT₅₀- poluvijek raspada, vrijeme (u danima) potrebno da se razgradi 50 % primijenjene količine spoja (u poljskim uvjetima)

DT₉₀- vrijeme (u danima) potrebno da se razgradi 90 % primijenjene količine spoja (u poljskim uvjetima)

LD₅₀ - srednja letalna doza (mg/kg tjelesne mase) spoja: L - low (slaba); M - moderate (umjerena); H - high (visoka)

- nema podataka

Slovne oznake uz vrijednosti pojedinog svojstva:

Kfoc: NM - non mobile (nije mobilan); SM - slightly mobile (slabo mobilan); MM - moderately mobile (umjereno mobilan); M - mobile (mobilan); VM - very mobile (vrlo mobilan).

Sw: LS - low solubility (slaba topljivost); MM - moderately solubility (umjerena topljivost); HS - high solubility (visoka topljivost).

p (mPa): LV - low volatility (niska hlapivost)

5.3.2.6.1 Ostale aktivne tvari pesticida važne za monitoring voda

U prethodnom poglavlju prikazane su najčešće korištene a. t. pesticida po skupinama pesticida (herbicidi, fungicidi, zoocidi) u poljoprivredi. Podaci o potrošnji navedenih a. t. pesticida (70 % ukupne potrošnje u skupini) za područje Republike Hrvatske su vrlo važna smjernica za monitoring voda. Međutim, zbog obveza prema proceduri EU u području monitoringa kakvoće voda (Uredba o kakvoći voda, Uredba o izmjenama i dopunama Uredbe o standardu kakvoće voda) u nastavku teksta će biti opisane a. t. koje se nalaze na popisu u spomenutoj legislativi. Aktivne tvari (dikofol, aklonifen, befenoks, cipermetrin, heptaklor, kinoksifen, cibutrin, diklorvos i terbutin) bit će opisane zasebno (ovisno o vrsti pesticida) po količini, mjestu potrošnje što je neposredno vezano uz mjesto monitoringa. U ovom poglavlju također će biti analizirane aktivne tvari koje treba pratiti prema Provedbenoj odluci komisije EU 2018/840, metiokarb, i pesticidi iz skupine neonikotinoidea (imidaklopid, tiaklopid, tiametoksam, klotianidin i acetamiprid).

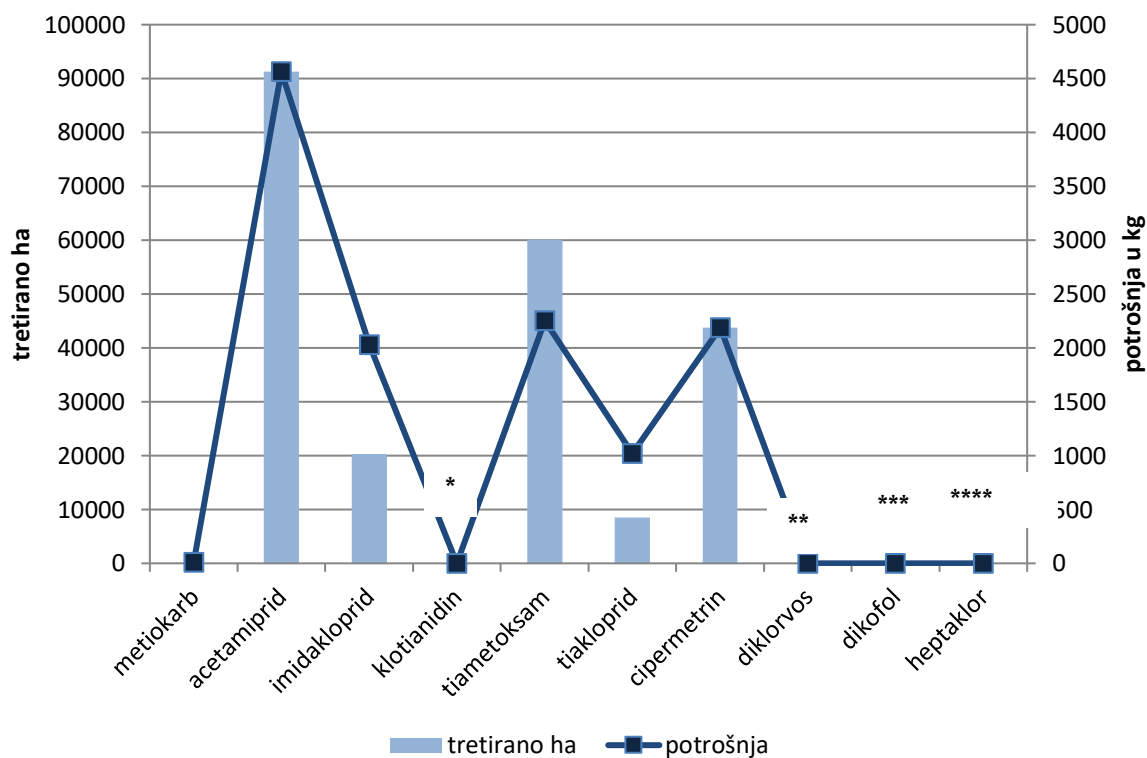
Analiza potrošnje ostalih aktivnih tvari zoocida

Od navedenih aktivnih tvari u zoocide pripadaju: dikofol, cipermetrin, heptaklor, i diklorvos. Prema Provedbenoj odluci komisije EU 2018/840, svi navedeni pesticidi pripadaju u skupinu zoocida (metiokarb, imidaklopid, tiaklopid, tiametoksam, klotianidin i acetamiprid). Iz skupine zoocida prema Provedbenoj odluci komisije EU 2018/840 moraju se posebno pratiti **metiokarb** te pesticidi iz skupine **neonikotinoidea** (imidaklopid, tiaklopid, tiametoksam, klotianidin i acetamiprid). Također, Uredbom o standardu kakvoće voda (Narodne novine, br.78/2015) uvedeno je 12 novih tvari koje su opasne za vodeni okoliš. To su između ostalog i aktivne tvari sredstava za zaštitu bilja među kojima su četiri insekticida (i/ili akaricida) koji se razvrstavaju u sredstva za zaštitu bilja: dikofol, cipermetrin, heptaklor te aktivne tvari biocida diklorvos. U tablici 5-14. su prikazana osnovna fizikalno-kemijska svojstva ovih insekticida. Radi boljeg razumijevanja potencijalne opasnosti od zagađenja voda ovim aktivnim tvarima i procjene rizika analizirali smo njihova svojstva te upotrebu u Republici Hrvatskoj.

Metiokarb je insekticid iz skupine karbamata. Ima dozvolu za uporabu u EU. Vrlo je toksičan za sisavce, inhibitor je kolinesteraze i neurotoksin. Također je vrlo toksičan za

većinu faune i flore uključujući pčelu medaricu. Glavna iznimka su gliste u kojima je toksičnost niska. Ima nisku topljivost u vodi, nisku hlapljivost, te se na temelju svojih kemijskih svojstava, ne bi trebao intenzivnije ispirati u podzemne vode. Međutim, otkriven je u nekoliko zemalja. Obično nije postojan u sustavima tla ili vode. U Republici Hrvatskoj je dozvoljen za tretiranje sjemena suncokreta, uljane repice i kukuruza radi sprječavanja šteta od žičnjaka, a granulirana je formulacija dozvoljena za suzbijanje rovca na ukrasnom bilju, povrtlarskim kulturama, krumpiru i jagodama. Iako se primjenjuje u velikom broju kultura, njegova ukupna godišnja potrošnja od 7,4 kg ne upućuje da je ova aktivna tvar posebno opasna za podzemne vode.

Acetamiprid je insekticid koji je trenutno odobren za uporabu u EU. Vrlo je topiv u vodi i hlapljiv. Na temelju kemijskih svojstava ne očekuje se njegovo povećano ispiranje u podzemne vode. Iako nije perzistentan u sustavima tla, može biti vrlo postojan u vodenim sustavima pod određenim uvjetima. Ima umjerenu toksičnost za sisavce, ali i visok potencijal za bioakumulaciju. Acetamiprid ima dokazano nadražujuće djelovanje. Vrlo je toksičan za ptice i gliste, te umjereno toksičan za većinu vodenih organizama. Acetamiprid u Republici Hrvatskoj ima vrlo široku primjenu u voćarstvu, povrtlarstvu i manje u ratarskoj proizvodnji. Iz slike 5-7. vidljivo je da je s ovom aktivnom tvari bilo tretirano više od 90.000 ha. S obzirom na široku primjenu u voćarstvu i povrtlarstvu i njegovu dobru učinkovitost na lisne uši, štitaste moljce i tripse vjerojatno su najviše tretirani bili povrtlarski usjevi i voćke. Zabrana ostalih neonikotinoida (prvenstveno tiametoksama) vjerojatno će u budućnosti dovesti i do većeg korištenja acetamiprida s obzirom na to da je spektar djelovanja ovih aktivnih tvari sličan. Stoga bi monitoring ove djelatne tvari trebalo provoditi u područjima na kojima se više uzgajaju povrtlarski usjevi.



Slika 5-7. Potrošnja i primjena aktivnih tvari zoocida koji se moraju posebno pratiti temeljem Provedbene odluke komisije EU 2018/840 (r.br. 1-6) ili su prema Uredbi o standardu kakvoće voda (Narodne novine, br.78/2015) naknadno uvrštene kao opasne za vodeni okoliš (r.br. 6-10) (* klotianidin se u RH ne koristi od 2016.; ** diklorvos se od 2007. ne koristi kao sredstvo za zaštitu bilja, dozvoljen je u velikom broju biocidnih pripravaka; *** dikofol se od 2007. ne koristi u zaštiti bilja; **** heptaklor se ne koristi u Republici Hrvatskoj (zabrana prije 1993.)

Imidakloprid je insekticid odobren za uporabu u EU no uz velika ograničenja. Vrlo je topiv, nije hlapljiv i postojan u tlu. Umjereno je mobilan. Ima mali rizik bioakumulacije. Vrlo je toksičan za ptice i pčele. Umjereno toksičan za sisavce i gliste. Nije toksičan za ribe. Imidaklopridom je u 2017. bilo tretirano oko 20.000 ha (slika 5-7.). S obzirom na zabranu koja je nastupila u 2018. godini i činjenicu da je za tretiranje sjemena šećerne repe odobrena derogacija u 2019. godini, intenzivan monitoring bi trebalo provesti u područjima gdje se uzgaja šećerna repa. S obzirom na njegovu dugu postojanost u tlu za očekivati je da se rezidue imidakloprida utvrde i nakon njegove zabrane.

Tiakloprid je insekticidi iz skupine neonikotinoidea koji se s obzirom na ekotoksikološke osobine smatra najprihvatljivijim od svih neonikotinoidea. Kad dospije u tlo, očekuje se da će tiakloprid imati nisku pokretljivost. Ne očekuje se da će isparavanje iz vlažnih, a niti

suhih, površina tla biti važno za degradaciju, a kao jedan od najvažnijih putova degradacije smatra se biorazgradnja. U vodi će se adsorbirati na sediment. Biorazgradnja se smatra važnim putem degradacije i u vodenim sustavima budući da se ne očekuje značajno isparavanje s vodenih površina. Potencijal za biokoncentraciju u vodenim organizmima je nizak. Adsorpcija i mobilnost koreliraju se tipom tla. Tiaklopridom je u 2017. tretirano 8.476 ha. Insekticid ima široku namjenu za suzbijanje štetnika u ratarstvu, povrtlarstvu i voćarstvu, a posebno je važna njegova primjena za suzbijanje repičinog sjajnika koji je razvio rezistentnost na druge insekticide. Ovaj se štetnik tretira na gotovo svim površinama uljane repice, dobra je alternativa na područjima na kojima je sjajnik rezistentan na piretroide te je velik dio potrošnje tiakloprida usmjeren upravo na takve površine. Tiakloprid je, uz acetamiprid, insekticid koji nema ograničenja u primjeni koja imaju drugi neonikotinoidi, a dobro djeluje na slične štetnike na sličnim kulturama kao imidakloprid i tiametoksam koji su zabranjeni. Za očekivati je da će njegova primjena u budućnosti porasti što potvrđuje potrebu da se provodi sustavni monitoring ove aktivne tvari u podzemnim vodama.

Tiametoksam je, kao i imidakloprid, odobren u EU ali uz velika ograničenja. U tlu se razgrađuje, a može se čak i mineralizirati, no njegov poluvijek ovisi uglavnom o svojstvima i mikroorganizmima tla. Djelatna tvar na površini fotodegradira. Anaerobni metabolizam je vrlo učinkovit. U aerobnom tlu tiametoksam daje nekoliko metabolita, uključujući CGA 322704. Metabolit CGA 322704 je stabilan u vodi u širokom pH i temperaturnom rasponu i nalazi se uglavnom u tlima kao proizvod dobiven tiametoksamom. Studije disipacije tla i akumulacije u tlu ukazuju na tendenciju povećanja metabolita CGA 322704 s vremenom u dubljim slojevima tla. U vodi se tiametoksam hidrolizira u neutralnom do alkalnom pH ovisno o temperaturi. Fotosenzitivan je i veže se na sediment. Nije lako biorazgradiv. Razgradnja tiametoksama u vodi odvija se prvenstveno biološkim, a zatim nekim fotolitičkim procesima. U anaerobnim uvjetima dolazi do degradacije i tiametoksam se uglavnom transformira u metabolite. Tiametoksam nije toksičan za ribe, dafnije i alge, slabo je toksičan za ptice, vrlo toksičan za grinje i akutno toksičan za pčele. Tiametoksamom je u 2017. bilo tretirano 60.064 ha (slika 5-7.). Velik dio tretirane površine zauzimala je sjetva sjemena šećerne repe koje je tretirano insekticidima (najčešće imidakloprid i tiametoksam) te nasadi vinove loze (obavezna mjera suzbijanja američkog cvrčka kao vektora zlatne žutice vinove loze), povrća i voća. S obzirom na

zabranu koja je nastupila u 2018. te činjenicu da je za tretiranje sjemena šećerne repe odobrena derogacija u 2019. godini, intenzivan monitoring trebalo bi provesti u područjima gdje se uzgaja šećerna repa. S obzirom na njegovu postojanost u tlu za očekivati je da se rezidue imidakloprida utvrde i nakon njegove zabrane.

Klotianidin je insekticid odobren za uporabu u EU. Nije dozvoljen za folijarnu primjenu nego samo za tretiranje sjemena. Umjereno je topiv i hlapljiv i ima visok potencijal za ispiranje u podzemne vode. Vrlo je postojan u tlu i vodi. Rizik bioakumulacije je nizak, a njegova akutna toksičnost za sisavce smatra se umjerenom. Otrovan je za neke vodene organizme, ali ne i za ribe. Vrlo je toksičan za medonosne pčele, ali s niskim rizikom za gliste. Zbog gore opisanih razloga njegova primjena od 2019. ograničena je samo na trajne staklenike. S obzirom da je privremenom zabranom od 2013. bila ograničena uporaba klotianidina (u Republici Hrvatskoj je dozvoljen samo za tretiranje sjemena), on se već od tada malo primjenjivao (godišnje količine bile su u 2013. 1,8 kg, u 2014. i 2015. po 7,8 kg, i u 2016. 0 kg). Iako sama djelatna tvar ne bi trebala predstavljati opasnost za naše područje, zbog činjenice da u tlu tiametoksam metabolizira u klotianidin, monitoring i posebno praćenje ove djelatne tvari svakako su potrebni.

Cipermetrin je insekticid koji ima odobrenje za uporabu u EU. U Republici Hrvatskoj se koristi kao samostalan pripravak i u kombinacijama. Ima nisku topljivost u vodi te je hlapljiv. Iako njegova kemijska svojstva upućuju na to da se ne bi trebao ispirati u podzemne vode, otkriveno je da ipak postoji opasnost. Smatra se ozbiljnim zagađivačem mora. Umjereno je perzistentan u tlu, a umjereno brzo se razgrađuje u vodenim sustavima u uvjetima dnevne svjetlosti. Umjereno je toksičan za sisavce i postoji određena zabrinutost u vezi s njegovim potencijalom za bioakumulaciju. Iako može biti nadražujući, nije utvrđeno da postoji ozbiljna prijetnja ljudskom zdravlju. Vrlo je toksičan za većinu vodenih vrsta i pčela, umjereno toksičan za gliste te postoji mali rizik za ptice. Cipermetrin se nalazi na popisu 10 najviše korištenih insekticida u Republici Hrvatskoj. Cipermetrin se koristi u relativno niskim dozama te je u 2017. njime tretirano 43.731 ha. Cipermetrin ima dozvolu u brojnim ratarskim kulturama, povrću, vinovoj lozi i maslinama. Važno je istaknuti da su brojni pripravci na osnovi ove aktivne tvari registrirani kao biocidni pripravci u komunalnoj higijeni (buhe, komarci i dr.) koji nisu obuhvaćeni Uredbom 1185/2009, odnosno pod ingerencijom su Ministarstva zdravstva.

Diklorvos je organofosforni insekticid, fumigant koji nije odobren za uporabu u EU. U Republici Hrvatskoj dozvolu je izgubio 2007. Ima visoku topljivost u vodi, vrlo je hlapljiv i, prema svojim kemijskim svojstvima, malo je vjerojatno da će se ispirati u podzemne vode. Obično nije postojan u tlima ili vodi. Vrlo je toksičan za sisavce i ima visoku sklonost bioakumulaciji. Diklorvos je također vjerojatni mutagen, neurotoksičan te može negativno djelovati na reprodukciju i razvoj. Umjereno do visoko toksično djeluje na korisne organizme, uključujući pčele. S obzirom na činjenicu da je diklorvos sastavni dio brojnih biocidnih proizvoda koji se koriste uglavnom u kućnoj upotrebi i za koje nema evidencije o prodanim količinama (zbog vrlo različitih kanala distribucije) ipak postoji izvjesna opasnost za podzemne vode te je s toga korisno da je ova tvar uvrštena u uredbu.

Dikofol je akaricid koji nije odobren za uporabu u EU. U Republici Hrvatskoj je dozvolu izgubio 2007. Ima nisku topljivost u vodi, hlapljiv je i, prema kemijskim svojstvima, malo je vjerojatno da će se ispirati u podzemne vode. U tlu je umjereno postojan, ali u vodi obično ne traje. Umjereno je toksičan za sisavce i ima visoku sklonost bioakumulaciji. Dikofol je također iritant i neurotoksin. Umjereno negativno utječe na biološku raznolikost, jer negativno djeluje na neke korisne organizme uključujući pčele i gliste.

Heptaklor je insekticid koji nije odobren za uporabu u EU. U Republici Hrvatskoj već dugi niz godina nema dozvolu (od prije 1993.). Ima nisku topljivost u vodi, ali je vrlo topiv u većini organskih otapala. On je hlapljiv i ima mali potencijal za ispiranje u podzemne vode. Heptaklor može biti postojan u sustavima tla, ali općenito nije postojan u vodenim sustavima. Umjereno je toksičan za sisavce i može se bioakumulirati. Heptaklor može također uzrokovati nepovoljne učinke na reprodukciju. Umjereno je toksičan za ptice, ali vrlo toksičan za pčele i većinu vodenih vrsta. S obzirom da već dugi niz godina nije u upotrebi, malo je vjerojatno da će se rezidue heptaklora pronaći u vodama.

U tablici 5-14. zasebno su prikazana fizikalno-kemijska svojstva opisanih aktivnih tvari zoocida.

Tablica 5-14. Fizikalno-kemijska svojstva aktivnih tvari zoocida koji se moraju posebno pratiti temeljem Provedbene odluke komisije EU 2018/840 (r.br. 1-6) ili su prema Uredbi o standardu kakvoće voda (Narodne novine, br.78/2015) opasne za vodeni okoliš (r.br. 7-10)

Aktivna tvar	Kfoc	Sw (mg/L)	pKa	p (mPa)	GUS	DT ₅₀ (dani)	DT ₉₀ (dani)	LD ₅₀ (mg/kg)
1. metiokarb	660	27	n.a.	1,5 X 10 ⁻⁰²	0,55	2,94	12,08	19
2. acetamidrid	106,5 (MM)	2950 (HS)	0,7	1,73 X 10 ^{-04 (LV)}	0,4	3	20,2	146 (M)
3. imidakloprid	225	610	n.a.	4,00 X 10 ⁻⁰⁷	3,74	191	717	131
4. klotianidin	160	340	11,1	2,80 X 10 ⁻⁰⁸	4,91	121,2	387	> 500
5. tiametoksam	-	4100 (HS)	-	6,60 X 10 ^{-06 (LV)}	4,69	39	296,5	> 1563 (M)
6. tiakloprid	615	184	n.a.	3,0 X 10 ⁻⁰⁷	-0,07	8,1	39,2	177
7. cipermetrin	-	0,009	n.a.	6,78 X 10 ⁻⁰³	-2,00	21,9	72,6	287
8. diklorvos	-	18000	n.a.	2100	0,69	-	-	80
9. dikofol	-	0,8	n.a.	0,25	0,36	-	-	578
10. heptaklor	-	0,056	n.a.	53	-0,93	250	-	>147

Kfoc - Freundlichova sorpcijska konstanta (normirana prema udjelu organskog ugljika u tlu)

Sw - topljivost u vodi pri 20 °C

pKa - konstanta ionizacije konjugirane kiseline

p - tlak para pri 25 °C

GUS -indeks za procjenu potencijala ispiranja spoja i onečišćenja podzemnih voda (< 2,0 nizak; 2,0 – 3,0 umjeren; > 3,0 visok)

DT₅₀- poluvijek raspada, vrijeme (u danima) potrebno da se razgradi 50 % primijenjene količine spoja (u poljskim uvjetima)

DT₉₀- vrijeme (u danima) potrebno da se razgradi 90 % primijenjene količine spoja (u poljskim uvjetima)

LD₅₀ - srednja letalna doza (mg/kg tjelesne mase) spoja: L - low (slaba); M - moderate (umjerena); H - high (visoka)

- nema podataka

Slovne oznake uz vrijednosti pojedinog svojstva:

Kfoc: NM - non mobile (nije mobilan); SM - slightly mobile (slabo mobilan); MM - moderately mobile (umjereno mobilan); M - mobile (mobilan); VM - very mobile (vrlo mobilan).

Sw: LS - low solubility (slaba topljivost); MM - moderately solubility (umjerena topljivost); HS - high solubility (visoka topljivost).

p (mPa): LV - low volatility (niska hlapivost)

Analiza potrošnje ostalih aktivnih tvari herbicida

Za potrebe uspostave monitoringa potrebno je navesti važne činjenice o pojedinoj aktivnoj tvari.

Aklonifen je herbicid koji je u Republici Hrvatskoj registriran tek 31.08.2018., a potrošnja se odvija/la tijekom 2019. Stoga još uvijek nemamo informaciju o njegovoj potrošnji. Prema namjeni (velik broj malih povrćarskih i ljekovitih kultura te u suncokretu i krumpiru), možemo zaključiti da je njegova utrošena količina još uvijek relativno mala. Stoga u Republici Hrvatskoj aklonifen još uvijek ne predstavlja aktivnu tvar opasnu za vodni okoliš.

Bifenoks od 2015. nije na tržištu EU. Zbog komercijalnih razloga u Republici Hrvatskoj nije na tržištu još i dulje jer od kad pratimo potrošnju pesticida (2012.-2017.) nemamo podatke da je bio korišten u Republici Hrvatskoj.

Terbutrin od 1995. nije na tržištu Republike Hrvatske, te stoga nemamo podatke o njegovoj potrošnji.

Cibutrin pripada u skupinu biocidnih herbicidnih pripravaka čija je potrošnja nadzirana pod ingerencijom Ministarstva zdravstva. Kao biocid njegova je namjena usmjerena na suzbijanje algi, mahovine, dezinfekciju. Prema dostupnim podacima Ministarstva zdravstva, cibutrin nije na listi registriranih biocidnih pripravaka u Republici Hrvatskoj.

Prema opisanoj potrošnji i namjeni herbicida, može se zaključiti da ne predstavljaju problem za vodni okoliš. Ako ipak relevantna legislativa EU nalaže monitoring voda na sadržaj navedenih a.t., **predlažemo da se navedeni herbicidi uključe u redoviti monitoring** (min. jednom godišnje), **po mogućnosti u okviru multirezidualne metode.**

Analiza potrošnje ostalih aktivnih tvari fungicida

Iz popisa aktivnih tvari koje je prema Uredbi o izmjenama i dopunama Uredbe o standardu kakvoće voda (NN, 78/2015) nužno uključiti u monitoring voda kao nove tvari koje su opasne za vodeni okoliš, **kinoksifen** je jedina aktivna tvar iz skupine fungicida. U Republici Hrvatskoj je registriran od 1999. Pripada u kemijsku skupinu kinolina. U tablici 5-15. prikazana je njegova potrošnja (kg a. t.) i tretirane površine (ha).

Tablica 5-15. Potrošnja kinoksifena (kg a. t.) i ukupno tretirana površina (ha) razdoblju 2012.-20017.

2012.		2013.		2014.		2015.		2016.		2017	
kg a.t.	ha	kg a.t.	ha	kg a.t.	ha	kg a.t.	ha	kg a.t.	ha	kg a.t.	ha
637	12740	390	7796	528	10565	363	7250	333	6655	237	4737

Iz podataka je vidljivo da se kinoksifen u analiziranom razdoblju koristio redovito na oko 5.000-12.000 ha. Prema registriranoj namjeni najviše se koristio u trajnim nasadima (vinogradi i voćnjaci) te u povrćarskim kulturama, te bi ga stoga u monitoring trebalo vezati upravo uz područja uzgoja navedenih kultura.

5.4 Zaključci i smjernice

Rezultati analize podataka o potrošnji pesticida u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2012.-2017. te detaljna analiza potrošnje za 2017. upućuju na sljedeće zaključke:

- u Republici Hrvatskoj se u prosjeku troši oko 2 milijuna kg aktivnih tvari pesticida, s izuzetkom 2016. i 2017. kad je potrošnja bila niža za 20-30%. Smanjenje se može objasniti povećanjem primjene aktivnih tvari koje se primjenjuju u vrlo niskim dozacijama (manje od 100 g/ha).

- prosječna potrošnja pesticida po ha u 2017. je iznosila 1,43 kg.

- kulture u kojima je potrošnja bila znatno veća od prosječne su: vinova loza (10,7 kg), voćnjaci (5,6 kg), duhan (5,5 kg) i krumpir (2,9 kg).

- potrošnja pesticida ovisi o veličini i načinu korištenja poljoprivrednog zemljišta (strne žitarice, kukuruz, soja) i intenzitetu tretiranja pojedine kulture (vinova loza i voćnjaci).

- osim o spomenutom, kod procjene rizika, odnosno kod uspostave monitoringa treba voditi brigu o sljedećem:

- agro roku primjene i učestalosti primjene (kumulativni učinak) najčešće korištenih pesticida, odnosno znati „kad tražiti“,
- načinu korištenja poljoprivrednog zemljišta nekog područja (mjesta motrenja) te u skladu s registriranim namjenom pesticida pratiti najčešće korištene pesticide, odnosno znati „što tražiti“,
- stupanj kontaminacije voda pesticidima ovisi o ponašanju aktivne tvari u okolišu, odnosno fizikalno-kemijskim svojstvima a.t. i o interakciji tih svojstava sa svojstvima tla i vremenskim prilikama (oborine temperatura),
- također je potrebno uzeti u obzir reljefni položaj poljoprivredne parcele jer je na nagnutim terenima izraženije spiranje pesticida erozijom, te
- udaljenost vodnog okoliša od mjesta primjene pesticida.

5.5 Popis literature

- APPRRR (n.d.). Plaćanje obveza povezanih s poljoprivredom, okolišem i klimatskim promjenama. <https://www.apprrr.hr/mjera-10-poljoprivreda-okolis-i-klimatske-promjene/> (pristupljeno 29.4.2019.)
- Bažok, R., Cvjetković, B., Sever, Z., Barić, K., Ostojić, Z. (2019). Pregled sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj za 2019. godinu. *Glasiilo biljne zaštite*, 1-2
- Carter, A. (2000). How pesticides get into water – and proposed reduction measures. *Pesticide Outlook*, 149-156. DOI: 10.1039/b006243j
- FAO (2011) Save and Grow. A policymaker's guide to the sustainable intensification of smallholder crop production.
- FIS (Fitosanitarni informacijski sustav). Ministarstvo poljoprivrede
- Igrc Barčić J. (2002). Korištenje sredstava za zaštitu bilja. 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, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet (studija)
- Maceljski M. (1997). Sredstva za zaštitu bilja. U: *Hrvatska poljoprivreda na raskrižju*. Sastanak na vrhu o prehrani u svijetu-WORLD FOOD SUMMIT, Rim, Italija 13.-17. studeni 1996, pp 12-14
- Ostojić Z., Barić K., Galzina N., Ostojić Ž., Širac S. (2004). Sustav stalnog motrenja herbicida atrazina u površinskim vodama Republike Hrvatske. Studija za Državnu upravu za vode.
- Öerke, E. C. 2005. Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*, pp 1-13
- THE PPDB (Pesticide Properties Database):
<https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>
- Romić, D., Husnjak, S., Mesić, M., Salajpal, K., Barić, K., Poljak, M., Romić, M., Konjačić, M., Vnućec, 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.

Ostali korišteni dokumenti:

- *** Ministarstvo poljoprivrede: Nacionalni akcijski plan za postizanje održive uporabe pesticida-NAP
- *** Pravilnik o integriranoj proizvodnji poljoprivrednih proizvoda (NN 137/2012 i 59/2014).
- *** Pravilnik o uspostavi akcijskog okvira za postizanje održive uporabe pesticida (NN 142/2012)
- *** Pravilnika o obračunavanju i plaćanju naknade za zaštitu voda (NN 83/2010)
- *** Uredba EZ 1185/2009 o statističkim podacima o pesticidima
- *** Uredba o opasnim tvarima u vodama, (NN 137/08):
- *** Uredbe o opasnim tvarima u vodama (NN 137/08),
- *** Zakon o održivoj uporabi pesticida, (NN 14/2014),
- *** Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/2013),
- *** Zakon o provedbi Uredbe (EZ) br. 1107/2009 o stavljanju na tržište sredstava za zaštitu bilja (NN 80/2013),

5.6 Prilozi

Prilog 1. Aktivne tvari herbicida po kemijskoj pripadnosti

Ariloksifenoksi propionati	Nikosulfuron
Fluazifop-P	Rimsulfuron
Kizalofop-P	Oksasulfuron
Propakizafop	Jodsulfuron
Cikloheksandioni	Triflusulfuron
Cikloksidim	Prosulfuron
Kletodim	Foramsulfuron
Fenilpirazolini	Tritosulfuron
Pinoksaden	Flzasulfuron
Sulfonilureja	Metsulfuron-metil
Tribenuron	Triasulfuron
Tifensulfuron	Mezosulfuron
Amidosulfuron	Imisazolinoni

Imazamoks

Triazolopirimidini

Florasulam

Triazoloni

Tienkarbazon

Triazini

Terbutilazin

Triazinoni

Metribuzin

Metamitron

Fenil-karbamati

Fenmedifam

Dezmedifam

Piridazinoni

Kloridazon

Ureja herbicidi

Linuron

Klortoluron

Metobromuron

Izoproturon

Benzotiadiazinoni

Bentazon

Nitrili

Bromoksinil

Fenilpiridazini

Piridat

Dipiridili

Dikvat

N-fenilftalamidi

Flumioksazin

Difenil eteri

Oksifluorfen

Amidi

Diflufenikan

Flukloridon

Flufenacet

Propizamid

Napropamid

Beflubutamin

Izoksazoli i izoksazolidinoni

Izoksaflutol

Klomazon

TRIKETONI

Mezotrion

Tembotrion

Aminofosfonati

Glifosat

Glufosinat

Dinitroanilini

Pendimetalin

Kloracetamidi

S-metolaklor

Metazaklor

Dimetenamid-p

Dimetaklor

Petoksamid

Tiokarbamati

Prosulfokarb

Benzofurani

Etofumesat

Horomonski herbicidi

2,4-D

Diklorprop-P

MCPA

Mekoprop-P
Pikloram
Klopiralid

Fluroksipir
Aminopiralid
Dikamba

Prilog 2. Aktivne tvari fungicida po kemijskoj pripadnosti

Anorganski fungicidi

Bakreni spojevi (hidroksid)
Bakreni spojevi (oksid)
Bakreni spojevi (oksiklorid)
Bakreni spojevi (bordoška juha)
Bakreni spojevi (bakrov sulfat)
Anorganski sumpor

Metil benzimidazol karbamati

Tiofanat-metil

Benzamidi

Zoksamid
Fluopikolid

Karboksiamidi

Karboksin
Boskalid

Metoksi akrilati

Azoksistrobin
Pikoksistrobin

Metoksikarbamati

Piraklostrobin

Oksimino acetati

Krezoksim-metil
Trifloksistrobin

Oksazolidinoni

Famoksadon

Imidazilinoni

Fenamidon

Triazoli

Epoksikonazol
Fenbukonazol
Ciprokonazol
Difenkonazol
Flutriafol

Metkonazol

Miklobutanil

Penkonazol

Propikonazol

Protiokonazol

Tebukonazol

Tetrakonazol

Triadimenol

Hidroksi pirimidini

Bupirimat

Fenil amidi

Benalaksil

Benalaksil M

Metalaksil-M

Amini/morfolini

Fenpropimorf

Spiroksamin

Amidi karboksilne kiseline

Dimetomorf

Iprovalikarb
Mandipropamid

Ditiokarbamati

Ciram
Mankozeb
Metiram

Propineb

Tiram

Karbamati

Propamokarb

Imidazoli

Ciazofamid

Prokloraz

Ciano acetamidi

Cimoksanil

Oksimino acetamidi

Dimoksisstrobin

Fenil acetamidi

Ciflufenamid

Guandini

Dodin

Hidroksi anilidi

Fenheksamid

Kinolini

Kinoksifen

Prokinazid

Fludioksonil

Dikarboksimidi

Iprodion

Ftalmidi

Folpet

Kaptan

Kinoni

Ditianon

Anilino pirimidini

Ciprodinil

Pirimetamil

Benzofenoni

Metrafenon

Piriofenon

Benzamidi

Fluopiram

Klornitrili

Klortalonil

Fosetil fosfonati

Fosetil

Dinitroanilini

Fluazinam

Triazolopirimidini

Ametoktradin

Dinitrofenoli

Meptil-dinokap

Prilog 3. Aktivne tvari zoocida po kemijskoj pripadnosti

Insekticidi na osnovi piretroida

alfa-cipermetrin
beta-ciflutrin
cipermetrin
deltametrin
esfenvalerat
lambda cihalotrin
gama cihalotrin
tau-fluvalinat
teflutrin

Insekticidi na osnovi karbamata

pirimikarb
metiokarb
oksamil

Organofosforni insekticidi

pirimifos-metil
klorpirifos
klorpirifos-metil
dimetoat

Diamidi

klorantranilprol

Insekticidi na osnovi benzoilureje

diflubenzuron
lufenuron
novaluron

Insekticidi na osnovi neonikotinoida

imidaklopid
tiametoksam
tiaklopid
acetamiprid
klotianidin

Insekticidi na osnovi tetrazina

klofentezin

Insekticidi na osnovi tetronske kiseline

spirodiklofen

Diacilhidrazini

metoksifenozyd

Insekticidi na osnovi oksadiazina

indoksakarb

Insekticidi proizvedeni fermentacijom

abamektin

Limacidi

metaldehid

Rodenticidi

bromadiolon
klorfacinon

Nerazvrstani insekticidi

etoksazol
fenazakin

6. ANALIZA OPTEREĆENJA POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA IZ STOČARSKE PROIZVODNJE

Autori:

Prof. dr. Krešimir Salajpal, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za opće stočarstvo

Doc. dr. Ivan Vnučec, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za specijalno stočarstvo

Izv. prof. dr. Miljenko Konjačić, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za specijalno stočarstvo

6.1 Uvod i cilj zadatka

Usporedno s rastom globalne populacije i standarda stanovništva, posebice zemalja u razvoju, sve više raste potražnja za namirnicama animalnog podrijetla. Animalna proizvodnja se odvija u sve manjem broju proizvodnih jedinica ali većeg kapaciteta, čime zbog sve veće koncentracije životinja na ograničenom prostoru potencijalno štetni utjecaj stočarstva na okoliš postaje sve izraženiji. On se prvenstveno odnosi na onečišćenje površinskih i podzemnih voda nitratima (u manjoj mjeri i fosfatima) te emisiju stakleničkih plinova u okoliš.

Glavnina onečišćujućih tvari sa stočarskih farmi u okoliš dospijeva putem ekskremenata (feces i urin, stajski gnoj), a u manjoj mjeri vodom iz tehnološkog procesa.

Ovisno o vrsti životinje od koje potječu, ekskrementi mogu sadržavati značajne količine spojeva dušika (N), fosfora (P) i kalija (K), a na poljoprivredne površine dospijevaju neposredno (defekacijom i uriniranjem životinja na paši ili ispustu) ili iznošenjem putem stajskog gnoja (kruti stajski gnoj, gnojovka, gnojnica).

Količina biljnih hranjiva (N, P, K) u ekskrementima primarno ovisi o vrsti i kategoriji stoke, vrsti i tipu (obliku) krmiva (njihovoj probavljivosti) te intenzitetu proizvodnje. Udio izlučenih N spojeva koji dospijevaju u tlo i potencijalno predstavljaju opasnost za podzemne vode, ovisi primarno o količini primijenjenog stajskog gnoja (gnojidbi) i intenzitetu napasivanja, a koji opet ovise o sustavu držanja, načinu manipulacije stajskim gnojem, vremenom njegove primjene i raspoloživim poljoprivrednim površinama za njegov prihvata (gnojidbu).

U praksi do onečišćenja dolazi najčešće zbog neprimjerenog čuvanja i manipulacije stajskim gnojem uslijed čega može doći do otjecanja tekućeg dijela gnoja, a s njime i dijela N i P u površinske vode (slika 6-1.). Nadalje, učestala primjena stajskog gnoja na istoj poljoprivrednoj površini, u količinama iznad dozvoljenih (NN 60/2017) ili u razdoblju mirovanja vegetacije može rezultirati ispiranjem značajnih količina N u površinske/podzemne vode (slika 6-2.) i/ili njegova gubitka emisijom (npr. volatilizacija amonijaka). Gubitak N emisijom smanjuje izravno opterećenje površinskih/podzemnih voda pripadajućeg slivnog područja.



Slika 6-1. Površinsko otjecanje tekućeg dijela gnoja iz neuređenog gnojišta



Slika 6-2. Prekomjerna primjena goveđe gnojovke na lucerište (5. dan nakon primjene) – očituje se toksičnim učinkom na mlade biljke lucerne, opasnošću od prekomjerne emisije te ispiranja viška N u podzemne vode.

Nadalje, za pritisak na vode nekog područja važan je i intenzitet stočarske proizvodnje (broj farmi i životinja na nekom području), kao i veličina farmi kojima je određen odnos brojnosti stoke prema raspoloživom poljoprivrednom zemljištu. Općenito, za Republiku Hrvatsku je karakteristično da se stočarska proizvodnja odvija (uglavnom za vlastite potrebe) na velikom broju farmi s prosječno malim brojem životinja koje su smještene pretežno u gusto naseljenim dijelovima zemlje i uglavnom ne predstavlja potencijalnu opasnost za okoliš. Međutim, s porastom broja velikih farmi (s nekoliko desetaka ili tisuća životinja i za komercijalne potrebe), a čiji trend se zamjećuje u posljednjih petnaestak godina, povećava se i opasnost od pritiska na vode (okoliš) u njihovoj neposrednoj blizini.

Smanjenjem obujma stočarske proizvodnje koji je prisutan u Republici Hrvatskoj u zadnjih 20-tak godina, smanjena je i količina N iz stočarske proizvodnje koji dopijeva na poljoprivredne površine. Procjenjuje se da je u 2000. (Mesić, 2002) gnojidba N iz organskih izvora gnojiva (N org.) iznosila oko 60.064 tona što je činilo 35% od ukupno korištenog N u gnojidbi poljoprivrednih površina. U razdoblju 2000.-2008. prosječna godišnja N org. je iznosila oko 52.022 tona što je činilo oko 31% ukupno upotrijebljenog N na poljoprivrednim površinama (Znaor, 2011). Prema procjenama drugih studija (Salajpal i sur., 2014) u 2012. je na poljoprivredne površine izneseno oko 48.815 tona N org., odnosno oko 35% ukupno upotrijebljenog N u gnojidbi poljoprivrednih kultura. S obzirom na stalno prisutan trend promjene broja pojedinih vrsta stoke (smanjenje stočnog fonda) kao i prisutnu promjenu u strukturi farmi (povećanja broja velikih farmi) nameće se potreba periodičnog vrednovanja doprinosa stočarske proizvodnje ukupnim pritiscima na vode nekog područja.

U Republici Hrvatskoj je trenutno na snazi II. Akcijski program zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla (u daljnjem tekstu „II. Akcijski program“; NN 60/2017) kojim je propisana najveća dozvoljena količina N org. kojom se smiju gnojiti poljoprivredne površine (170 kg N/ha), zatim ograničenja s obzirom na vrijeme primjene (kako bise smanjili gubitci ispiranjem ili isparavanjem), način čuvanja i primjene stajskog gnoja te najveća dozvoljena količina primjene stajskog gnoja na poljoprivrednoj površini ovisno o vrsti gnoja, odnosno sadržaju N, P i K u gnoju. Nadalje, II. 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 domaće životinje.

Upotreba prosječnih godišnjih vrijednosti izlučenog N org. za svaku pojedinu vrstu životinja predstavlja brzu metodu procjene, ali koja ne uvažava moguće odstupanje od uobičajenog omjera i doprinosa svake pojedine kategorije životinja u ukupno izlučenom N po vrsti te razlike u intenzitetu proizvodnje, načinu iskorištavanja te uvjetima skladištenja i primjene stajskog gnoja na pojedinim farmama.

Cilj ove analize je bio procijeniti količinu N org. koja se iznosi na poljoprivredne površine kao rezultat stočarske aktivnosti primjenjujući koeficijente za izračun UG i količine izlučenog N sukladno *II. Akcijskom programu*. Nadalje, trebalo je procijeniti ukupno izlučenu količinu N, P₂O₅ i K₂O na razini farme, uvažavajući podatke o broju pojedinih vrsta i kategorija životinja na farmi i razini proizvodnje te procijeniti količinu N koja dopijeva na poljoprivredne površine nakon gubitaka emisijom amonijaka uvažavajući podatke o količini, vrsti i načinu skladištenja stajskog gnoja kao i načinu i vremenu njegove primjene na poljoprivredne površine. Temeljem navedenog, bilo je potrebno utvrditi i prostorni raspored potencijalnih pritisaka na vode iz stočarske proizvodnje.

6.2 Metode rada i izvor podataka

6.2.1 Broj pojedinih vrsta i kategorija životinja

Za svaku pojedinu farmu utvrđen je broj životinja koji je boravio na farmi tijekom 2017. po vrstama i proizvodnim (dobnim) kategorijama. Za utvrđivanje ukupnog broja i udjela pojedinih kategorije goveda (krave, bikovi, telad, junad, junice starosti 6-12, 12-24 i starije od 24 mjeseca), ovaca i koza (ovce, janjad, koze, jarad) te kopitara (konji, magarci) 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, a koji se vode pri Hrvatskoj poljoprivrednoj agenciji (HPA). Broj pojedinih kategorija svinja i peradi za svaku pojedinu farmu dobiven je temeljem *Godišnje dojave* brojnog stanja svinja i peradi na gospodarstvu odnosno na osnovi podataka iz *Veterinarskog pregleda* gospodarstva za one farme za koje ne postoje podaci iz *Godišnje dojave* brojnog stanja za 2017. Za farme svinja i peradi kod kojih nisu postojali podaci o brojnom stanju za 2017. temeljem *Godišnje dojave*, kao niti *Veterinarskog pregleda* gospodarstva, korišteni su podaci o brojnom stanju iz prethodne godine.

Za usporedbu prikaza ukupnog brojnog stanja stoke u razdoblju 2000.-2017. godine korišteni su podaci objavljeni u godišnjem izvješću DZS-a za predmetnu godinu. Radi lakše usporedbe različitih vrsta i kategorija, broj stoke je izražen u standardiziranoj mjernoj jedinici - uvjetnom grlu (UG). S obzirom da postoje različite metode izračuna UG temeljene na različitim kriterijima usporedbe, radi lakše usporedbe s rezultatima ranijih 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.

UG_{EC} - predstavlja usporedivu vrijednost različitih vrsta i kategorija stoke temeljem nutritivnih potreba životinja u skladu s Uredbom komisije (EC 1200/2009) o provedbi Uredbe europskog parlamenta i vijeća (EC 1166/2008).

UG_{NN} - predstavlja umnožak broja stoke i pripadajućih koeficijenata propisanih II. Akcijskim programom zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla.

Tablica 6-1. Vrijednost UG i pripadajući koeficijenti temeljeni na različitim sustavima izračuna

Vrsta	Kategorija	UG _{NN}	UG _{EC}	UG	(Napomena)	
GOVEDA	Mliječne krave	1	1	1,2	(550-650 kg)	
	Ostale krave, starosti 2 godine i više		0,8			
	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	0,3	0,4	-	-	
	Goveda starosti 6 – 12 mjeseci			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		
	Konji	1,2	0,8	1,2	(Kobila i pastuh)	
	Ome (2 god.)			0,9		
	Ome (1 god.)			0,7		

KOPITARI	Ždrebadi	0,5		0,5	
	Magarci			0,4	
	Pule (2 god.)			0,3	
	Pule (1 god.)			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				
	Purani	0,02		0,016	
	Pernata divljač	0,002		-	
	Patke	-	0,03	0,0025	
	Guske	-		0,008	
Kunići (rasplodne jedinice*)		0,002	0,02*	0,005	

UG₅₀₀ – usporediva vrijednost svedena na masu od 500 kg

UG_{NN} – prema „II. Akcijskom programu zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla“ (NN 60/2017);

UG_{EC} - prema EC 1200/2009

6.2.2 Broj farmi i njihov prostorni smještaj

Broj farmi i njihov prostorni smještaj je određen temeljem podataka iz Registra farmi (HPA), a koji 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).

6.2.3 Procjena proizvedene količine i vrste stajskog gnoja

Za svaku pojedinu vrstu i kategoriju životinja na farmi procijenjena je količina stajskog gnoja proizvedena u 2017. 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 HPA i PŠSS 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 6-2. Navedene vrijednosti temelje se na dostupnim podacima iz literature (ASAE Standards, 2003; Statistics Netherlands, 2012) uvažavajući specifičnosti u pogledu pasminske strukture, razine proizvodnje, načina držanja i hranidbe za pojedine vrste i kategorije životinja u Republici Hrvatskoj 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 6-2. Prosječna proizvodnja ekskremenata (fecesa i urina) i gnoja 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	360	20,9	8,0*
	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			
	Janjad i jarad	25	1,0	0,5
Svinje*	Krmača ^t	150	12,6	5,1
	Svinje u tovu	65	4,2	1,2
	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

6.2.4 Procjena količine N, P i K iznesenih stajskim gnojem na poljoprivredne površine

6.2.4.1 Procjena godišnje količine N iz stajskog gnoja (N org.) temeljem koeficijenta propisanih II. Akcijskim programom zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla

Na osnovi broja pojedinih vrsta i kategorija stoke izračunata je količina N iz stajskog gnoja (N org.) za svaku pojedinu farmu koristeći koeficijente za izračun uvjetnih grla (UG) i N koji se dobije godišnjim uzgojem životinja kako je propisano *II. Akcijskim programom zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla* (NN, 60/2017).

6.2.4.2 Procjena godišnje količine N, P i K iz stajskog gnoja temeljem njihova sadržaja u ekskrementima i gubitka N emisijom amonijaka

Za svaku pojedinu farmu izračunata je količina N org., P org. (kao P₂O₅) te K org. (kao K₂O) koja je putem stajskog gnoja (organska gnojdba) dospjela na poljoprivredne površine u 2017., uvažavajući podatke o njihovom izlučivanju ekskrementima i/ili stajskim gnojem na godišnjoj razini. Pri tome ukupna vrijednost pojedinih hraniva za svaku pojedinu farmu je predstavljala zbir vrijednosti za svaku pojedinu vrstu i kategoriju životinja na farmi. Nadalje, ukupni N org. koji se izlučuje ekskrementima umanjen je za dio N org. koji se gubi emisijom NH₃ prilikom čuvanja i primjene stajskog gnoja na poljoprivredne površine i koji kao takav ne predstavlja opasnost za neposredno onečišćenje površinskih i podzemnih voda. Prilikom procjene gubitaka N org. emisijom NH₃ korišteni su najniži preporučeni emisijski faktori (IPCC, 2006) s obzirom na način držanja, vrstu gnoja, način njegova čuvanja i primjene na poljoprivredne površine svojstvenog za pojedina područja Republike Hrvatske. Ukupni P org. i K org. koji se dobije godišnjim uzgojem pojedinih vrsta i kategorije životinja jednak je onom koji se primjenjuje na poljoprivredne površine. Korištene vrijednosti N org., P org. i K org. sadržanog u stajskom gnoju koji se dobije godišnjim uzgojem pojedinih vrsta i kategorija životinja te gubici N emisijom NH₃ tijekom skladištenja i primjene prikazane su u tablici 6-3.

Tablica 6-3. Prosječna količina N org., K org. i K org. u stajskom gnoju koja se dobije godišnjim uzgojem pojedinih vrsta i kategorija životinja i gubitak N org. emisijom amonijaka (NH₃)

	Kategorija	N org.	P org.	K org.	Gubitak N org. emisijom NH ₃
		kg/god/živ			(%)
Goveda	Krava	98,55	37,9	76,54	10 - 45
	Junica	57,5	23,4	46,18	
	June	44,7	9,4	32,32	
	Tele	13,3	4,3	12,46	
Konji	Kobila/pastuh	55,0	22,6	54,98	10 - 35
	Ždrijebe	27,4	11,8	27,49	
Ovce i Koze	Ovca	7,67	4,6	7,04	10 - 35
	Koza	8,21	6,4		
Svinje	Krmača ^t	33,2	14,7	25,51	15-45
	Svinja u tovu	12,3	5,0	8,29	
	Nerast	38,0	11,7	25,51	
Perad	Kokoš nesilica	0,61	0,39	0,26	10-60
	Brojler	0,50	0,19	0,18	

	Patka	0,82	0,36	0,39	
	Ostala perad	1,72	0,87	0,61	

^t - krmača zajedno s prasadi

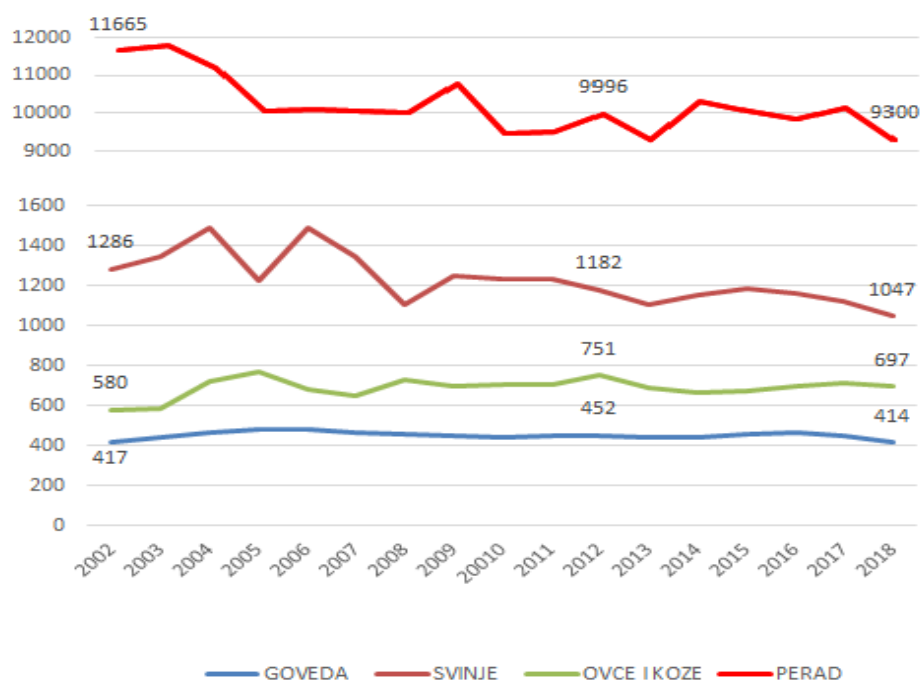
6.2.5 Potencijal bioplinskih postrojenja u smanjenju pritiska na vode iz stočarske proizvodnje

Na osnovi podataka o broju i snazi izgrađenih bioplinskih postrojenja u 2017. (Hrvatski operator tržišta energije, HROTE) te potrebnoj količini stajskog gnoja za njihov rad, procijenjena je količina N org. koja odlazi u bioplinska postrojenja i ne predstavlja izravni pritisak na vode okolnog područja već se posredno raspoređuje na šire područje Hrvatske.

6.3 Rezultati

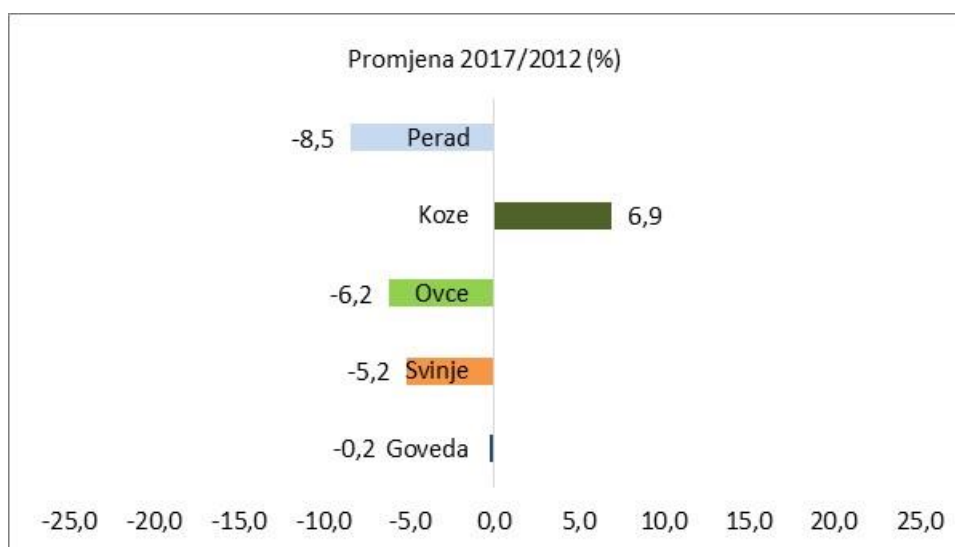
6.3.1 Broj domaćih životinja u Republici Hrvatskoj

Temeljem podataka Državnog zavoda za statistiku (DZS) o broju stoke i peradi u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2002.-2017., te projekcijama za 2018., vidljiv je trend smanjenja broja svih vrsta stoke, osim ovaca i koza (slika 6-3.).



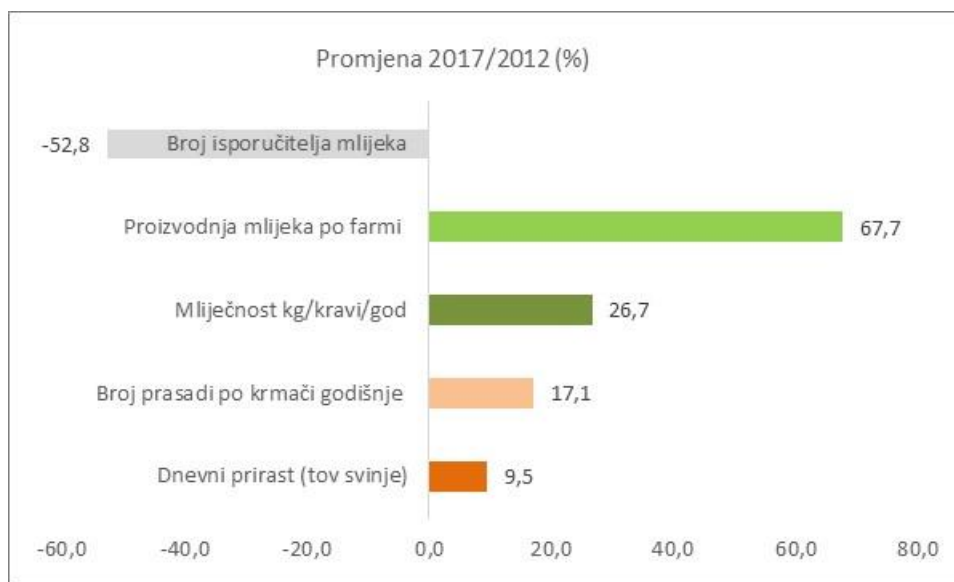
Slika 6-3. Dinamika broja stoke u Republici Hrvatskoj (u 1.000) u razdoblju 2002.-2017. (DZS) te procjena za 2018.

U Republici Hrvatskoj prema podacima DZS u 2017. je bilo ukupno 451.000 goveda, 1.121.000 svinja, 637.000 ovaca, 77.000 koza i 9.300.000 peradi. Usporedba s brojem stoke i peradi u 2012. godini (DZS) pokazuje da su navedeni negativni trendovi još više izraženi uključujući i smanjenje broja ovaca. Kao što je prikazano na slici 6.4 u tom razdoblju najveći pad je zabilježen u broju peradi (8,5%), zatim slijede ovce (6,2%) i svinje (5,2).



Slika 6-4. Promjena (%) brojnog stanja domaćih životinja u Republici Hrvatskoj u razdoblju 2017.-2012. (DZS)

lako je postotno najmanji pad zabilježen u ukupnom broju goveda, značajno je promijenjena struktura populacije s obzirom na udio pojedinih kategorija. Smanjen je udio krava, prvenstveno mliječnih, a porastao je udio ostalih kategorija goveda (tovne kategorije). Slično se dogodilo i u sektoru svinjogojstva gdje se smanjio broj rasplodnih krmača, a udio prasadi za tov i tovljenika je porastao. Ukupno smanjenje broja stoke, a posebice broja rasplodnih životinja (mliječne krave, rasplodne krmače) koje izlučuju najveće količine N i ostalih hranjiva ekskrementima rezultirao je potencijalno manjim pritiskom stočarske proizvodnje na vode. Ipak, značajno povećanje broja velikih farmi kao i viša razina proizvodnje na njima rezultirala je proizvodnjom velikih količina stajskog gnoja na ograničenom prostoru. U isto vrijeme porasla je godišnja proizvodnja mlijeka po kravi, kao i broj prasadi po krmači, te je povećan dnevni prirasti u tovnih kategorija stoke (slika 6-5.). Navedeno znači i veće hranidbene potrebe takvih životinja i veće izlučivanje N i ostalih hranjiva ekskrementima.



Slika 6-5. Indeks određenih proizvodnih pokazatelja u stočarstvu Republike Hrvatske u razdoblju 2017.-2012. (DZS).

Metodologija prikupljanja podataka DZS o broju te vrsti i kategorijama domaćih životinja se temelji na i) podacima iz godišnjih izvještaja o broju stoke koje daju poslovni subjekti, a koji prema nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti iz 2007. spadaju u područje A: Poljoprivreda, šumarstvo i ribarstvo te ii) podacima prikupljenim anketom na uzorku od 7.000 obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava. Budući da je u Republici Hrvatskoj više od 120.000 gospodarstava na kojima se drži stoka (Salajpal i

sur., 2014) od čega je 4/5 malih s manje od 5UG, 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.

Nadalje, podaci DZS prikazuju stanje o broju stoke i peradi na području čitave Republike Hrvatske i/ili većih ustrojbenih jedinica (županije) i kao takvi nam ne daju dovoljno precizan uvid u prostorni raspored broja pojedinih vrsta stoke/peradi i za procjenu pritiska na vode određenog 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 gospodarstva koja nisu dostavila *Godišnju dojavu* brojnog stanja svinja odnosno peradi, korišteni su podaci iz *Veterinarskog pregleda gospodarstva* (VPG) za 2017. Ako za neku farmu nisu bili poznati podaci o brojnom stanju svinja i peradi temeljem *Godišnje dojave* brojnog stanja odnosno VPG-a za 2017., korišteni su podaci iz posljednjeg poznatog VPG (2016. ili ranije). 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 2017. prestale s držanjem stoke dodijeljena određena stočarska aktivnost, objašnjava odstupanja u brojnom stanju svinja i peradi u ovoj studiji u odnosu na podatke DZS-a.

Podaci o brojnom stanju stoke i peradi korišteni za procjenu opterećenja u ovoj studiji prikazani su u tablici 6-4. Rezultati su prikazani po vrstama životinja za svaku pojedinu županiju te ukupno za Republiku Hrvatsku. Radi lakše usporedbe ukupan broj životinja je izražen kao broj UG, gdje UG predstavlja masu životinja(e) svedenu na 500 kg.

Tablica 6-4. Brojnost pojedinih vrsta domaćih životinja u Republici Hrvatskoj u 2017.

Županija	Goveda	Kopitari	Ovce i Koze	Perad *	Svinje *	UG ₅₀₀
	Broj grla					
BELOVARSKO-BILOGORSKA	69.507	1.444	63.055	670.389	90.268	80.296
BRODSKO-POSAVSKA	14.701	1.658	12.755	722.202	143.839	38.026
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	1.755	334	7.658	9.476	293	2.760
GRAD ZAGREB	3.145	612	2.851	52.354	9.036	5.071
ISTARSKA	8.456	1.730	20.816	759.519	8.645	15.176
KARLOVAČKA	15.792	882	30.196	76.909	22.060	21.550
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	68.145	863	12.822	704.421	95.246	72.630
KRAPINSKO-ZAGORSKA	9.021	739	5.296	1.012.431	44.358	18.831
LIČKO-SENJSKA	15.707	1.113	85.778	23.159	2.529	23.808
MEĐIMURSKA	8.996	330	3.973	2.746.192	61.878	21.936
OSJEČKO-BARANJSKA	86.476	1.799	42.797	821.891	348.573	120.122
POŽEŠKO-SLAVONSKA	11.825	601	23.286	103.442	42.042	18.721
PRIMORSKO-GORANSKA	1.698	1.817	39.633	36.838	1.165	7.657
SISAČKO-MOSLAVAČKA	30.241	5.403	46.311	210.724	62.441	47.012
SPLITSKO-DALMATINSKA	7.522	976	55.970	401.904	13.734	17.426
ŠIBENSKO-KNINSKA	5.007	642	66.284	17.698	1.094	11.778
VARAŽDINSKA	8.001	590	7.835	3.077.455	67.588	26.946
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	17.882	583	24.339	365.556	53.576	25.732
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	30.620	1.041	19.408	262.462	211.432	56.717
ZADARSKA	5.924	508	121.620	618.774	1.281	19.919
ZAGREBAČKA	44.195	2.533	25.462	1.179.460	120.099	60.065
HRVATSKA	464.616	26.198	718.145	13.873.256	1.401.177	712.179
UG ₅₀₀	390.777	27.263	67.002	45.820	181.316	

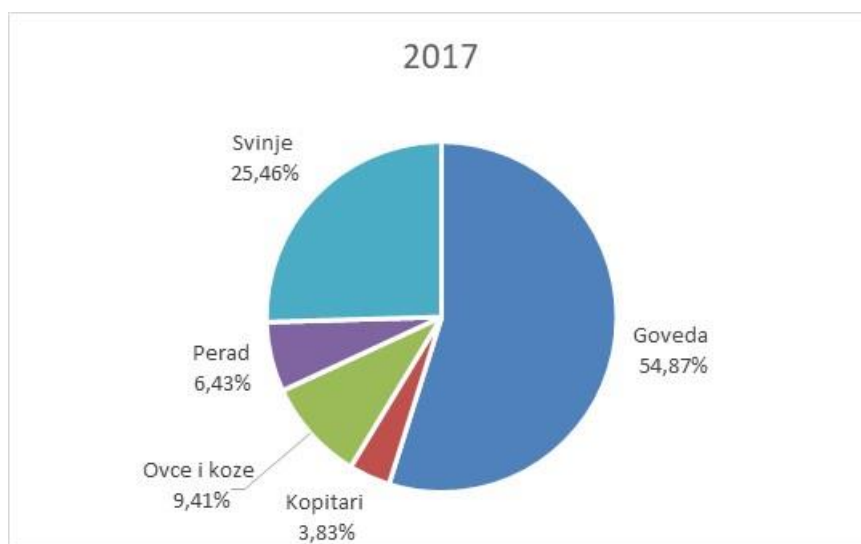
* - Temeljem podataka iz Godišnje dojave, a za gospodarstva koja nisu dostavila Godišnju dojavu brojnog stanja temeljem podataka iz posljednjeg Veterinarskog pregleda gospodarstva (VPG)

Broj grla - ukupno sve kategorije životinja;

UG₅₀₀ – uvjetno grlo, usporediva vrijednost životinja svedena na masu od 500 kg.

Prema prikupljenim podacima za 2017. u Republici Hrvatskoj je bilo ukupno 712.179 UG različitih vrsta domaćih životinja ili oko 28.087 UG manje u odnosu na 2012. Nadalje, odnos pojedinih vrsta u ukupnom broju UG (slika 6-6.) pokazuje da su goveda zauzela najveći udio (54,87%), zatim slijede svinje (25,46%), ovce i koze (9,41%) te perad (6,43%), dok je udio kopitara bio najmanji (3,83%).

Analizirajući zastupljenost pojedinih vrsta stoke u razdoblju 2012.-2017. može se uočiti smanjenje udjela goveda (7%) te blagi porast udjela svinja (3,5%), peradi (2,7%) i kopitara (1%). Smanjenje udjela goveda se u prvom redu može pripisati padu broja krava (mliječne) i novorođene teladi, dok je broj tovnih kategorija ostao nepromijenjen ili blago povećan kao posljedica povećanog uvoza teladi za tov.



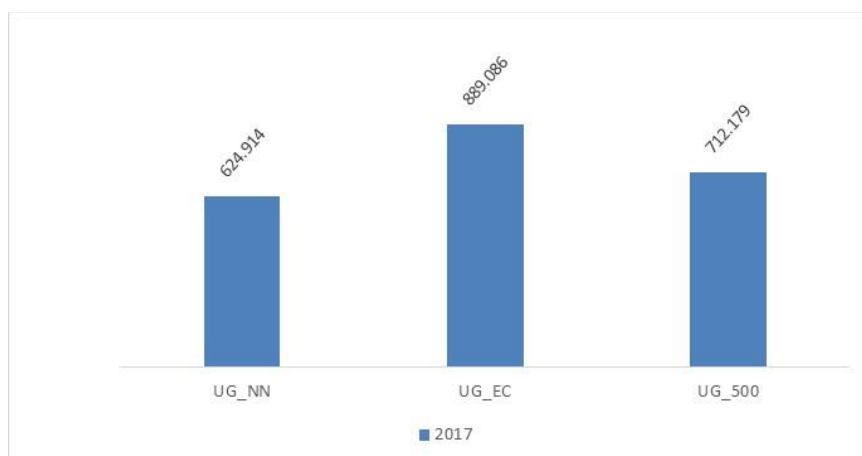
Slika 6-6. Udio pojedinih vrsta u ukupnom broju domaćih životinja (UG₅₀₀) u 2017.

Uspoređujući navedene podatke o broju UG s onima iz ranijih godina (Posavi, 2002; Znaor, 2011) možemo zaključiti da je obim stočarske proizvodnje u 2017. bio na razini iz 2001. (686.508 UG u 2001.), odnosno da je značajno manji u odnosu na razdoblje 2001.-2008. kad se zbog značajnih ulaganja u nove proizvodne kapacitete i povoljnih tržišnih uvjeta broj UG postepeno povećavao.

Primjenjujući metodologiju za izračun UG temeljenih na nutritivnim potrebama pojedinih kategorija životinja za što su donijeti koeficijenti (EC 1200/2009) u skladu s uredbom europskog parlamenta (EC 1166/2008, Znaor, 2011) procjenjuje se da je u razdoblju 2000.2008. u Republici Hrvatskoj bilo prosječno 913.493 UG godišnje, od čega su 39% činila goveda, 36% svinje, 16% perad, 7% ovce, te konji i koze s po 1%. Navedena metodologija izračunava UG po nešto većim vrijednostima za svinje i perad, a što objašnjava njihov veći udio u ukupnom broju UG. Primjenjujući navedene koeficijente za izračun UG u Republici Hrvatskoj je u 2017. bilo 889.086 UG domaćih životinja (slika 6-7.).

II. Akcijskim programom propisani su koeficijenti za izračun UG, a koji se razlikuju od koeficijenata danih u EC 1200/2009 kao i onih koji se temelje na masi od 500 kg kao usporedivoj jedinici (tablica 6-1.). Primjenjujući navedene koeficijente u 2017. u Republici Hrvatskoj je bilo ukupno 624.914 UG (slika 6-7.). Budući da je *II. Akcijskim programom* propisana i količina N koja se dobije godišnjim

uzgojem pojedinih vrsta životinja, za svaku pojedinu farmu može se izračunati količina N koja se izlučuje u jednoj godini temeljem poznavanja broja te vrste i kategorija životinja na farmi.



UG_{NN} – prema „Pravilniku o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva“ (NN 60/2017);

UG_{EC} - prema EC 1200/2009;

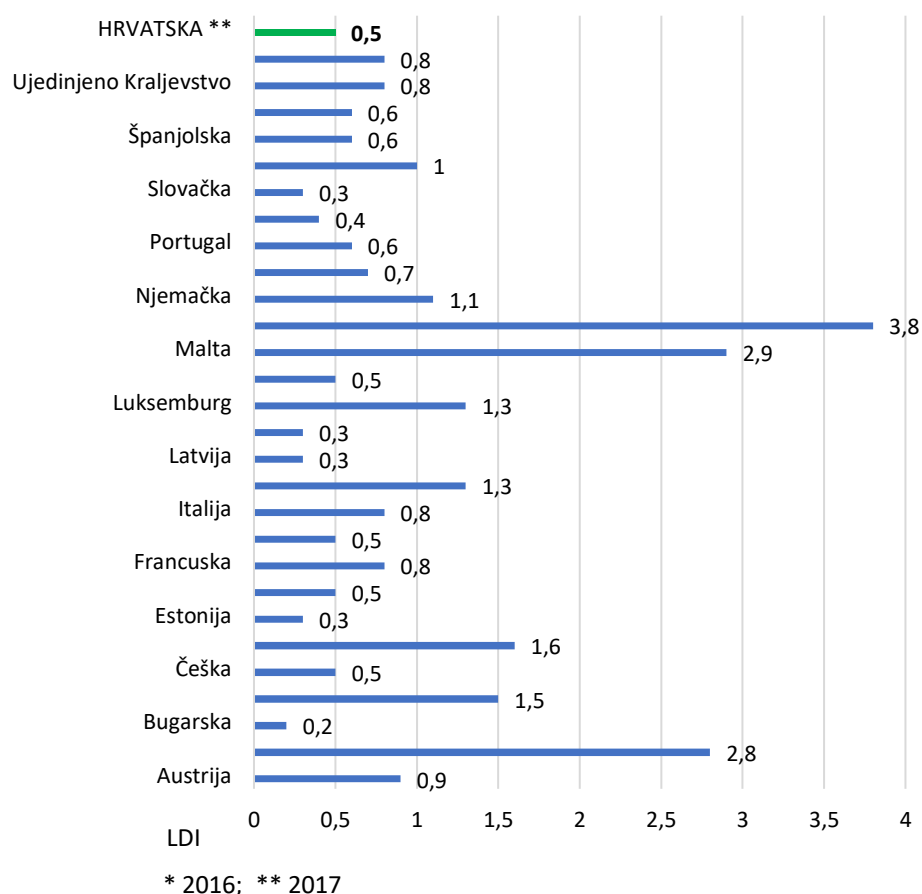
UG₅₀₀ – usporediva vrijednost svedena na masu od 500 kg

Slika 6-7. Broj UG u 2017. godini u Republici Hrvatskoj prema različitim metodama izračuna

Analizirajući podatke o broju pojedinih vrsta domaćih životinja po županijama možemo uočiti da se glavna stočarska proizvodnja u 2017. odvijala u kontinentalnom dijelu Republike Hrvatske. Pojedinačno, županija s najvećim brojem stoke je bila Osječko-baranjska županija, zatim Bjelovarsko-bilogorska, Koprivničko-križevačka i Zagrebačka županija. U navedene četiri županije se nalazilo gotovo 50% svih UG, a s obzirom na vrstu životinja to su bile ujedno županije s najvećim brojem goveda i svinja. Perad koja je predstavljala oko 6,43% od ukupnog broja životinja izraženo u UG, najvećim dijelom se uzgajala u sjeverozapadnom dijelu Republike Hrvatske. U Varaždinskoj i Međimurskoj županiji uzgajalo se više od 50% ukupnog broja peradi, a zatim slijede Zagrebačka (8%) i Krapinsko-zagorska županija (7%). Ovce i koze se tradicionalno uzgajaju u priobalnom i brdsko planinskom području Republike Hrvatske (>60% ukupnog broja). Budući da u brojnosti ovaca i koza nije došlo do značajnijeg pada u zadnjem petogodišnjem razdoblju, u priobalnim županijama se broj životinja u navedenom razdoblju nije značajno mijenjao. Međutim, u kontinentalnim županijama gdje su dominantne vrste goveda i svinje, došlo je da pada ukupnog broja životinja (UG) između 8 i 10%. Izuzetak je Osječko-baranjska županija u kojoj je zabilježen nešto veći broj životinja (UG) i to prvenstveno zbog porasta broja svinja.

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

Broj domaćih životinja u odnosu prema raspoloživom poljoprivrednom zemljištu pokazuje da je Republika Hrvatska s prosječno 0,5 UG_{EC}/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta bila znatno ispod prosjeka EU (0,8 UG_{EC}/ha) i na razini manje razvijenih stočarskih zemalja koje imaju ≤0,5 UG_{EC}/ha (Mađarska, Češka, Grčka, Finska, Estonije, Litve, Latvije, Rumunjske, Bugarske i Slovačke)(slika 6-8.).



Slika 6-8. Broj domaćih životinja u odnosu na korišteno poljoprivredno zemljište u zemljama EU izraženo kao UGEC/ha (Eurostat, 2016)

Samo tri županije su imale veći prosjek UG_{EC}/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta od zemalja EU₂₈ (tablica 6-5.), a to su Međimurska (0,99), Varaždinska (0,96) i Koprivničko-križevačka (0,88) županija. Osječko-baranjska županija kao vodeća po broju stoke imala je ujedno i najveći broj životinja po farmi (>10 UG_{EC}), dok je prosječan broj UG_{EC}/ha korištenog zemljišta iznosi 0,72 što je bilo iznad

nacionalnog prosjeka, ali ispod prosjeka zemalja EU. Također, u Osječko-baranjska županiji su se nalazile pojedinačno najveće farme i najviše velikih farmi na razini države (tablica 6-5.).

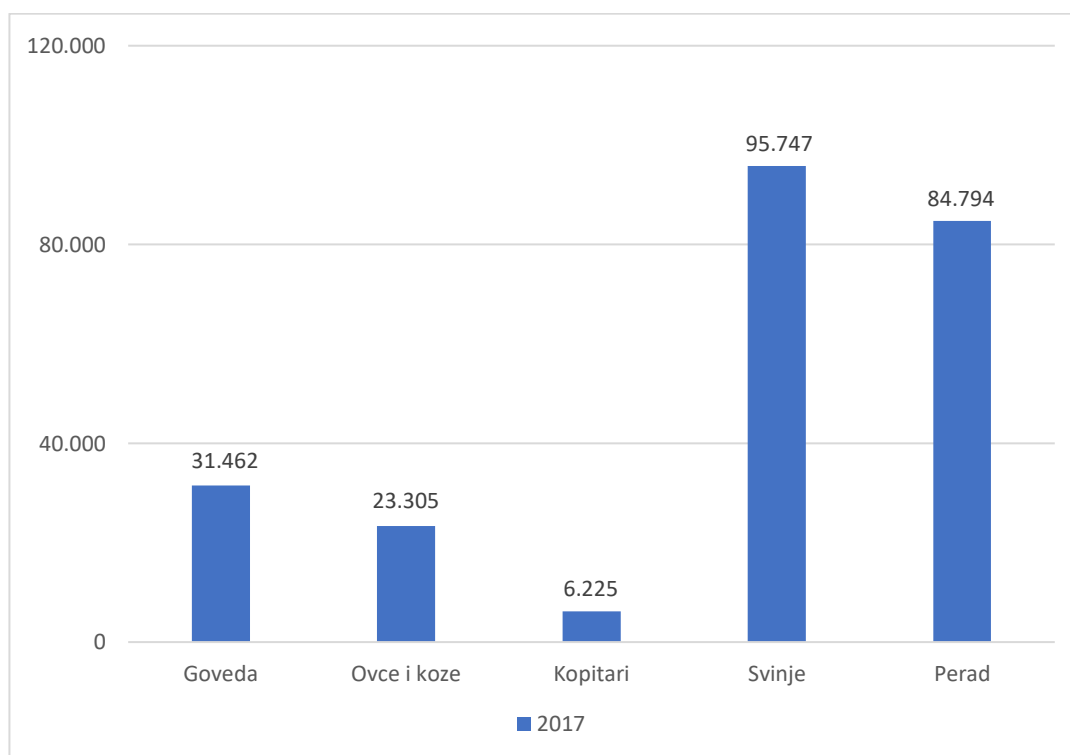
Nasuprot tome, sve priobalne županije te neke kontinentalne (Virovitičko-podravska, Grad Zagreb, Sisačko-moslavačka) su imale prosječno <0,35 UG_{EC}/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta i spadaju u županije s manjim intenzitetom stočarske proizvodnje. Dok u kontinentalnom dijelu dominiraju goveda, 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 6-5. Broj UG_{EC} u odnosu na raspoloživo poljoprivredno zemljište u 2017.

Županija	Prosječna veličina farme (UG)	Broj UG/ha korištenog zemljišta	Broj UG/ha obradivog zemljišta
BJELOVARSKO-BILOGORSKA	7,9	0,72	1,04
BRODSKO-POSAVSKA	7,1	0,66	0,74
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	4,5	0,06	0,17
GRAD ZAGREB	3,2	0,35	0,83
ISTARSKA	5,1	0,26	0,60
KARLOVAČKA	3,3	0,29	1,22
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	8,3	0,88	1,19
KRAPINSKO-ZAGORSKA	2,3	0,71	1,57
LIČKO-SENJSKA	5,5	0,22	2,27
MEĐIMURSKA	8,4	0,99	1,22
OSJEČKO-BARANJSKA	11,9	0,72	0,76
POŽEŠKO-SLAVONSKA	4,4	0,37	0,50
PRIMORSKO-GORANSKA	4,6	0,15	1,89
SISAČKO-MOSLAVAČKA	4,4	0,33	0,86
SPLITSKO-DALMATINSKA	3,5	0,17	0,73
ŠIBENSKO-KNINSKA	5,2	0,11	0,65
VARAŽDINSKA	5,3	0,96	1,46
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	4,0	0,30	0,36
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	7,1	0,54	0,56
ZADARSKA	8,6	0,18	1,27
ZAGREBAČKA	5,6	0,69	1,19
HRVATSKA	6,1	0,5	0,8

6.3.2 Broj i prostorni raspored farmi

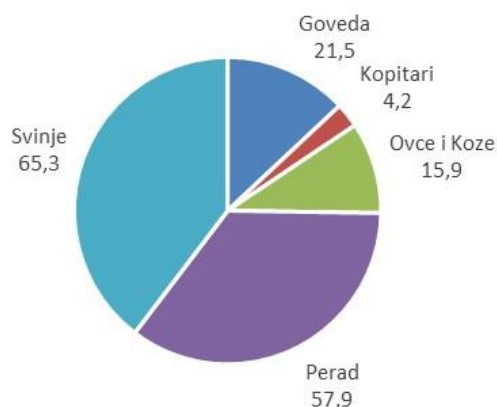
Broj stoke, veličina farmi kao i njihov odnos prema raspoloživom poljoprivrednom zemljištu je dobar pokazatelj intenziteta stočarske proizvodnje na nekom području. Sukladno metodologiji prikupljanja podataka, ovom studijom je obuhvaćeno 146.524 farmi na kojima je u 2017. utvrđeno više od 0,01 UG životinja (slika 6-9.).



Slika 6-9. Broj farmi po vrstama domaćih životinja obuhvaćenih analizom u 2017.

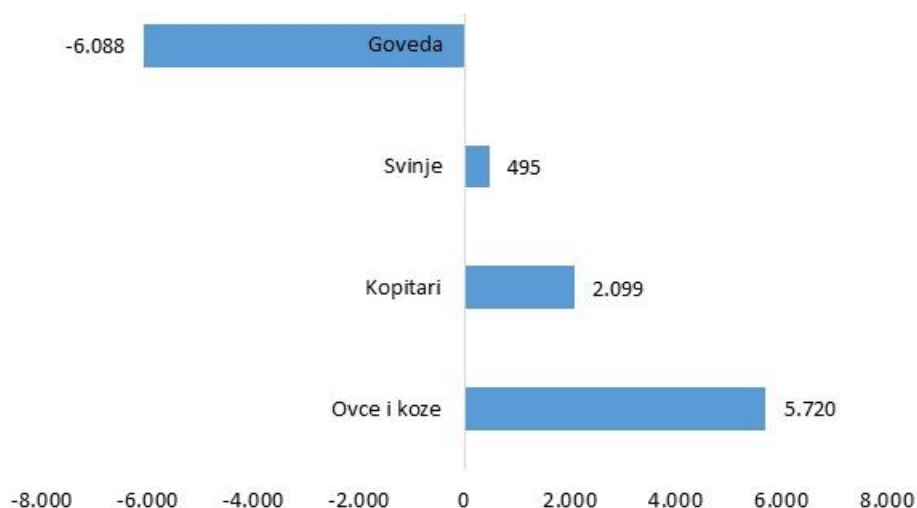
Značajan dio farmi obuhvaćenih analizom su bila nekomercijalna gospodarstva, sa svega nekoliko životinja uglavnom za vlastite potrebe. Čak njih 13.155 je imalo manje od 0,1 UG što je ekvivalent 25 kokoši nesilica ili 40 tovnih pilića odnosno manje od jedne svinje u tovu. Budući da je na takvim gospodarstvima držanje životinja uglavnom vezano uz okućnicu (najčešće dvorište) one nemaju praktičnu važnost kao potencijalni izvor onečišćenja voda na nekom području. Na 133.369 farmi utvrđeno je $\geq 0,1$ UG ili izlučivanje N org. >10 kg/god. Pretpostavka je da se na takvim farmama dio ekskremenata skupljao i kao stajski gnoj te iznosio na poljoprivredne površine. Zbog njihove brojnosti i gustoće na nekim područjima one mogu u određenoj mjeri doprinijeti ukupnom iznošenju N org. na poljoprivredne površine tog područja.

S obzirom na vrstu životinja koje se uzgajaju na farmama, prevladavale su mješovite farme, odnosno farme na kojima se uzgaja više od jedne vrste životinja. Na najvećem broju farmi (65,3%) su se uzgajale svinje, zatim perad (57,9%) i goveda (21,5%) dok su najmanji broj predstavljale farme ovaca i koza (15,9%) te kopitara (4,2%)(slika 6-10.).



Slika 6-10. Učestalost (%) pojedinih stočarskih vrsta na farmama u 2017.

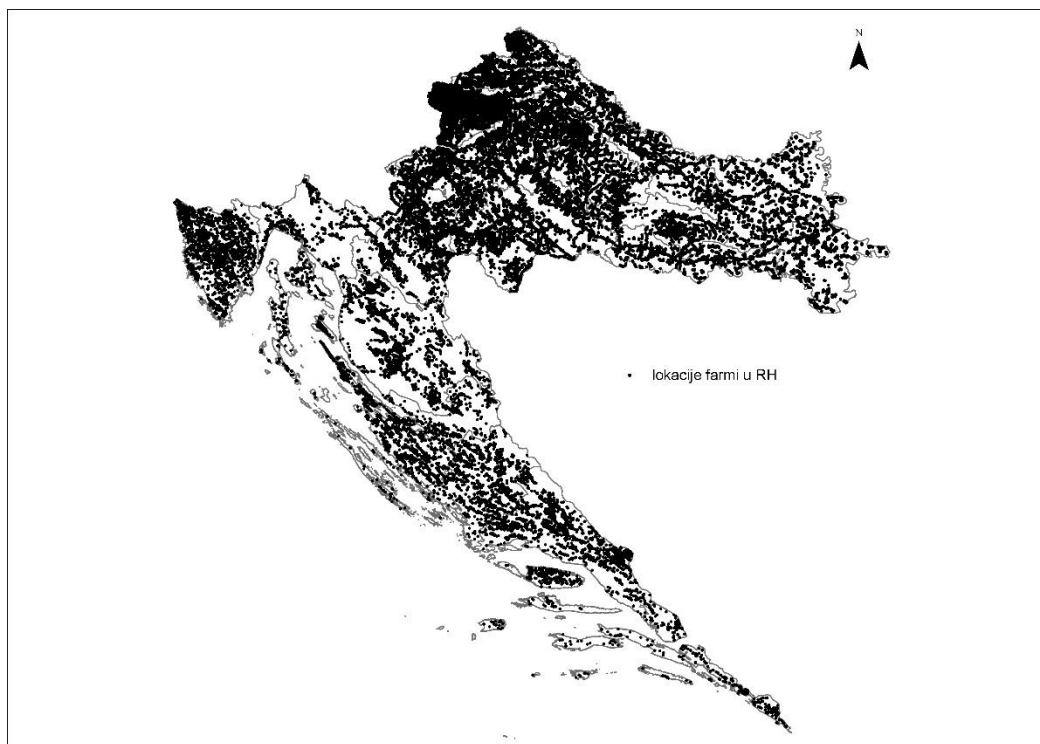
Promatrajući zadnje petogodišnje razdoblje (slika 6-11.) vidljivo je smanjenje broja farmi goveda (16%) dok je broj farmi svinja ostao na približno istom broju. U isto vrijeme povećao se broj farmi ovaca i koza (24%) te kopitara (33%).



Slika 6-11. Promjena broja farmi pojedinih vrsta domaćih životinja u razdoblju 2012.-2017.

S obzirom na prostorni raspored, najveći broj farmi se nalazio u kontinentalnom području (>80% svih farmi) s najvećom gustoćom u njenom sjeverozapadnom i središnjem dijelu (slika 6-12.). To je ujedno i najgušće naseljeno područje Republike Hrvatske s velikim brojem kućanstava koja drže

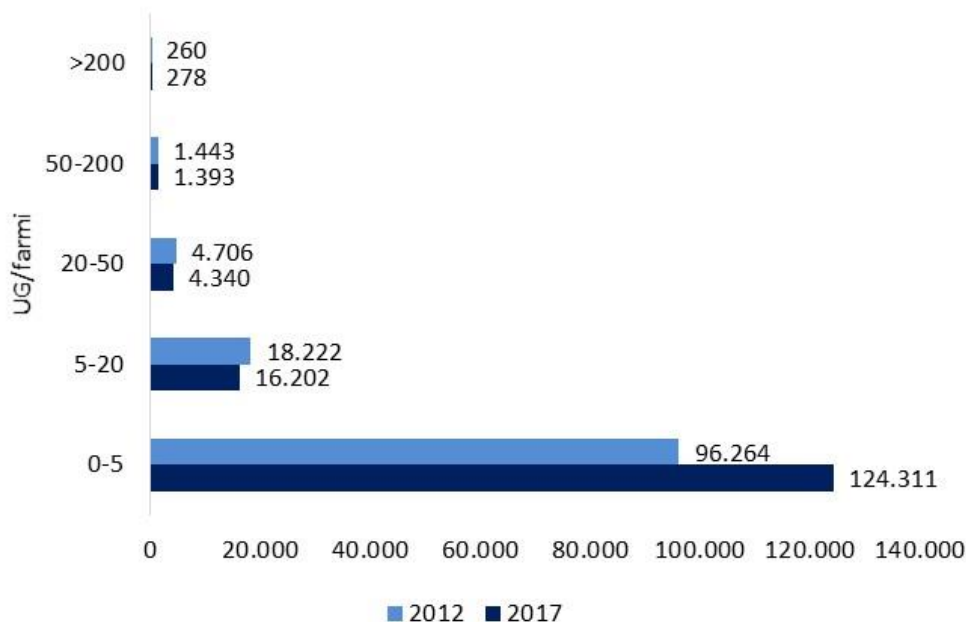
životinje za vlastite potrebe (uglavnom perad i svinje) kao i područje u kojem stočarska proizvodnja ima dugu tradiciju.



Slika 6-12. Prostorni raspored farmi u RH (2017.)

Županije s pojedinačno najvećim brojem farmi (>12.000) su bile Zagrebačka, Krapinsko-zagorska i Osječko-baranjska, zatim slijede (>8.500 farmi po županiji) Bjelovarsko-bilogorska, Vukovarsko-srijemska, Varaždinska, Sisačko-moslavačka i Koprivničko križevačka županija. S obzirom na veličinu (UG/farmi) najveći broj farmi pripadao je kategoriji vrlo malih farmi s manje od 5 UG, koje uglavnom drže stoku za podmirenje vlastitih potreba za animalnim proizvodima (mlijeko, meso, jaja) ili za rekreaciju. U pravilu su na tim farmama manje produktivne životinje koje se drže na ekstenzivan način i kao takve proizvode relativno manje količine stajskog gnoja. Nasuprot njima, 278 farmi (0,2%) je u 2017. imalo >200 UG, te su u pravilu vezane uz velike proizvodne sustave koje karakterizira industrijski način proizvodnje i uzgoj životinja visokog proizvodnog potencijala na relativno malom prostoru. Navedeno rezultira proizvodnjom relativno većih količina stajskog gnoja koja se privremeno zbrinjava u krugu farme, a potom iznosi na poljoprivredne površine. Većina takvih farmi ima osiguran deponij za stajski gnoj izgrađen tako da osigurava prihvata i čuvanje stajskog gnoja najmanje 6 mjeseci bez mogućnosti otjecanja tekućeg dijela u otvorene vodotoke i bez prekomjerne emisije NH₃. S druge pak strane, vrlo velike (>200 UG) kao i znatan broj i velikih farmi (50-200 UG) se nalazio izvan područja naselja ili na njegovim rubnim dijelovima i najčešće je bio vezan uz okolne obradive poljoprivredne

površine. Zbog velikog volumena i visokih troškova prijevoza, stajski gnoj s takvih farmi najčešće završava na poljoprivrednim površinama u njihovoj neposrednoj blizini. Stoga, nerijetko količine stajskog gnoja koje se primjenjuju na tim površinama znatno prelaze one propisane *II Akcijskim programom*. Ako se 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.



Slika 6-13. Struktura farmi u Republici Hrvatskoj s obzirom na broj UG u razdoblja 2012.-2017.

Glavnina vrlo velikih farmi (>200 UG) se nalazila u istočnom dijelu Republike Hrvatske, odnosno najviše u Osječko-baranjskoj županiji (32%) dok su vrlo male (<5 UG) i male farme (5-20 UG) bile ravnomjernije raspoređene na cijelom području, s nešto većom učestalošću u središnjoj i sjeverozapadnoj Republici Hrvatskoj odnosno područjima s gušćom naseljenosti stanovništva. Sličan trend je bio uočljiv i za srednje velike farme (20-50 UG)(slike 6-14. – 6.18).



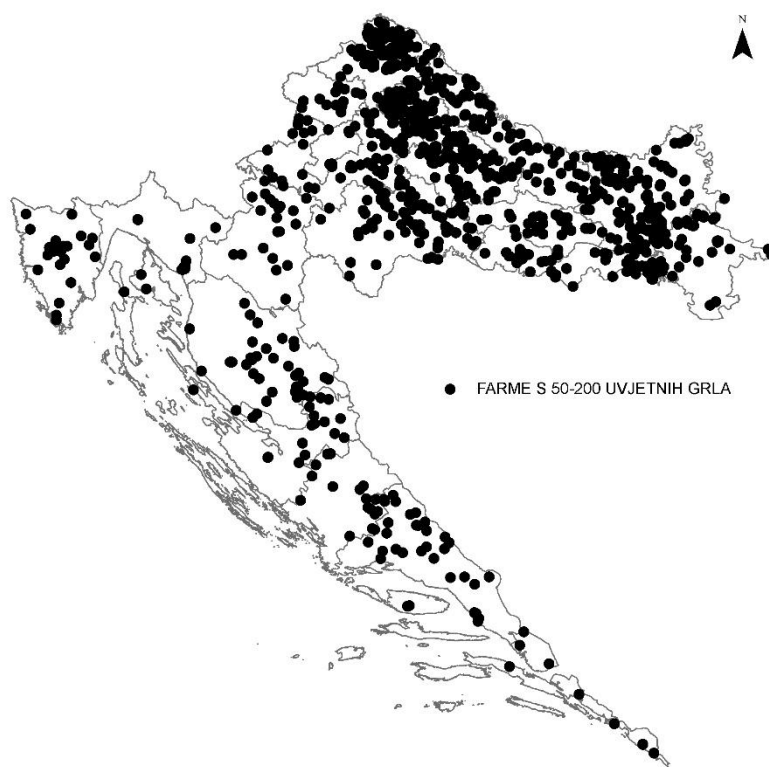
Slika 6-14. Prostorni raspored farmi s manje od 5 UG u Republici Hrvatskoj u 2017.



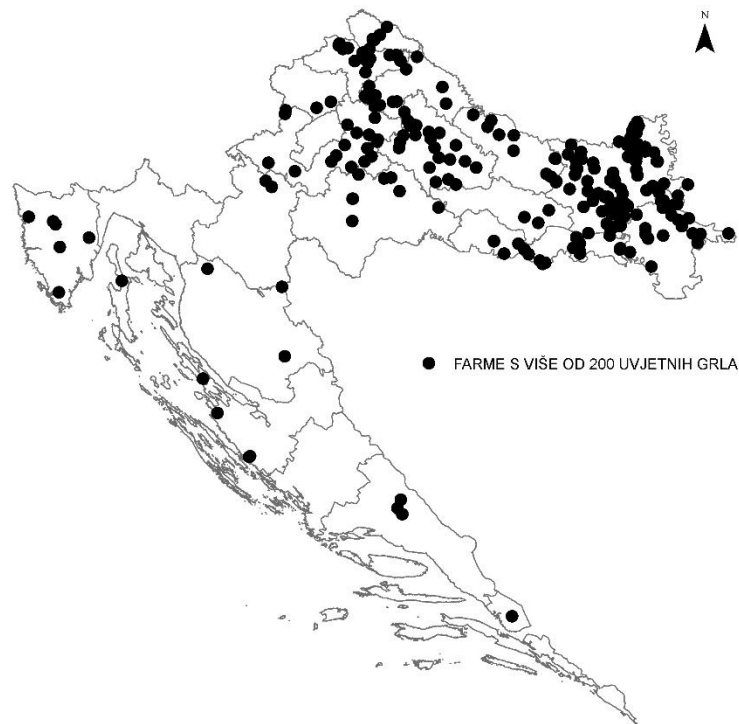
Slika 6-15. Prostorni raspored farmi s 5-20 UG u Republici Hrvatskoj u 2017.



Slika 6-16. Prostorni raspored farmi s 20-50 UG u Republici Hrvatskoj u 2017.



Slika 6-17. Prostorni raspored farmi s 50-200 UG u Republici Hrvatskoj u 2017.



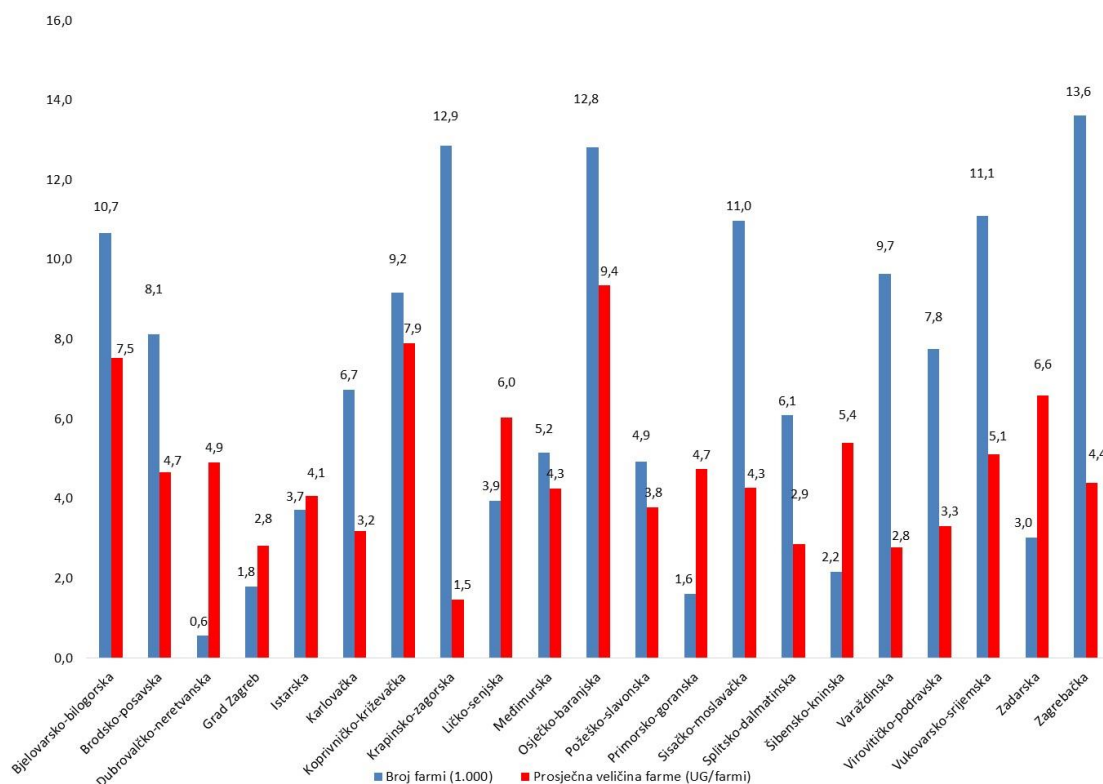
Slika 6-18. Prostorni raspored farmi s više od >200 UG u Republici Hrvatskoj u 2017.

Male farme s 5-20 UG i srednje velike farme s 20-50 UG zajedno su predstavljale oko 14% svih farmi u Republici Hrvatskoj u 2017. To su ujedno farme čiji se broj najviše smanjio (6-11%) u odnosu na 2012. Nasuprot njima, broj vrlo velikih farmi je povećan u odnosu na 2012. Budući da su metodologijom prikupljanja podataka za 2017. godinu obuhvaćena sva gospodarstva na kojima se nalaze životinje uključujući i ona sa svega nekoliko kljunova peradi (>0,01 UG), analizirani broj farmi u 2017. u kategoriji < 5 UG bio je također značajno veći u odnosu na 2012.

S obzirom na vrstu životinja, na vrlo malim farmama (<5 UG) dominirala je perad i svinje, na malim (5-20 UG) i srednje velikim (20-50 UG) su dominirale svinje i goveda u kontinentalnom dijelu, odnosno ovce i koze u priobalnom području. Većinu ovih farmi karakterizira manji intenzitet proizvodnje i niži standardi glede zbrinjavanja gnoja u odnosu na velike farme. Uglavnom su to starije farme (posebice u kategoriji 5-20 UG) koje odlažu stajski gnoj u neposrednoj blizini farme na neuređena gnojišta s kojih tekući dio nesmetano odlazi u okoliš. Zbog svojeg karaktera male farme vezane su uglavnom uz okućnice odnosno naseljena mjesta u ruralnom području.

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, dominirale su male do srednje velike farme ovaca i koza te manjim dijelom goveda. Općenito je to područje ekstenzivnog stočarstva gdje se životinje u većem dijelu godine drže na pašnjacima. Prosječna veličina farmi i u tim županijama nije prelazila 6 UG po farmi, a što je na razini prosjeka cijele Republike Hrvatske (slika 6-19.).



Slika 6-19. Broj farmi i njihova prosječna veličina (UG/farmi) po županijama u 2017.

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 dominiraju svinje i goveda, a u sjeverno-zapadnim dijelovima goveda i perad.

Županije koje prednjače po brojnosti životinja, odnosno u kojima se nalazi najviše velikih farmi (>50 UG) ujedno imaju i prosječno najveći broj životinja (UG) po farmi. To su na prvome mjestu Osječko-baranjska županija (9,4 UG/farmi), zatim Koprivničko-križevačka (7,9 UG/farmi) i Bjelovarsko-bilogorska županija (7,5 UG/farmi). Županije s najvećom koncentracijom farmi, ali i posljedično malim prosječnim brojem životinja po farmi (1,5-4,4 UG/farmi) nalazile su se u sjeverozapadnom dijelu (Krapinsko-Zagorska, Varaždinska i Zagrebačka županija).

6.3.3 Proizvodnja stajskog gnoja u Republici Hrvatskoj

Proizvedena količina stajskog gnoja na pojedinoj farmi kao i količina koja se iznosi na poljoprivredne površine ovisi o broju, vrsti i kategoriji životinja na farmi, visini proizvodnje koja određuje količinu i sastav izlučenih ekskremenata te načinu držanja i količini upotrijebljene stelje. 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). Isto tako, životinje s većom proizvodnjom mlijeka, odnosno veće dnevne konzumacije hrane (prirasta) izlučuju više ekskremenata. Pored ekskremenata, stelja čini drugi najznačajniji sastojak gnoja napose u sustavima držanja koji se temelje na upotrebi velikih količina stelje. Sve veća cijena slame i troškovi manipulacije istom, kao i krutim gnojem razlog su da najveći broj velikih govedarskih te gotovo sve svinjogojske farme imaju tekuće izgnojavanje. Nasuprot tome, manje farme s nekoliko goveda ili svinja koje se drže pretežno na punom podu, upotrebljavaju značajne količine stelje i kao takve predstavljaju velike proizvođače krutog stajskog gnoja. Nadalje, kopitari, ovce i koze te perad (brojleri) se drže gotovo isključivo na stelji. Sa stajališta potencijalnog pritiska na vode kod takvih farmi najveću opasnost predstavljaju neuređena gnojišta i mogućnost ispiranja tekućeg dijela gnoja u površinske vode. Navedeno je naročito prisutno na manjim farmama i u područjima s velikom gustoćom farmi. 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 u značajnoj mjeri utječe i količina vode iz tehnološkog procesa (pranje, hlađenje) kao i ona koju proliju životinje (pojilice). Navedeno može biti izraženije u ljetnim mjesecima, posebice na farmama svinja. Nerijetko, zbog velikog volumena i visoke cijene koštanja transporta tekućeg stajskog gnoja, poljoprivredne površine oko farme se gnoje češće i većim količinama od dozvoljenih (*II. Akcijski program*, NN 60/17). Stoga se u tim područjima može i očekivati veći pritisak na podzemne vode u odnosu na područja gdje je veći broj manjih farmi raspršen na većem prostoru.

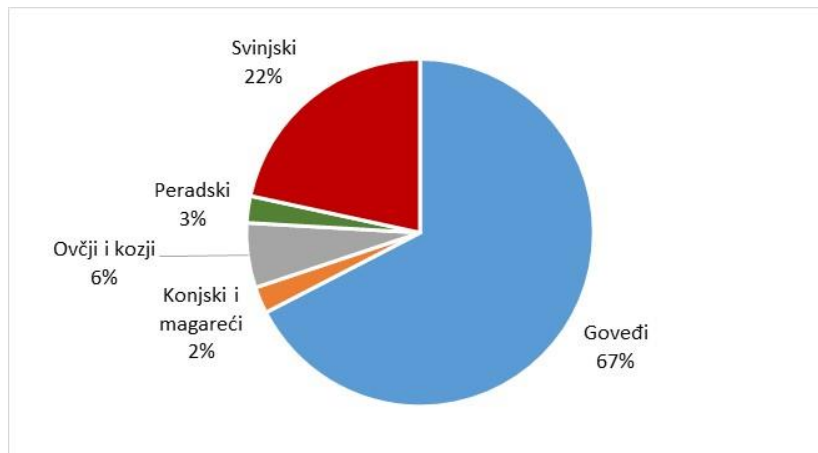
Temeljem podataka o broju pojedinih vrsta i kategorija stoke za 2017., te načinu držanja i razini proizvodnje, procijenjena je proizvodnja stajskog gnoja u iznosu od 9.220.870 tona (tablica 6-6.), a što je za oko 922.362 tona ili 10% manje u odnosu na 2012. Navedeno smanjenje je prvenstveno posljedica smanjenja ukupne stočarske aktivnosti, ali i smanjenja broja goveda kao vrste koja proizvodi najviše stajskog gnoja.

Pojedinačno najviše gnoja se generiralo u županijama s najvećim brojem stoke (Osječko-baranjskoj, Koprivničko-križevačkoj i Bjelovarsko-bilogorskoj), s proizvodnjom od preko milijun tona stajskog gnoja godišnje ili preko 100 tona po farmi godišnje. Tome doprinosi i činjenica da su to županije u kojima se nalazi blizu 50% ukupnog broja goveda te 40% svinja u Republici Hrvatskoj, vrsta koje proizvode najviše gnoja.

Tablica 6-6. Procijenjena proizvodnja stajskog gnoja u 2017. (t/god)

Županija	Stajski gnoj *		UKUPNO	Tona (god/farmi)
	kruti	tekući		
BJELOVARSKO-BILOGORSKA	658.189	480.596	1.138.785	106,7
BRODSKO-POSAVSKA	207.841	225.888	433.729	53,3
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	16.309	19.185	35.494	63,2
GRAD ZAGREB	45.966	20.303	66.269	36,9
ISTARSKA	105.662	74.484	180.146	48,5
KARLOVAČKA	225.397	87.041	312.437	46,4
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	622.734	419.691	1.042.425	113,5
KRAPINSKO-ZAGORSKA	204.997	44.301	249.297	19,4
LIČKO-SENJSKA	207.345	108.317	315.662	80,0
MEĐIMURSKA	116.881	125.948	242.829	47,1
OSJEČKO-BARANJSKA	781.280	798.364	1.579.829	123,2
POŽEŠKO-SLAVONSKA	137.171	108.449	245.620	49,7
PRIMORSKO-GORANSKA	30.846	43.788	74.635	46,2
SISAČKO-MOSLAVAČKA	368.013	279.827	647.841	59,0
SPLITSKO-DALMATINSKA	108.460	87.566	196.026	32,2
ŠIBENSKO-KNINSKA	59.098	74.860	133.958	61,5
VARAŽDINSKA	188.510	87.311	275.821	28,6
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	176.863	158.736	335.599	43,2
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	333.384	399.626	733.011	66,1
ZADARSKA	58.754	135.563	194.318	64,3
ZAGREBAČKA	538.797	248.342	787.139	57,8
HRVATSKA UKUPNO	5.192.684	4.028.187	9.220.870	62,9

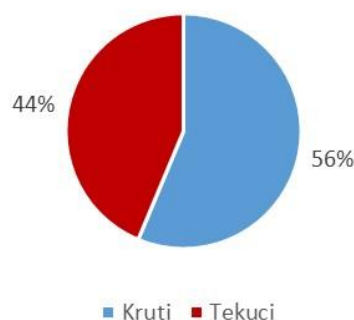
* - procijenjeno s obzirom na broj, vrstu i kategoriju životinja te način iznojanja



Slika 6-20. Udio pojedinih vrsta stajskog gnoja u 2017.

Budući da goveda i svinje čine više od 80% svih domaćih životinja u Republici Hrvatskoj, najveća količina proizvedenog stajskog gnoja potječe upravo od ove dvije vrste. Tako goveđi gnoj čini oko 67% ukupno proizvedenog gnoja, slijedi svinjski gnoj (22%), ovčji i kozji (6%) te gnoj peradi (3%) i kopitara (2%) (slika 6-20.).

S obzirom na način iznojavavanja, nešto više se proizvede krutog u odnosu na tekući stajski gnoj (slika 6-21.). U županijama gdje se nalaze veliki proizvodni sustavi te intenzivna svinjogojska proizvodnja te djelomice i proizvodnja mlijeka temeljena na farmama s tekućim iznojavanjem kao što je to u Osječko-baranjskoj županiji (dijelom i Vukovarsko-srijemskoj), znatno je veći udio tekućeg gnoja (67%). Proizvodnja krutog gnoja vezana je uz manje farme (goveda, svinje) 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. U pašnom načinu držanja životinja ekskrementi (feces i urin) koje životinje ostavljaju na pašnjacima tretirani su kao tekući gnoj.



Slika 6-21. Omjer proizvedenog tekućeg i krutog stajskog gnoja u 2017.

Prosječna godišnja količina stajskog gnoja na razini Republike Hrvatske koja je iznesena na poljoprivredne površine je bila 4,8 t/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta (tablica 6-7.). Značajne razlike utvrđene su između županija. Tako se najviše gnoja po hektaru korištenog poljoprivrednog zemljišta proizvelo u Koprivničko-križevačkoj, Bjelovarsko-bilogorskoj, Osječko-baranjskoj i Zagrebačkoj županiji (više od 7,0 t/ha). Istovremeno, najmanje gnoja (1,0–3,5 t/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta) iznosilo se na poljoprivredne površine u priobalnim županijama. U primorskim županijama kao i brdsko planinskom području gdje životinje značajan dio godine provode na paši (najmanje 6 mj.) najveći dio N org., P org. i K org. iz ekskremenata je dospio na pašnjake te manjim dijelom livade u pašno-košnom sustavu iskorištavanja ili kod parcijalnog napasivanja (izmjenjuje se košnja i napasivanje ili se napasivanje odvija u jednom dijelu godine). Kruti 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. Kod stajskog načina držanja svojstvenog kontinentalnom dijelu, posebice u sustavu u kojem nastaje kruti stajski gnoj, najveći dio gnoja završava na obradivim površinama koje su u funkciji proizvodnje hrane za životinje (oranice na kojima se proizvodi krmno bilje). Tekući gnoj u najvećoj mjeri se iznosi na oranične površine dok jedan manji dio gnoja sa govedarskih farmi završava na livadama (izuzetno rijetko i na pašnjacima).

Tablica 6-7. Proizvedena količina stajskog gnoja u odnosu na poljoprivredno zemljište u 2017.

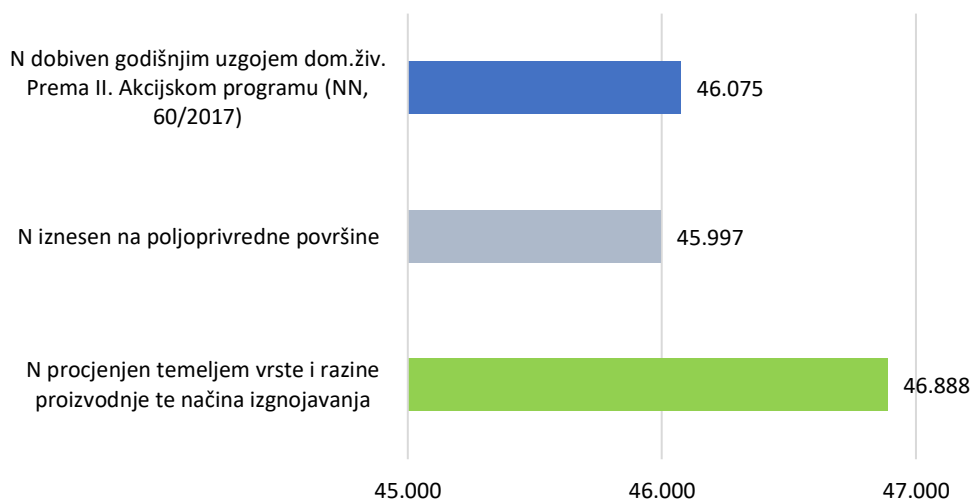
Županija	Stajski gnoj t/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta	Stajski gnoj t/ha obradivog poljoprivrednog zemljišta	Stajski gnoj t/UG
BEJLOVARSKO-BILOGORSKA	9,7	14,1	14,2
BRODSKO-POSAVSKA	5,0	5,6	11,4
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	0,9	2,4	12,9
GRAD ZAGREB	3,9	9,5	13,1
ISTARSKA	2,5	5,7	11,9
KARLOVAČKA	4,1	17,3	14,5
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	12,0	16,2	14,4
KRAPINSKO-ZAGORSKA	5,9	13,1	13,2
LIČKO-SENJSKA	3,2	33,2	13,3
MEĐIMURSKA	5,6	6,8	11,1
OSJEČKO-BARANJSKA	7,4	7,9	13,2
POŽEŠKO-SLAVONSKA	4,1	5,6	13,1
PRIMORSKO-GORANSKA	1,6	19,1	9,7
SISAČKO-MOSLAVAČKA	4,5	11,6	13,8
SPLITSKO-DALMATINSKA	1,5	6,7	11,2
ŠIBENSKO-KNINSKA	1,3	7,6	11,4
VARAŽDINSKA	5,1	7,8	10,2
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	3,3	4,0	13,0
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	5,0	5,2	12,9
ZADARSKA	1,3	9,5	9,8
ZAGREBAČKA	7,1	12,3	13,1
HRVATSKA	4,8	8,7	12,9

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

Količine N org., P org. (kao P_2O_5) i K org. (kao K_2O) koji stajskim gnojem dospijevaju na poljoprivredne površine ovise o količini primijenjenog stajskog gnoja te njihovu sadržaju u gnoju. Ekskrementi životinja predstavljaju najveći izvor navedenih hranjiva u stajskom gnoju dok je u manjem dijelu to stelja. Sadržaj N, P i K u ekskrementima ovisi o vrsti životinje i intenzitetu proizvodnje, a njihov relativni udio u stajskom gnoju ovisi o količini upotrijebljene stelje. Način čuvanja i primjene gnoja utječe pak na gubitke hranjiva uslijed ispiranja i otjecanja u površinske vode ili emisijom amonijaka u atmosferu, a time neizravno i na količine istih koje dospijevaju u tlo.

6.3.4.1 Procjena količine N org. koji se stajskim gnojem iznosi na poljoprivredne površine

Primjenjujući metodologiju propisanu „II. Akcijskim programom zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla“ (NN 60/2017), 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 2017. u Republici Hrvatskoj bilo ukupno 624.914 UG različitih vrsta domaćih životinja te da je proizvedeno ukupno 46.074,6 tona N org. ili prosječno 73,7 kg N/UG (slika 6-22.). Pritom je utvrđeno da se na 17.023 gospodarstva proizvede manje od 10 kg N org. godišnje ili ukupno 30,1 tona N org. To su gospodarstva na kojima se nalazi manji broj peradi (ekvivalent do 30 kokoši nesilica ili 50 tovnih pilića) čiji je smještaj uglavnom vezan uz držanje na okućnici (dvorišta, vrtovi). U najvećoj mjeri njihovi ekskrementi se ne skupljaju i kao takvi ne dospijevaju na poljoprivredne površine. Stoga je količina organskog N koja se gnojem iznosi na poljoprivredne površine i primjenjuje u gnojidbi umanjena za navedeni iznos te se procjenjuje na 45.996,8 tona.



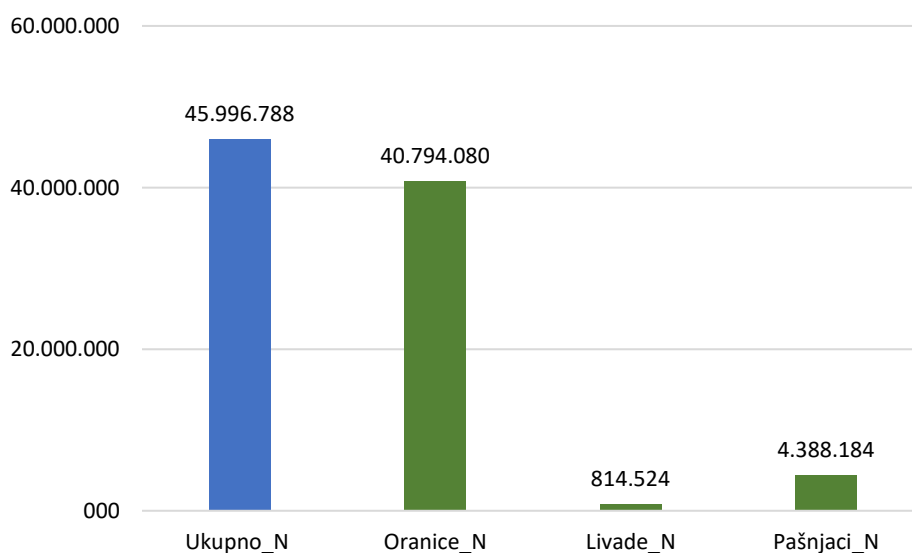
Slika 6-22. Procjena godišnje količine N org. koji je dobiven uzgojem domaćih životinja i iznesen na poljoprivredne površine u 2017.

Analizirajući izlučivanje N org. ekskrementima temeljem podataka o zastupljenosti pojedine vrste i kategorija životinja na farmi te razine proizvodnje (mliječnost, dnevni prirast, veličina legla itd.) procjenjuje se da je 2017. proizvedeno ukupno 54.987,6 tona N org. od čega je na poljoprivredne površine moglo dospjeti najviše 46.887,7 tona N org. ili 85,3% dok je ostatak od 8.099,9 tona ili 14,7% emisijom amonijaka dospio u atmosferu. Navedene vrijednosti emisije procijenjene su korištenjem najnižih preporučenih emisijskih faktora (IPCC, 2006.) čime su dobivene potencijalno najveće količine N org. koje dopijevaju na poljoprivredne površine i kao takve mogu biti unijete u tlo te predstavljati opasnost za podzemne vode.

Analizirajući strukturu farmi s obzirom na tip gnoja (kruti, tekući), vrstu životinja od koje gnoj potječe te načina spremanja i primjene na poljoprivredne površine, a uvažavajući klimatske specifičnosti za pojedine regije (kontinentalna, brdsko-planinska i primorska Hrvatska) procjenjuje se da su u 2017. gubici N emisijom iznosili oko 34% ili 18.838,3 tona N org. Ovdje treba napomenuti da postoje velike varijacije između pojedinih farmi koje prvenstveno ovise o načinu i vremenu primjene na poljoprivredne površine uvjetovane posjedovanjem odgovarajuće mehanizacije za manipulaciju/unos gnoja u tlo (ulaganje naspram raspršivanje), kao i pridržavanjem rokova primjene. Navedeno značajno povećava nesigurnost procjene i zahtijeva daljnja istraživanja. Neke ranije procjene pokazuju da se u Republici Hrvatskoj tijekom skladištenja i primjene stajskog gnoja gubi od 25% (Znaor, 2011) pa do 40% N org. (Mesić, 2004). Istovremeno, procjenjuje se da u EU-27 gubici N

org. uslijed manipulacije gnojem iznose između 20 i 30%. U novije vrijeme značajna sredstva se ulažu u opremu i strojeve za manipulaciju i primjenu stajskog gnoja, uređenje gnojišta, ali i jačanje svijesti farmera o važnosti gubitaka N org. emisijom pa se u narednom razdoblju može očekivati smanjenje tih gubitaka. Analizirajući odnos količine N org. prema korištenom poljoprivrednom zemljištu, Republika Hrvatska s 23,8 kg N/ha korištenog zemljišta spada u skupinu zemalja s malim opterećenjem po jedinici površine. Navedene vrijednosti su nekoliko puta manje od količine N org. koja se iznosi na poljoprivredne površine u stočarski visokorazvijenim zemljama zapadne Europe (Nizozemska, Belgija, Danska, Njemačka).

Procjenjuje se da najveće količine N org. iz stajskog gnoja dopijevaju na oranične površine (88%), dok manji dio N org. završava na pašnjacima (10%) i livadama (2%)(slika 6-23.). Razlog ovakve raspodjele proizlazi iz činjenice da se glavnina goveda, svinja i peradi kao tri najzastupljenije stočarske vrste drži u zatvorenim objektima i intenzivno iskorištava pri čemu se najveći dio proizvedenog gnoja koristi u gnojdbi 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.



Slika 6-23. Raspodjela N org. (kg) po kategorijama poljoprivrednog zemljišta u 2017.

S obzirom na vrstu i kategoriju životinja pojedinačno, najveću količinu N org. izlučuju svinje (npr. 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 6-3. Navedeno ukazuje da su područja s intenzivnom

svinjogojskom i govedarskom proizvodnjom (proizvodnja mlijeka) u neposrednoj okolici velikih farmi najviše izložena unosu prekomjerne količine N org. u tlo. Područja s ekstenzivnim stočarstvom, niskog intenziteta napasivanja i na kojima se prakticira držanje na paši veći dio godine, najmanje su izložena prekomjernom opterećenju N org. iz stajskog gnoja (ekskrementa). Naime, obično se radi o životinjama manjeg proizvodnog potencijala te vrstama koje i inače izlučuju ekskrementima manju količinu N (kopitari, ovce i koze). Nadalje, zbog brze apsorpcije urina i tekućih dijelova fecesa nakon defekacije, smanjuje se mogućnost površinskog ispiranja N kao i emisije amonijaka. Značajan dio N org. se vrlo brzo iskoristi od strane vegetacije pašnjaka i ne dopijeva u dublje slojeve tla.

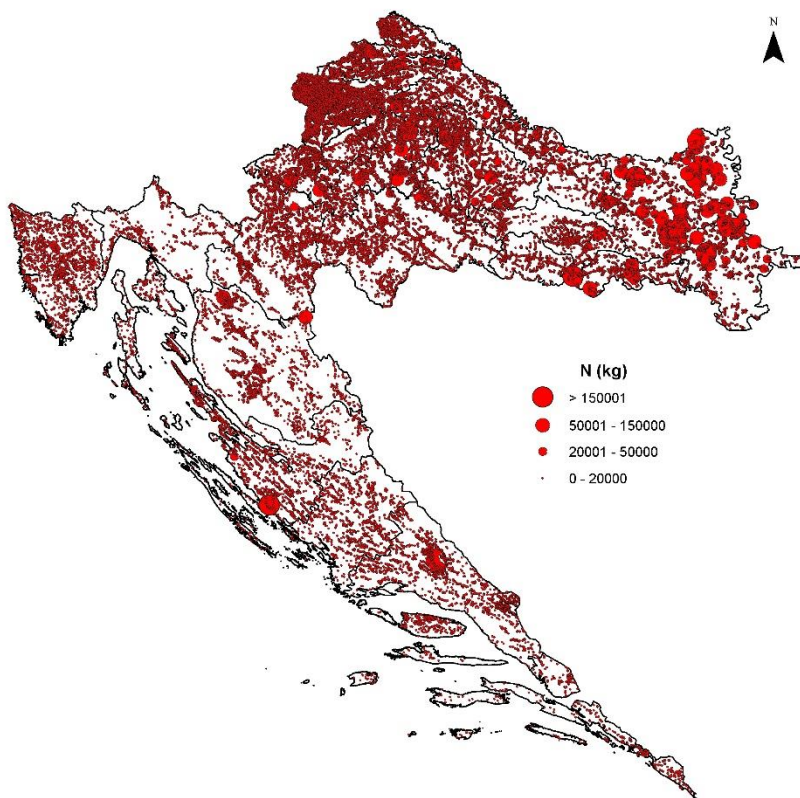
Očekivano, najveća količina N org. koja dopijeva na poljoprivredne površine je u Osječko-baranjskoj županiji, nakon čega slijede Bjelovarsko-bilogorska, Koprivničko-križevačka te Vukovarsko-srijemska i Zagrebačka županija (tablica 6-8.). To su ujedno i županije u kojima se proizvodi najviše N org./ha korištenog poljoprivrednog zemljišta. Županija u kojoj se iznosi najviše N org./ha korištenog poljoprivrednog zemljišta su Koprivničko-križevačka županija (48,4 kg), zatim slijede Bjelovarsko-bilogorska (40,4 kg) i Varaždinska županija (40,0 kg). Navedene vrijednosti značajno su niže od maksimalno dozvoljenih koje propisuje *II. Akcijski program* (170 kg N/ha). Za priobalne županije karakteristično je malo opterećenje N org. (<15,0 kg N/ha). Pri tome glavina N org. dolazi iz ovčarske i kozarske proizvodnje te značajan dio istog završava na pašnjačkim površinama i dijelom na nekorištenom zemljištu (krški tereni).

Tablica 6-8. Ukupno proizvedena količina N org. po županijama u 2017.

Županija	N org. t	N _t org. t	kg N org./ha korištenog poljoprivrednog zemljišta	kg N org./ha obrađivog poljoprivrednog zemljišta
BJELOVARSKO-BILOGORSKA	4.731,13	5.096,31	40,4	58,5
BRODSKO-POSAVSKA	2.834,36	2.527,19	32,6	36,5
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	173,37	156,59	4,2	11,5
GRAD ZAGREB	323,12	308,95	19,2	46,1
ISTARSKA	1.056,01	1.029,00	14,7	33,6
KARLOVAČKA	1.330,77	1.350,34	17,3	73,6
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	4.215,17	4.513,13	48,4	65,5
KRAPINSKO-ZAGORSKA	1.354,33	1.371,93	32,0	71,4
LIČKO-SENJSKA	1.446,61	1.457,59	14,5	152,2
MEĐIMURSKA	1.727,01	1.849,30	39,7	48,6
OSJEČKO-BARANJSKA	7.613,80	7.895,69	35,8	38,0
POŽEŠKO-SLAVONSKA	1.176,64	1.162,86	19,7	26,9
PRIMORSKO-GORANSKA	498,74	471,25	10,4	127,4
SISAČKO-MOSLAVAČKA	2.876,68	2.834,51	19,8	51,3
SPLITSKO-DALMATINSKA	1.219,62	1.156,04	9,5	41,5
ŠIBENSKO-KNINSKA	766,27	749,59	7,4	43,6
VARAŽDINSKA	2.159,31	2.236,95	40,0	61,2
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	1.627,42	1.652,08	16,0	19,2
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	3.815,19	3.716,86	26,2	27,3
ZADARSKA	1.355,07	1.468,27	9,4	66,2
ZAGREBAČKA	3.773,98	3.883,21	34,3	58,7
HRVATSKA	46.074,59	46.887,66	23,8	43,7

N org. - procijenjeno temeljem koeficijenta za izračun UG i godišnje količine N propisane II. Akcijskim programom zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla (NN 60/2017).

N_t org. - procijenjeno s obzirom na broj, vrstu i kategoriju životinja, razinu proizvodnje te način iznožavanja



Slika 6-24. Raspodjela N org. u 2017.

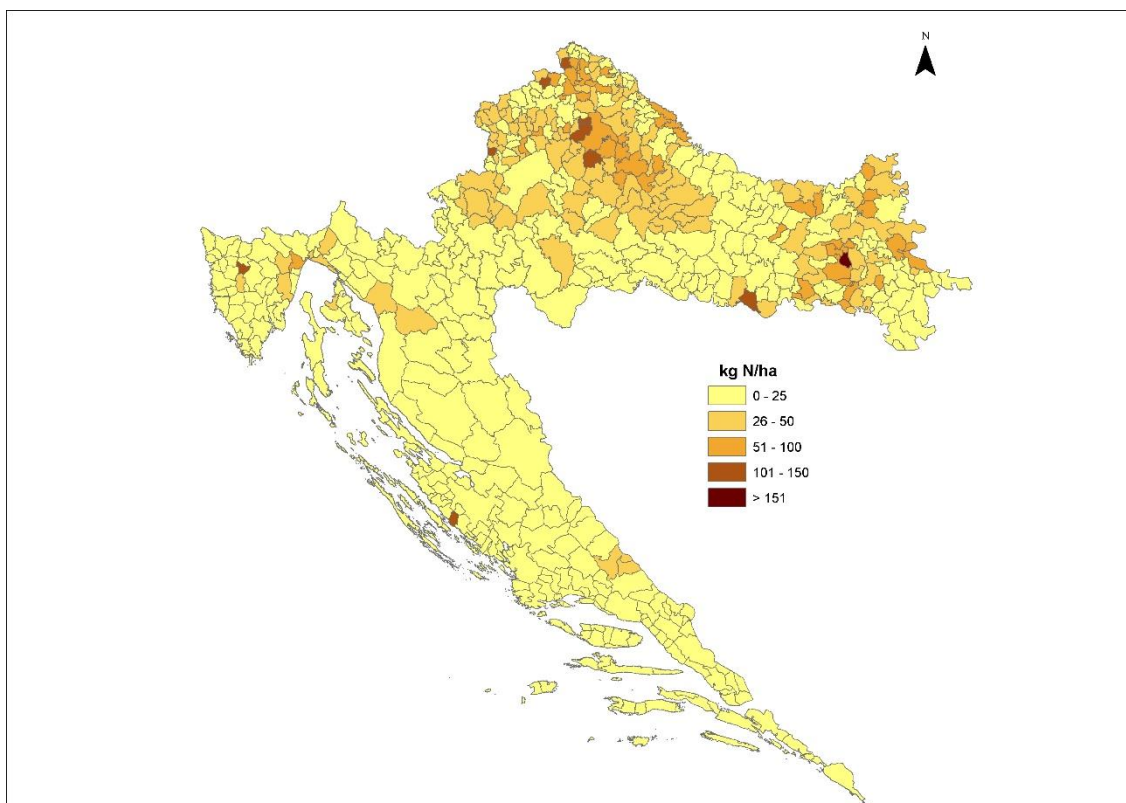
Analiza rezultata proizvodnje N org. na razini općina i gradova (slika 6-24.) pokazuje da se najviše N org./ha korištenog poljoprivrednog zemljišta proizvodi u općinama Viškovci (152,8 kg/ha), Sveti Peter Orehovec (138,4 kg/ha) i Dubravica (130,1 kg/ha) te da navedene vrijednosti ne prelaze maksimalno dozvoljene vrijednosti primjene propisane *II Akcijskim programom* (NN 70/2017) od 170 kg N/ha. Općinu Viškovci karakterizira postojanje nekoliko veliki farmi svinja i goveda, s po nekoliko tisuća grla različitih dobnih kategorija na svakoj, što unatoč postojanju značajnih poljoprivrednih površina doprinosi značajnoj proizvodnji N org. 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 s 20-100 UG, obiteljskog tipa. Vrsta stoke koja dominira u navedenoj općini su goveda. Za općinu Dubravica je karakteristično da spada u prostorno manje općine u kojoj se nalazi svega oko 906 ha korištenog poljoprivrednog zemljišta te da glavnina opterećenja N org. dolazi s jedne svinjogojske farme smještene na tom području.

Općine u kojima se proizvodi više od 100 kg N org./ha korištenog poljoprivrednog zemljišta su još Vinica (123,1 kg/ha), Karojba (122,2 kg/ha) Gornji Mihaljevec (112,5 kg/ha), Oriovac (109,3 kg/ha),

Biograd na moru (108,9 kg/ha) i Gradec (102,4 kg/ha). To su također male općine koje raspolažu s manje od 2.000 ha korištenog poljoprivrednog zemljišta, a istovremeno imaju značajnu stočarsku proizvodnju, uglavnom peradi (Vinica, Karojba, Gornji Mihaljevec) ili se na njihovom području nalaze farme svinja ili goveda koje djeluju u sklopu velikih proizvodnih sustava (Gradec, Biograd na moru).

Kod procjene opterećenja N org. za pojedine općine treba uzeti u obzir da stvarne vrijednosti N org. koje dopijevaju na poljoprivredne površine unutar općine mogu biti znatno niže budući da dio N org. s farmi smještenih u rubnim dijelovima općina završava i na poljoprivrednom zemljištu u susjednim općinama koje su u pravilu opterećene s <100 kg N org./ha (slika 6-25.).

S obzirom na postojeću razinu proizvodnje i trend smanjenja broja stoke u narednom razdoblju ne treba očekivati porast pritiska N org. na vode u Republici Hrvatskoj. Potencijalno veći pritisci mogu se očekivati na pojedinim lokalitetima u kontinentalnom dijelu u blizini velikih farmi ili na području njihove guste naseljenosti.



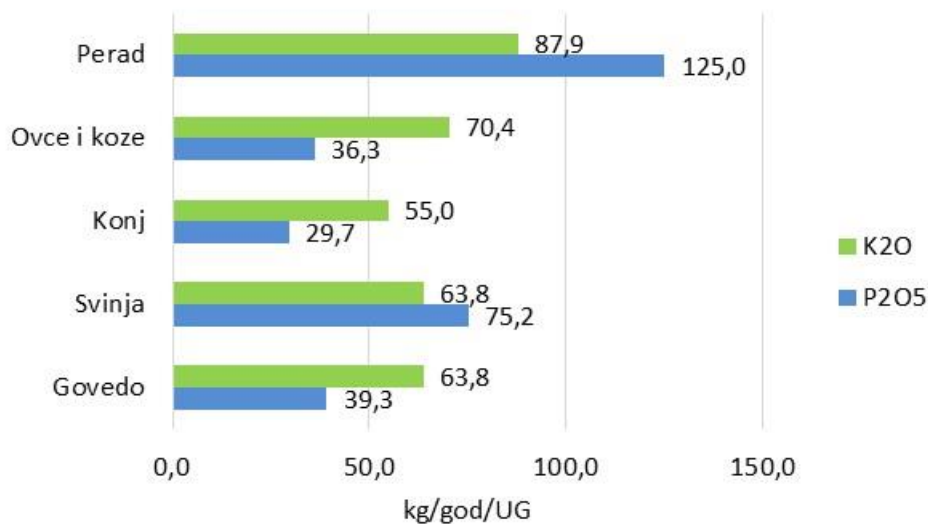
Slika 6-25. Količina N org./ha korištenog poljoprivrednog zemljišta na razini jedinica lokalne samouprave u 2017.

6.3.4.2 Procjena količine P org. i K org. koji se stajskim gnojem iznosi na poljoprivredne površine

Fosfor (P) i kalij (K) predstavljaju druga dva važna makrohraniva u ishrani bilja, a koja u značajnoj mjeri dopijevaju na poljoprivredne površine putem stajskog gnoja. Pritom P u određenoj mjeri dopijeva i u 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. Poznato je da monogastrične životinje ne posjeduju enzim fitazu i slabo iskorištavaju P iz žitarica pa se najveći dio takvog P izlučuje ekskrementima u okoliš. Za razliku od njih preživači imaju sposobnost iskorištavanja P iz biljaka (fitinski P) uz pomoć mikrobne populacije buraga što rezultira manjom količinom izlučenog P ekskrementima. Dodatkom enzima fitaze u hranu monogastričnih životinja (svinje, perad) poboljšava se iskorištavanje P i time smanjuje njegovo izlučivanje fecesom. Stoga količina izlučenog P uvelike ovisi i o tehnologiji uzgoja, odnosno 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 (K bogata voluminozna krma – paša, leguminoze, kukuruzna silaža itd.) fecesom izlučuju značajne količine K. 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 ostalih vrsta životinja manje je podložno variranju zbog ujednačenijeg načina ishrane i manjeg sadržaja K u hrani.

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



Slika 6-26. Prosječna godišnja količina P org. i K org. (izraženo u kg P₂O₅ i K₂O po UG godišnje) koju domaće životinje izlučuju ekskrementima (modificirano prema ASAE, 2005)

Korištenjem vrijednosti o godišnjoj količini P₂O₅ koju izlučuju pojedine kategorije životinja i temeljem njihova broja u 2017. 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 2017. ekskrementima je i izneseno na poljoprivredne površine 25.481,2 tona P₂O₅ i 41.359,0 tona K₂O.

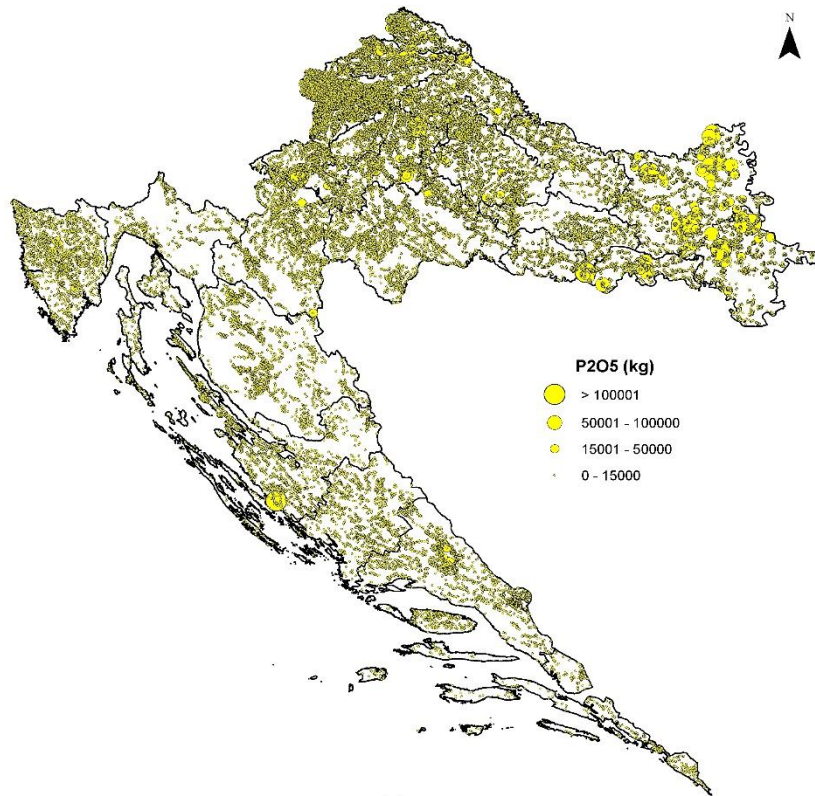
Relativno visoke vrijednosti procijenjenog K₂O u odnosu na P₂O₅ rezultat su velikog udjela preživača (goveda, ovce i koze) te kopitara u ukupnom broju životinja (2/3 svih životinja izraženo kao UG) kao vrsta koja izlučuju najviše K₂O u ekskrementima. Nadalje, mala procijenjena vrijednost P₂O₅ rezultat je činjenice da veliki broj svinja i peradi potječe iz velikih proizvodnih sustava koje izlučuju značajno manje P₂O₅ u ekskrementima u odnosu na one držane u ekstenzivnim uvjetima kao rezultat upotrebe dodataka u hranu koji poboljšavaju efikasnost iskorištavanja P iz hrane.

Tablica 6-9. Procijenjena ukupna količina P org. (P₂O₅) i K org. (K₂O) po županijama u 2017.

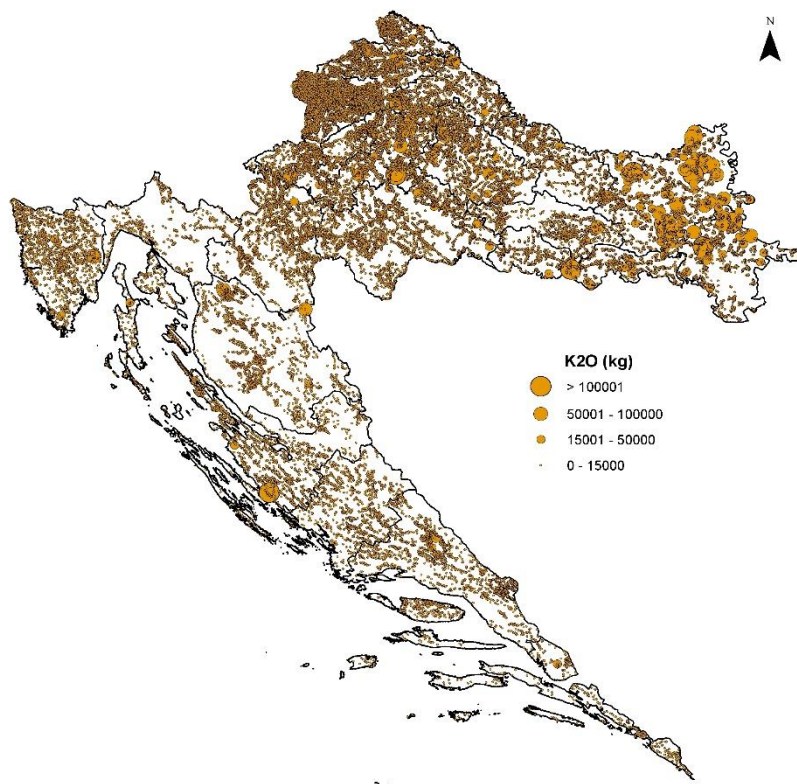
	P ₂ O ₅ (t/god)	K ₂ O (t/god)	kg P ₂ O ₅ /ha korištenog zemljišta	kg K ₂ O/ha korištenog zemljišta
BJELOVARSKO-BILOGORSKA	2.479,33	4.535,56	21,2	38,8
BRODSKO-POSAVSKA	1.587,44	2.213,62	18,3	25,5
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	74,85	162,11	1,8	3,9
GRAD ZAGREB	165,21	284,59	9,8	16,9
ISTARSKA	626,77	909,96	8,7	12,6
KARLOVAČKA	645,05	1.254,56	8,4	16,3
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	2.189,50	4.033,62	25,1	46,3
KRAPINSKO-ZAGORSKA	884,51	1.148,89	20,9	27,1
LIČKO-SENJSKA	677,02	1.436,93	6,8	14,4
MEĐIMURSKA	1.268,79	1.431,33	29,2	32,9
OSJEČKO-BARANJSKA	4.014,75	6.763,60	18,9	31,8
POŽEŠKO-SLAVONSKA	609,92	1.074,40	10,2	18,0
PRIMORSKO-GORANSKA	237,81	466,20	5,0	9,7
SISAČKO-MOSLAVAČKA	1.410,79	2.689,05	9,7	18,5
SPLITSKO-DALMATINSKA	692,91	1.071,04	5,4	8,4
ŠIBENSKO-KNINSKA	365,48	750,71	3,5	7,2
VARAŽDINSKA	1.671,56	1.709,89	30,9	31,7
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	859,87	1.468,01	8,5	14,4
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	2.017,64	3.271,37	13,9	22,5
ZADARSKA	866,41	1.306,97	6,0	9,1
ZAGREBAČKA	2.135,60	3.376,59	19,4	30,7
HRVATSKA	25.481,21	41.359,00	13,2	21,3

Količina izlučenog P₂O₅ u odnosu na korišteno poljoprivredno zemljište u 2017. je iznosila svega 13,2 kg/ha, a što je višestruko ispod prosjeka zemalja EU. U odnosu na prostorni raspored najveća količina iznesenog P₂O₅ po jedinici površine korištenog poljoprivrednog zemljišta u 2017. je bila u Varaždinskoj (30,9 kg/ha) i Međimurskoj (29,2 kg/ha) županiji, područjima s intenzivnom peradarskom proizvodnjom koja ekskrementima izlučuje i najveću količinu P₂O₅. Županije pak s najvećom količinom iznesenog K₂O/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta su bile Koprivničko-

križevačka (46,3 kg/ha) i Bjelovarsko-bilogorska (38,8 kg/ha), kao županije s dominantno govedarskom proizvodnjom.



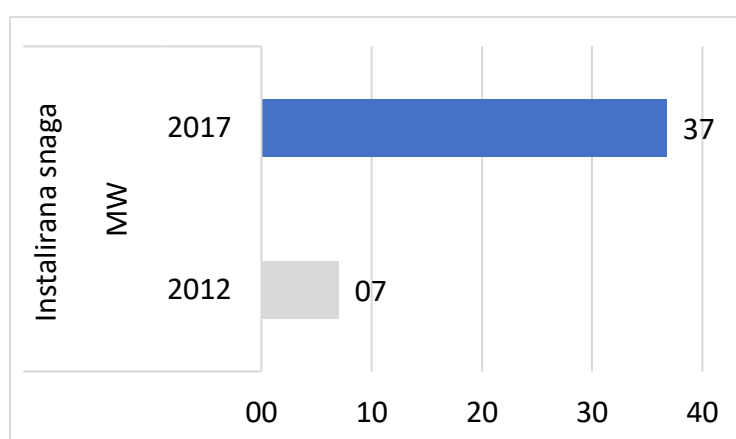
Slika 6-27. Raspodjela P org. (izraženo u kg P₂O₅) na razini naselja u 2017.



Slika 6-28. Raspodjela K org. (izraženo u kg K₂O) na razini naselja u 2017.

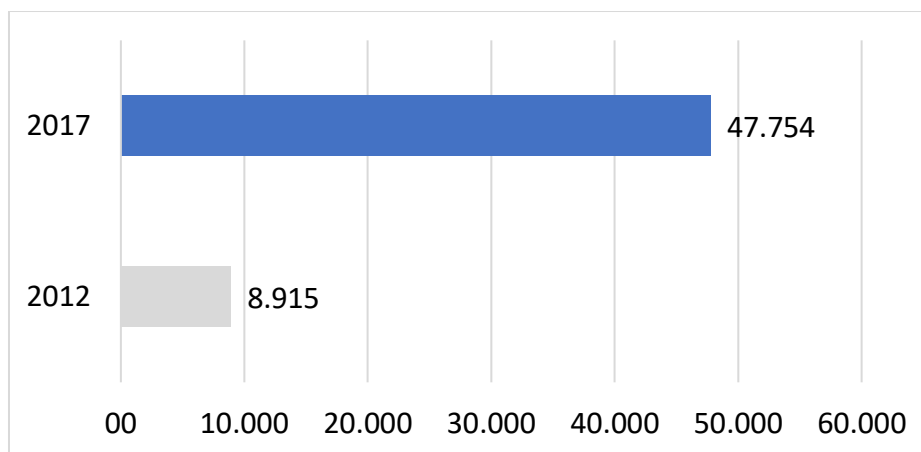
6.3.4.3 Potencijal bioplinskih postrojenja u smanjenju pritiska iz stočarske proizvodnje

Stajski gnoj predstavlja važnu sirovinu za proizvodnju bioplina, a bioplinska postrojenja predstavljaju vrlo efikasan način primarne obrade stajskog gnoja. Glavnina bioplinskih postrojenja u Republici Hrvatskoj je smještena uz velike farme i područja na kojima se može osigurati dovoljna količina biomase (kukuruzna silaža) potrebne za njihov rad. U razdoblju 2012.-2018. broj bioplinskih postrojenja je povećan sa 5 na 32, a njihova instalirana snaga sa 7 MWh na 36,7 MWh (slika 6-29.).

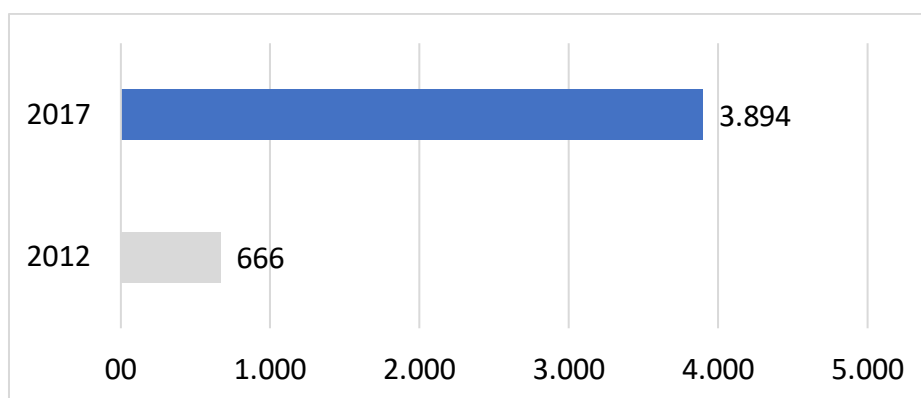


Slika 6-29. Instalirana snaga bioplinskih postrojenja u Republici Hrvatskoj (HROTE, 2018)

Dok su u početku bioplinska postrojenja bila vezana uglavnom uz velike farme i koristila stajski gnoj kao supstrat, u novije vrijeme grade se postrojenja koja sve više koriste i druge izvore biomase iz poljoprivrede. Procjena je da se u njima može obraditi godišnja proizvodnja stajskog gnoja koji bi se generirao uzgojem 47.754,2 UG stoke (slika 6-30.) ili približno oko 3.894 tona N org. (slika 6-31.). Pri tome treba voditi računa da se radi o procijenjenim vrijednostima koje prvenstveno ovise o vrsti životinja od koje gnoj potječe te tipu gnoja s obzirom na način iznožavanja (tekući, kruti).

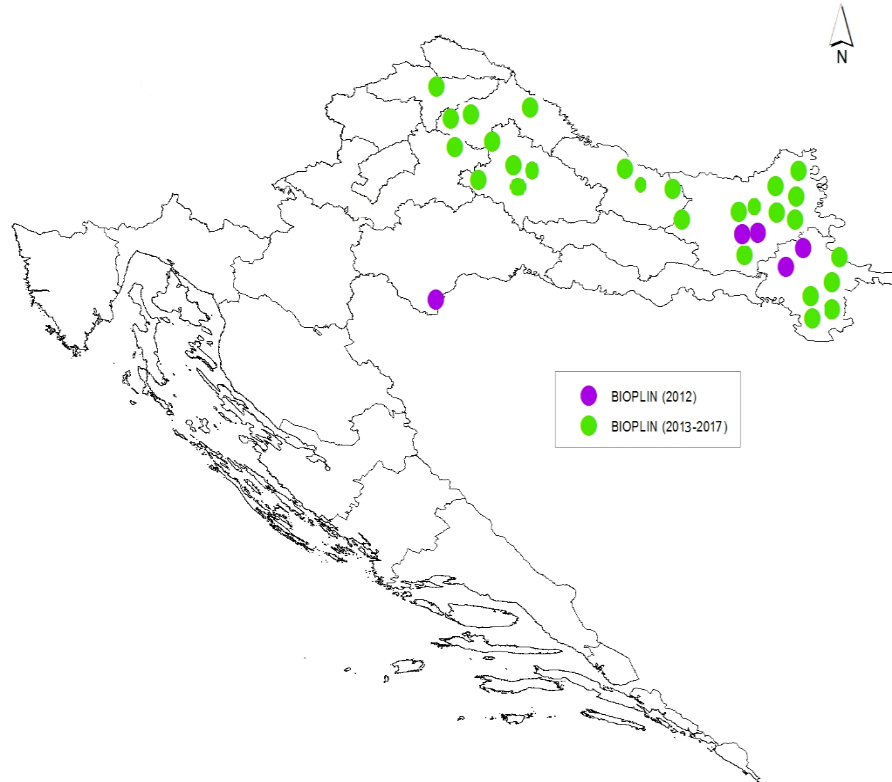


Slika 6-30. Potencijalni broj UG stoke čiji gnoj bi se mogao obraditi u bioplinskim postrojenjima



Slika 6-31. Potencijalna količina N org. koja bi se mogla obraditi u bioplinskim postrojenjima

Prostorni raspored bioplinskih postrojenja (slika 6-32.) pokazuje da se ona nalaze u područjima intenzivne stočarske proizvodnje, odnosno uz velike farme goveda i svinja, uz najveću koncentraciju na području istočne Hrvatske, a u novije vrijeme u središnjoj i sjeverno-zapadnoj regiji.



Slika 6-32. Prostorni raspored bioplinskih postrojenja u R. Hrvatskoj (HROTE, 2018)

Iako bi se potencijalno u bioplinskim postrojenjima moglo obraditi oko 8,5% ukupno proizvedenog N org., ne očekuje se potpuno iskorištenje njegova potencijala. Značaj bioplinskih postrojenja je prvenstveno u zbrinjavanju i obradi stajskog gnoja iz velikih proizvodnih sustava čime se smanjuje pritisak na poljoprivredne površine u njihovoj neposrednoj okolini.

6.4 Zaključci

Stočarsku proizvodnju u Republici Hrvatskoj je u 2017. karakterizirao mali broj životinja po jedinici korištenog poljoprivrednog zemljišta (0,4 UG_{EC}/ha) koje su raspršene na velikom broju farmi. Više od 85% svih farmi je imalo <5 UG stoke, a njih čak 95% <20 UG. Broj malih i srednjih farmi se u razdoblju 2012.-2017. smanjio dok se broj srednje velikih i velikih povećao. Također, iako se broj goveda smanjio, njihov udio je bio >50% od ukupnog broja stoke izraženih kao UG, uz proizvodnju >65% ukupne količine gnoja u Republici Hrvatskoj. Zajedno sa svinjama goveda su izlučila u 2017. >55% ukupno proizvedene količine N org.

S količinom N org. od 23,8 kg/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta stočarska proizvodnja ne predstavlja značajniji izvor pritiska na vode u Republici Hrvatskoj. Izuzetak mogu biti područja s velikom koncentracijom stoke i u blizini velikih farmi na koje se češće i u većim količinama iznosi stajski gnoj.

Biopliniska postrojenja koja koriste velike količine stajskog gnoja kao supstrata za svoj rad i smještene su u blizini velikih farmi, potencijalno doprinose smanjenju pritiska na okolne poljoprivredne površine. 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.

6.5 Literatura

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

DZS (2002. - 2018.): Broj stoke i peradi, Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Zagreb.

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

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

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. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:329:0001:0028>

- EUROSTAT (2016): Agri-environmental indicator - livestock patterns.
<https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/>
- IPCC (2006): Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; Chapter 10: Emissions from livestock and manure management
- 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.
- NN (2017): II. Akcijski program zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla, Narodne novine 60/2017.
- Posavi, M. (2002). Procjena utjecaja stočarske proizvodnje. 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.
- Salajpal, K., Vnučec, I., Konjačić, M. (2014). Analiza opterećenja površinskih i podzemnih voda iz stočarske proizvodnje. U: 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. *Utjecaj poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj*. Zagreb, 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

7. MONITORING KAKVOĆE POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA U REPUBLICI HRVATSKOJ PREMA ZAHTJEVIMA NITRATNE DIREKTIVE U RAZDOBLJU 2014.-2017.

Autori:

Prof. dr. sc. Davor Romić, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za melioracije

Dr. sc. Željka Brkić, Hrvatski geološki institut, Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju

7.1 Uvod

S ciljem smanjenja onečišćenja voda uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla i sprječavanja daljnjeg onečišćenja, Europska komisija je 1991. izdala Direktivu o zaštiti voda od onečišćenja koje uzrokuju nitrati poljoprivrednog podrijetla (91/676/EEZ), poznatijom pod nazivom Nitratna direktiva. Prema Nitratnoj direktivi, svaka zemlja članica EU mora na svom teritoriju odrediti ranjiva područja s obzirom na koncentracije nitrata u vodama čije je podrijetlo vezano za poljoprivrednu djelatnost. U skladu s Nitratnom direktivom, ranjiva područja su sva ona unutar kojih je utvrđeno da:

(a) površinske vode, posebice one koje se koriste ili su namijenjene zahvatu vode za piće, sadrže ili bi mogle sadržavati veću koncentraciju nitrata od one utvrđene u skladu s Direktivom o kakvoći potrebne površinske vode namijenjene za zahvaćanje pitke vode (75/440/EEZ), ako se ne poduzmu radnje iz članka 5 Nitratne direktive,

(b) podzemne vode sadrže više od 50 mg/L nitrata ili bi mogle sadržavati više od 50 mg/L nitrata, ako se ne poduzmu radnje iz članka 5 Nitratne direktive, te

(c) prirodna slatkovodna jezera, ostale slatke vode, estuariji, obalne i morske vode su eutrofna ili bi u skoroj budućnosti mogla postati eutrofna, ako se ne poduzmu radnje iz članka 5 Nitratne direktive.

Prema članku 5 Nitratne direktive države članice moraju donijeti akcijski program u vezi s proglašenjem ranjivih područja i kao takve ih primjenjivati. Akcijski programi sadrže mjere

provođenja dobre poljoprivredne prakse, te druge mjere i pojačane radnje koje smatraju potrebnim. Učinkovitost tih mjera se ocjenjuje na temelju praćenja (monitoringa) koncentracija nitrata u vodama na odabranim mjernim točkama (lokacijama monitoringa), na kojima se može utvrditi razina onečišćenja voda nitratima poljoprivrednog podrijetla. U skladu s navedenim, 2012. je donesena Odluka o određivanju ranjivih područja u Republici Hrvatskoj (NN, 130/12). Ranjiva područja su određena na vodnom području rijeke Dunav i jadranskom vodnom području, a na njima je potrebno provoditi pojačane mjere zaštite voda od onečišćenja nitratima iz poljoprivrede. S ciljem detaljnije ocjene utjecaja poljoprivredne djelatnosti na vode, 2014. je izrađena studija *Utjecaj poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj* (SAGRA 1), u okviru koje su predložene 220 lokacija (181 postojeća) monitoringa površinskih voda na kojima bi se trebala pratiti razina onečišćenja voda nitratima poljoprivrednog podrijetla.

Za provedbu monitoringa voda na nacionalnoj razini nadležne su Hrvatske vode. U sustav nacionalnog motrenja podzemnih voda uključene su različite vodne pojave i objekti. Na području sjeverne, panonske Hrvatske, stanje kakvoće podzemnih voda uglavnom se provodi uzorkovanjem vode iz vodnih objekata (uglavnom iz piezometara i manjim dijelom iz zdenaca). U krškom dijelu Hrvatske praćenje kakvoće podzemnih voda uglavnom se provodi na mjestima istjecanja podzemnih voda (izvori).

Za potrebe praćenja utjecaja poljoprivredne djelatnosti na podzemne vode, u SAGRA 1 projektu predloženo je 243 lokacija, od čega su se 92. lokacije odnosile na postojeće stanice, a 151 na nove lokacije na području sjeverne Hrvatske, te u krškim poljima i dolinama u krškom dijelu Hrvatske. Na ovim područjima je poljoprivredna proizvodnja najintenzivnija. Predložena je izvedba 140 razmjerno plitkih opažачkih bušotina, dubine do 20 metara. Osim njih je predloženo i nešto postojećih bušotina te jedan izvor. Predviđeno je da se mjerenja provode 4 puta godišnje.

7.2 Praćenje stanja kakvoće površinskih voda u razdoblju 2014.-2017.

U razdoblju 2014.-2017., praćenje koncentracije nitrata u površinskim vodama u skladu s Nitratnom direktivom provodilo se na 157 lokacija. Iz mreže monitoringa površinskih voda izbačeni su izvori i prebačeni u mrežu motrenja podzemnih voda. Nekolicina postojećih stanica je ukinuta. Motrenje površinskih voda uspostavljeno je na 53 nove lokacije, a čija ocjena prihvatljivosti je prikazana u tablici 7-1.

Tablica 7-1. Prihvatljivost novih lokacija površinskih voda za praćenje koncentracija nitrata poljoprivrednog podrijetla

ID POSTAJE	NAZIV POSTAJE	ŠIFRA POSTAJE	OCJENA PRIHVATLJIVOSTI
698	Sava, nizvodno od Županje	10101	nije predložena u SAGRA 1; NIJE PRIHVATLJIVO
3319	Starča, D. Bogičevci	10443	PRIHVATLJIVO
2127	Rešetarica, Vrbje	10502	uzvodno od predložene lokacije u SAGRA 1 (FID 23); PRIHVATLJIVO
3454	Mrsunja, Slavonski Brod	10704	malo nizvodnije od predložene lokacije u SAGRA 1 (FID 31); PRIHVATLJIVO
614	Bosut, most na cesti Rokovci-Andrijaševci	12003	NIJE PRIHVATLJIVO
3229	Akumulacija Jošava	12513	znatno nizvodnije od predložene lokacije u SAGRA 1; NIJE PRIHVATLJIVO
1440	Orljava, Kuzmica	13007	NIJE PRIHVATLJIVA zamjena za 13003
3268	Kanal Miroševa, Dubočac	13010	crpna stanica; nije predložen u SAGRA 1; PRIHVATLJIVO
3451	Kanal Crnac, prije crpne stanice Davor	13011	PRIHVATLJIVO
2637	Veličanka, Novi Mihaljevci	13503	uzvodno od predložene lokacije u SAGRA; PRIHVATLJIVO
725	Ilova, most na cesti Tomašica - Sokolovac	15223	NIJE PRIHVATLJIVO
2686	Bijela Rijeka, cesta Gaj - Parmakovac	15250	NIJE PRIHVATLJIVO

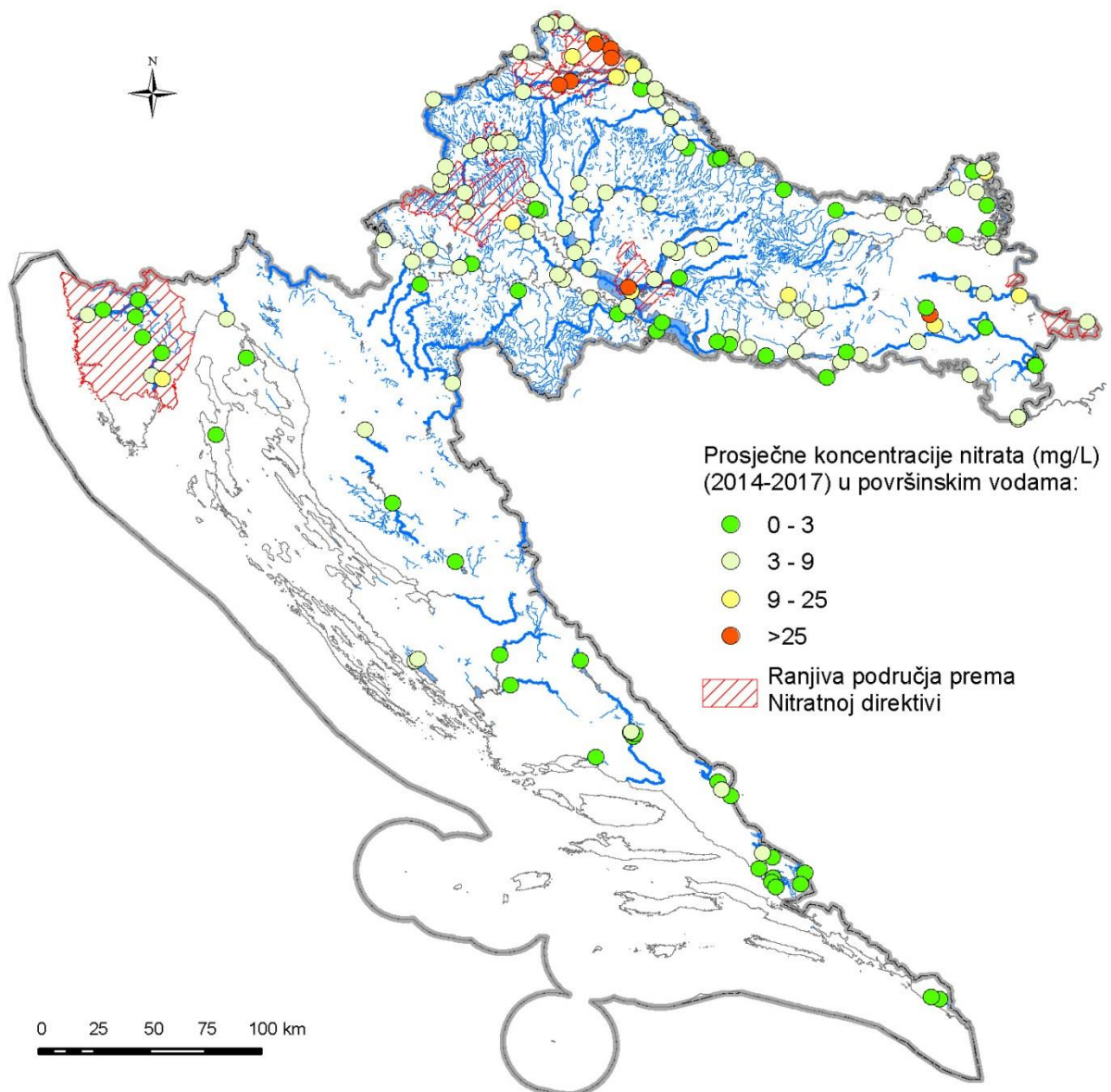
3450	Česma, St. Ploščica	15349	između dvije predložene lokacije u SAGRA 1; PRIHVATLJIVO
733	Glogovnica, Koritna	15374	uzvodno od predložene lokacije u SAGRA 1; NIJE PRIHVATLJIVO
2705	Križ, Novoselec	15451	PRIHVATLJIVO
3449	Kanal Lonja-Strug, Mahovo	15477	PRIHVATLJIVO (alternativa za crpnu stanicu)
818	O.K. Lonja - Strug (Trebež), ustava Trebež	15483	NIJE PRIHVATLJIVO
2696	Martinec, Bedekovčina	17703	nije predložena u SAGRA 1; NIJE PRIHVATLJIVO
2697	Pinja, Selnica	17704	nije predložena u SAGRA 1; NIJE PRIHVATLJIVO
2692	Žitomirka, Špoljari	17705	nije predložena u SAGRA 1; NIJE PRIHVATLJIVO
1417	Baranjska Karašica, Batina	21000	PRIHVATLJIVO
2037	Karašica, cesta Crnac - Krčenik	21019	NIJE PRIHVATLJIVO
2040	Čarna (G.D.K. za C.S. Zlatna Greda), Čarna - Zlatna Greda	21022	PRIHVATLJIVO
771	Kanal Karašica, Popovac	21025	NIJE PRIHVATLJIVO
2042	Vuka, Ada	21028	nizvodnije od predložene lokacije u SAGRA 1; PRIHVATLJIVO
2046	Vuka, Vukovar	21031	nizvodnije od predložene lokacije u SAGRA 1; PRIHVATLJIVO
2646	Bistra, jugozapadno od Darde	21038	PRIHVATLJIVO
2725	Sirova Katalena, cesta Đurđevac – Kloštar Podravski	21122	malo nizvodnije od predložene lokacije u SAGRA 1; PRIHVATLJIVO
2719	Vratnec, Mišnji kut	21124	nije predložena u SAGRA 1; NIJE PRIHVATLJIVO
3453	Segovina, Đelekovec	21126	nije predložena u SAGRA 1; NIJE PRIHVATLJIVO
3455	Lateralni kanal u Baranji, cesta Suza-Mirkovac	21127	PRIHVATLJIVO
3359	Trnava, uzvodno od Lateralnog kanala	21140	PRIHVATLJIVO
2661	Topoljski Dunavac, Topolje	21211	PRIHVATLJIVO
3296	Obuhvatni Đurđevac, Đurđevac	21216	malo nizvodnije od predložene lokacije u SAGRA 1 (FID 16); PRIHVATLJIVO

2648	Vučica, most na cesti Staro Petrovo Polje - Zokov Gaj	21314	uzvodnije od predložene lokacije u SAGRA 1; PRIHVATLJIVO
3347	Zelena, Trnovec	22003	nije predložena u SAGRA 1; NIJE PRIHVATLJIVO
2026	Obuhvatni kanal Krapanj, most u naselju Raša	31025	nije predložena u SAGRA 1; NIJE PRIHVATLJIVO
3477	Brkljača, nakon Crpne stanice - Vedrine (Velika Ruda)	40132	malo nizvodnije od predložene lokacije u SAGRA 1 (alternativa za crpnu stanicu); PRIHVATLJIVO
2154	Gornji kanal, prtok Cetine kod Trilja	40142	PRIHVATLJIVO
2155	Donji kanal, prtok Cetine kod Trilja	40143	PRIHVATLJIVO
2156	Crepina (delta Neretve), nakon spajanja sa sabirnim kanalom	40160	PRIHVATLJIVO
2157	Mala Neretva, Pižinovac	40161	malo nizvodnije od predložene lokacije u SAGRA 1 (crpna stanica); PRIHVATLJIVO
2151	Lateralni kanal prije utoka u Vransko jezero	40317	nije predložena u SAGRA 1; PRIHVATLJIVO
923	Čikola, nizvodno od Drniša	40424	ne može zamijeniti lokaciju iz SAGRA 1 koja je predložena uzvodno; NIJE PRIHVATLJIVO
2137	Vrljika (Matica), nizvodno od Runovića	40500	predložen u SAGRA 1
2125	prtok Vrljike kod Todorića	40503	PRIHVATLJIVO
2147	Matica, Crni vir	40506	uzvodnije od predložene lokacije u SAGRA 1; PRIHVATLJIVO
1066	Bačinska jezera, jezero Crniševo	40520	PRIHVATLJIVO
2058	Kopačica, nizvodno od Gruda (Konavočica)	40704	PRIHVATLJIVO
3273	Kopačica	40705	PRIHVATLJIVO
1025	potok Črnc V, uz autocestu	51172	PRIHVATLJIVO
2141	Črnc kanal prije Rugvice, na cesti Dugo Selo - Rugvica	51173	NIJE PRIHVATLJIVO

Prosječne koncentracije nitrata u površinskim vodama na lokacijama praćenja za potrebe provedbe Nitrata direktive u razdoblju 2014.2017. rijetko su prelazile 25 mg/l (slika 7-1.). Koncentracije nitrata iznad 25 mg/l utvrđene su u ranjivom području Međimurja (vodotok Trnava i kanali), u vodotocima Plitvica i Zbel kod Varaždina, na jednoj lokaciji u istočnoj Slavoniji (vodotok Jošava kod Đakova), i

jednoj lokaciji kod Kutine (vodotok Kutinica). Međutim, za razliku od svih drugih navedenih lokacija, lokacija na vodotoku Kutinica nije primjerena za praćenje nitrata poljoprivrednog podrijetla, budući da ona nije pod utjecajem poljoprivredne djelatnosti već grada Kutine i prateće industrije, kao što je detaljno obrazloženo u studiji SAGRA 1 (2014.).

Za koncentracije nitrata u površinskim vodama (slika 7-1.), općenito se može reći da su više koncentracije utvrđene u sjevernom dijelu Hrvatske gdje je poljoprivredna proizvodnja najintenzivnija. Međutim, prosječne koncentracije više od 25 mg/l razmjerno su rijetko zabilježene u razdoblju 2014.-2017.



Slika 7-1. Prosječne koncentracije nitrata u površinskim vodama na lokacijama monitoringa za potrebe provedbe Nitratne direktive u razdoblju 2014.-2017.

7.3 Praćenje stanja kakvoće podzemnih voda u razdoblju 2014.-2017.

U razdoblju 2014.-2017., praćenje koncentracije nitrata poljoprivrednog podrijetla u podzemnim vodama je provedeno na 122 lokacije, od kojih se 88 lokacija nalazilo unutar ranjivih područja, a 106 na područjima gdje je poljoprivredna djelatnost intenzivna (potencijalno ranjiva područja). Međutim, u analiziranom razdoblju u funkciju monitoringa nije uključen niti jedan novi piezometar na lokacijama koje su predložene u projektu SAGRA, 2014, već se praćenje koncentracija nitrata provodilo na većem broju postojećih piezometara. Primjerice, na širem području grada Zagreba, koje je proglašeno ranjivim područjem na nitrata iz poljoprivrede, praćenje koncentracija nitrata u skladu s Nitratnom direktivom provodilo se na čak 135 piezometara i četiri izvora od kojih su 3 na padinama Medvednice (izvori Blaguša, Šimunčevac i Prekvršje), dok je četvrti izvor Ašperger, na Vukomeračkim goricama, zapadno od Kupinečkog Kraljevca. U projektu SAGRA, 2014 navedeni izvori nisu predloženi kao lokacije na kojima bi se trebao provoditi monitoring za potrebe provedbe Nitratne direktive. U sustav monitoringa vjerojatno su uključeni jer se nalaze na proglašenom ranjivom području. Primjerice, izvor Ašperger se nalazi unutar obradivog poljoprivrednog zemljišta, no poljoprivredna djelatnost u njegovom slivnom području nije široko rasprostranjena o čemu svjedoče i koncentracije nitrata u izvorskoj vodi. Mjerenja su se provodila tri puta u 2016. i dva puta u 2017., a svaki put su koncentracije nitrata bile <1 mg/l. Prosječna koncentracija nitrata u razdoblju 2016.-2017. na izvorima Šimunčevac i Blaguša je iznosila 4.4 mg/l, a na izvoru Prekvršje 15.7 mg/l. S obzirom na to da na slivnom području ovog potonjeg izvora nema poljoprivrednih površina, podrijetlo nitrata vjerojatno nije iz poljoprivredne djelatnosti.

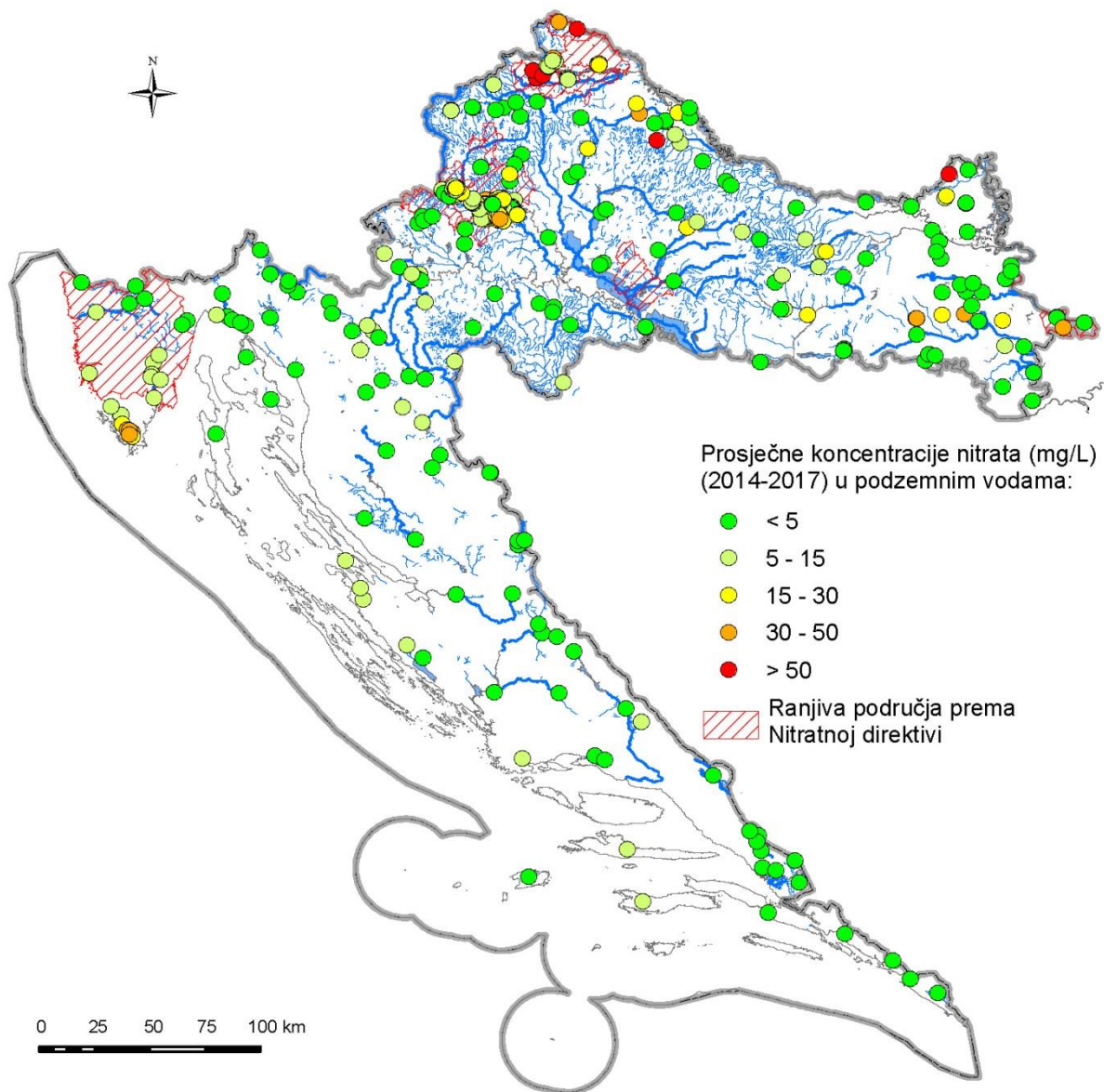
U projektu SAGRA, 2014. na području grada Zagreba, u dolini rijeke Save, je predloženo 13 lokacija piezometra za praćenje utjecaja poljoprivredne djelatnosti na podzemne vode. Kod odabira lokacija vodilo se računa da se izbjegne utjecaj ostalih izvora nitrata (npr. komunalne otpadne vode). Na tim lokacijama prosječne koncentracije nitrata u razdoblju 2014.-2017. nisu prelazile 25 mg/l. Općenito se može zaključiti da na ovom području koncentracije nitrata u podzemnoj vodi nisu prelazile 50 mg/l, a koncentracije nitrata >30 mg/l zabilježene su samo na lokacijama piezometara na gradskim crpilištima na lijevoj obali rijeke Save gdje poljoprivredne djelatnosti nema (slika 7-2.).

Više od 50 mg nitrata/l u podzemnoj vodi nije zabilježeno ni na lokacijama ranjivog područja u Istri (slika 7-2.). Povećane koncentracije nitrata u podzemnoj vodi već duži niz godina bilježe se u južnoj Istri, no ni njihove prosječne vrijednosti ne prelaze 50 mg/l (slika 7-2.).

Koncentracije nitrata >50 mg/l utvrđene su na nekolicini lokacija piezometara ranjivog područja u Međimurju i kod Varaždina (slika 7-2.). U području sliva rijeke Drave, na još dvije lokacije su izmjerene koncentracije nitrata >50 mg/l (slika 7-2.). Jedna lokacija se nalazi kod Miholjaneca (kod Virja) no nije okružena poljoprivrednim površinama, a druga se nalazi u Baranji (bunar Kneževo), blizu državne granice s Mađarskom i okružena je poljoprivrednim površinama.

Na ranjivom području kod Kutine praćenje koncentracija nitrata u podzemnim vodama se ne provodi (slika 7-2.). U projektu SAGRA, 2014. predložene su dvije lokacije za praćenje koncentracija nitrata u podzemnim vodama, međutim one još nisu uključene u monitoring.

Na ranjivom području između Lovasa i Iloka, motrenje podzemnih voda provodilo se na tri lokacije, od kojih je u projektu SAGRA, 2014. samo jedna (Bapska) bila predložena za motrenje koncentracija nitrata poljoprivrednog podrijetla. Dva nova piezometra na dvije nove lokacije također su bila predložena ali još nisu u funkciji monitoringa. Prosječna koncentracija nitrata u razdoblju 2014.-2017. u Bapskoj je iznosila 34,5 mg/l, međutim, budući da se ova lokacija nalazi nizvodno od naselja, ne može se isključiti utjecaj komunalnih otpadnih voda na povećan sadržaj nitrata. Podaci iz nova dva predložena piezometra (SAGRA, 2014), a koji još uvijek nisu izvedeni i u funkciji, zasigurno bi doprinijeli boljem tumačenju kakvoće podzemne vode i porijeklu nitrata u podzemnim vodama na ovom ranjivom području.



Slika 7-2. Prosječne koncentracije nitrata u podzemnim vodama u okviru nacionalnog monitoringa (lokacije uključene u nadzorni i operativni monitoring prema zahtjevima Okvirne direktive o vodama, te monitoring prema zahtjevima Nitratne direktive) u razdoblju 2014.-2017.

U projektu SAGRA, 2014. predloženo je motrenje izvora Klokun i Modro u južnoj Dalmaciji, te zdenca Studenac u Blatskom polju na Korčuli i zdenca Jadreški kod Pule. S obzirom da su ove lokacije pod utjecajem poljoprivredne djelatnosti predlažemo da se ove lokacije uvrste u lokacije potencijalno ranjiva područja.

7.4 Popis literature

Direktiva 2000/60/ec Europskog Parlamenta i Vijeća kojom se uspostavlja okvir za djelovanje zajednice na području politike voda, od 23. listopada 2000 (okvirna direktiva EU o vodama)

Direktiva Vijeća od 12. prosinca 1991. O zaštiti voda od onečišćenja koje uzrokuju nitrati poljoprivrednog podrijetla (91/676/EEZ)

Odluka o određivanju ranjivih područja u Republici Hrvatskoj (NN, 130/12).

Romić D., Husnjak S., Mesić M., Salajpal K., Barić K., Poljak M., Romić M., Konjačić M., Vnućec 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 1). Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb s pripadajućim referencama.

Zakon o poljoprivredi (NN 118/18).

8. MODEL ODREĐIVANJA PRIORITETNIH PODRUČJA (LOKACIJA) ZA USPOSTAVU MONITORINGA PODZEMNIH VODA ZA POTREBE PROVEDBE NITRATNE DIREKTIVE

Autori:

Dr.sc. Marina Bubalo Kovačić, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za melioracije

Dr.sc. Helena Bakić Begić, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za melioracije

8.1 Uvod

Poboljšanje kvalitete vodnih resursa Europe visoko je na popisu prioriteta Europske unije (EU) još od kraja sedamdesetih godina prošlog stoljeća, kad su doneseni prvi posebni zakonski instrumenti u području zaštite voda. Europska unija je 2000. donijela i *Okvirnu direktivu o vodama* (Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy) radi uspostave pravnog okvira za zaštitu i obnovu vodnih tijela diljem Europe i osiguranja dugoročno održivog korištenja voda. Glavni instrumenti kojima se države članice EU koriste za provedbu vodne politike su planovi za upravljanje riječnim slivovima i programi mjera pa je provedba kontinuiranog monitoringa površinskih i podzemnih voda jedan od nužnih koraka u realizaciji istih.

Jedna od najranijih EU legislativa koja za cilj ima kontrolu onečišćenja i poboljšanje kvalitete vode je *Nitratna direktiva* iz 1991. (91/676/EEC). Iako je dušik hranjivo potrebno za rast i razvoj biljaka, visoke koncentracije u bilo kojem segmentu sustava biljka-tlo-voda štetne su i za ljude i za prirodu. Dušik u organskim i mineralnim gnojivima koja se primjenjuju u poljoprivredi predstavlja jedan od glavnih izvora onečišćenja vode u EU, a prema EU (2010) se smatra da je poljoprivreda izvor više od 50% ukupnog dušika koji se ispušta u površinske vode. Prekomjerna primjena dušika uzrokuje ispiranje

istog kroz tlo u površinske i podzemne vode. Odredbe *Nitratne direktive* definiraju količine i dopušteno razdoblje korištenja gnojiva, način skladištenja gnojiva, primjenu gnojiva u blizini vodenih površina te zaštitu istih. Cilj direktive je da se putem predloženih mjera, kao što je praćenje koncentracije nitrata u vodama, utvrđivanje područja ranjivih na nitrata iz poljoprivrednih izvora, donošenje i provođenje akcijskih programa i mjera za smanjenje onečišćenja i kroz poticanje dobre poljoprivredne prakse, smanji i spriječi daljnje onečišćenje voda nitratima, odnosno da se koncentracija nitrata u vodama u EU spusti ispod maksimalne dopuštene koncentracije (MDK) od 50 mg NO₃⁻ l⁻¹ (98/83/EC; WHO, 2004; NN 47/2008).

U izvješću Europske komisije za razdoblje 2004.-2007. utvrđeno je da na 15% lokacija monitoringa kvalitete podzemnih voda u državama članicama EU razina nitrata prelazi MDK od 50 mg l⁻¹, ali je generalna prosječna koncentracija nitrata u podzemnim vodama bila niža od MDK. Trenutno definirana područja ranjiva na nitrata zauzimaju čak 46,7 % ukupne površine EU; neke članice su cijeli teritorij države proglasile ranjivim, ali se većina ipak odlučila za djelomično određivanje ranjivih područja, između ostalih i Republika Hrvatska. Primjerice, 2012. donesena je *Odluka o određivanju ranjivih područja u Republici Hrvatskoj* (NN 130/12) kojom se utvrđuju ranjiva područja na dunavskom i jadranskom slivu, a na kojima je potrebno provesti mjere zaštite voda od onečišćenja nitratima iz poljoprivrede. Prema navedenoj Odluci, oko 10% kopnenog teritorija Republike Hrvatske je označeno kao ranjivo, od čega 2.628 km² unutar dunavskog i 2.454 km² unutar jadranskog sliva. Metodologija korištena pri definiranju postojećih ranjivih područja zasnovana je na metodi preklapanja dostupnih baza podataka: rezultati praćenja kvalitete vode, prirodna ranjivost, hidrogeološka struktura, korištenje zemljišta i bilanca dušika na određenom zemljištu, pri čemu je teško razlučivo koje područje je pod direktnim i isključivim utjecajem poljoprivrede.

8.2 Onečišćenje podzemnih voda izvorima iz poljoprivrede

Podzemne vode su generalno manje podložne antropogenim utjecajima od površinskih voda zbog većeg zadržavanja onečišćivala u sloju tla. Međutim, kad se u podzemnim vodama detektira onečišćenje, zbog velike sposobnosti i dugog razdoblja skladištenja, ono je postojano i teško uklonjivo (Clarke i sur., 1996). Kvaliteta podzemnih voda je pod utjecajem točkastih i raspršenih izvora onečišćenja koji mogu biti prirodnog i antropogenog karaktera. Budući da su izvori onečišćenja

podzemnih voda brojni, 1984. američki ured OTA (Office of Technology Assessment) je definirao 6 klasa glavnih izvora onečišćenja prema djelatnosti za koju su izvorno predviđeni:

- kategorija I – izvori predviđeni za ispuštanje supstanci (eng. *Sources designed to discharge substances*),
- kategorija II – izvori predviđeni za spremanje, tretiranje ili odlaganje supstanci (eng. *Sources designed to store, treat, or dispose of substances*),
- kategorija III – izvori predviđeni da zadrže supstance tijekom transporta (eng. *Sources designed to retain substances during transport or transmission*),
- kategorija IV – izvori koji ispuštaju supstance kao rezultat planske aktivnosti (eng. *Sources discharging substances as a consequence of other planned activities*),
- kategorija V – izvori koji služe kao vodič ili induciraju ispuštanje supstanci promjenom toka (eng. *Sources providing conduit or inducing discharge through altered flow patterns*),
- kategorija VI – prirodni izvori čije je ispuštanje supstanci potaknuto i/ili pogoršano ljudskom aktivnošću (eng. *Naturally occurring sources whose discharge is created or exacerbated by human activity*).

Poljoprivredne aktivnosti koje su izvori onečišćenje podzemnih voda prema prethodno navedenoj klasifikaciji mogu se svrstati u kategoriju IV – izvori koji ispuštaju supstance kao rezultat planske aktivnosti, a to su: primjena navodnjavanja – povratni tok (eng. *return flow*), neprimjerena primjena pesticida i gnojiva, neprikladno skladištenje organskog gnojiva i sl. U Europi poljoprivreda čini više od polovine sveukupnog pritiska dušika na vodne resurse. Kad je riječ samo o antropogenim izvorima dušika, udjel poljoprivrede u pritisku na vodne resurse još je veći, čak 61 % (Boyer i Howarth, 2008). Također, poljoprivreda je najveći pojedinačni izvor pritiska fosforom, koji je uz N, glavni uzročnik eutrofikacije.

Najčešći i najizdašniji izvor hranjivih tvari u poljoprivredi su mineralna i organska gnojiva korištena u poljoprivrednoj proizvodnji. Mineralna gnojiva dobivaju se preradom prirodnih sirovina u industrijskim pogonima, gdje se nastoji pretvoriti teško pristupačne oblike hranjiva u lako pristupačne za biljku (vodotopive) te povećati aktivnu tvar. U mineralnim gnojivima se koriste tri oblika dušika: čisti amonijak ili amonijski spojevi, nitrati i urea, koja u tlu pomoću mikroorganizama prelaze u nitrate, bez obzira u kojem obliku su primijenjena. Mogu se dozirati točnije od organskih jer svako mineralno

gnojivo ima deklaraciju sa količinom aktivne tvari. Gnojiva koja su podložna ispiranju, poput dušičnih, moraju se primijeniti u više obroka (u vidu prihrana).

Organska gnojiva, za razliku od mineralnih, sadrže relativno manje količine aktivne tvari, dok su sva hraniva vezana u organskom obliku te se moraju razgraditi djelovanjem mikroorganizama u tlu u mineralni oblik da ih biljka može lakše primiti. Najčešće se koriste stajski gnoj, kompost i treset te njihove kombinacije. Gubitak hraniva iz stajskog gnoja (ispiranje nitrata i isparavanje amonijaka) se događa kod nepravilnog skladištenja (nakupljen na hrpe na nepravilnoj površini gnojišta) ili kod neravnomjerne primjene na parceli (nakupljen u previsokim količinama na površini uzgajane kulture).

Potencijalna onečišćivala iz poljoprivrede, osim gnojiva, predstavljaju i pesticidi koji su u širokoj primjeni od sredine 20. stoljeća. Međutim, već 20-ak godina nakon uvođenja i njihove široke primjene, uočene su negativne posljedice pesticida na zdravlje ljudi i okoliš općenito. Zbog navedenog, krajem 20. stoljeća počinje „era ekologije“, u kojoj se konvencionalnu poljoprivrednu proizvodnju nastoji zamijeniti integriranom, ekološki prihvatljivijom proizvodnjom (detaljnije u poglavlju 3.) i koja teži uravnoteženju ekonomskih interesa i senzibiliziranju odgovornosti prema okolišu. S obzirom da je primjena pesticida još uvijek glavni način suzbijanja štetnih organizama, pesticidi predstavljaju potencijalni rizik za kontaminaciju voda i okoliša. Iako je utrošena količina određene aktivne tvari pesticida važan pokazatelj za procjenu rizika, treba naglasiti važnu činjenicu da je perzistentnost i ponašanje pesticida u okolišu rezultat interakcije fizikalno-kemijskih svojstava pojedinog pesticida i pedoloških i klimatskih značajki okoliša, a što je detaljnije obrađeno u poglavlju 5.

8.3 Pronos hranjivih tvari u vodne resurse

Hranjive tvari ispuštene u okoliš, bilo iz točkastog ili raspršenog izvora onečišćenja, mogu se transportirati u tekućice površinskim otjecanjem (oborinskih voda ili navodnjavanja), sustavima odvodnje (drenažnih kanala, cijevi) i sl. Do podzemnih voda hraniva se transportiraju infiltracijom i perkolacijom kroz solum tla, a u atmosferu uglavnom isparavanjem.

Unutar svake komponente vodne bilance, koncentracije hranjivih tvari su pod utjecajem fizikalnih čimbenika, kao što su tip tla, geološka obilježja i nagib terena, a i pod utjecajem i bioloških i geokemijskih procesa koji mogu promijeniti kemijski oblik hranjive tvari i/ili utjecati na transfer iz jedne komponente vodne bilance u drugu. Obilježja prirodnog okruženja utječu na intenzitet kojim kemijski, fizikalni i biološki procesi utječu na pronos hranjivih tvari.

Najčešće ljudske aktivnosti i intervencije u okolišu poput navodnjavanja, crpljenja podzemnih voda, izgradnje nepropusnih površina i sustava odvodnje, značajno utječu na pronos hranjivih tvari pa će ti aspekti odrediti koncentracije hranjivih tvari u vodi, čak i u slivovima koji imaju sličan način korištenja zemljišta i intenzitet korištenja gnojiva. Osim toga, sama kemijska svojstva hranjivih tvari su također važna za njihov pronos jer mogu utjecati na mobilnost i trajnost. Pronos hranjivih tvari u podzemne vode ovisi o kemijskim svojstvima hranjivih tvari jer samo otopljeni oblici hraniva mogu biti pronešeni na relativno velikim udaljenostima do podzemne vode. Primjerice, nitrati se lako otapaju i mobilni su u vodenoj otopini, bez značajnijeg vezivanja na čestice tla (Wendland i sur., 2005) pa su zbog toga često dominantna vrsta hranjivih tvari u podzemnoj vodi. S druge strane, fosfor (fosfati) se također često primjenjuje gnojidbom, ali se za razliku od nitrata slabije otapa i relativno čvršće veže na čestice tla i čvrstu fazu vodonosnika.

Pronos hranjivih tvari također ovisi i o geokemijskim uvjetima u vodi koji utječu na postojanost potencijalno štetnih sastojaka. Ako je u vodi prisutan otopljeni kisik (tzv. oksidacijski uvjeti), a sadržaj organske tvari je nizak, koncentracija nitrata je stabilna i dugotrajna. Suprotno tome, ako je otopljeni kisik potrošen (tzv. redukcijski uvjeti), a ima organskog ugljika, nitrati postaju nestabilni i transformiraju se denitrifikacijskim bakterijama u dušik u plinovitom stanju.

Transport hranjivih tvari unutar podzemne vode je teže predvidiv nego pronos u vodotocima, jer je protok podzemnih voda sporiji i složeniji te ovisi i o karakteristikama vodonosnika. Nitrati se općenito kreću relativno sporo kroz tlo i podzemne vode pa često postoji značajan vremenski odmak između same aktivnosti onečišćenja i detekcije onečišćujućih tvari u podzemnim vodama (obično između 1 i 20 godina, ovisno o situaciji). Propusnost i veličina i udio pukotina u vodonosniku kontroliraju protok i procese difuzije i disperzije, zajedno s intenzitetom punjenja vodonosnika. Nitrati će se, dakle, lako procijediti do plitke podzemne vode u dobro dreniranim područjima s visokim koeficijentom infiltracije i propusnim potpovršinskim slojem (Nolan i sur., 1998).

Aluvijalni i plići vodonosnici su zbog prethodno navedenog posebno osjetljivi na onečišćenja nitratima (Burkart i Stoner, 2007), dok su dublji i zatvoreni vodonosnici općenito bolje zaštićeni, ali i površinski ili potpovršinski izdanci zatvorenih vodonosnika mogu omogućiti pronos nitrata prema dubljim slojevima. Kompleksne interakcije između procjednih i plitkih podzemnih voda su karakteristika nizinskih humidnih područja (Burek, 2003; Leiner, 2003; Krause i sur., 2007). Za tok podzemne vode u takvim područjima vrlo važnu ulogu imaju hidrogeološki uvjeti, topografija terena i hidrauličke karakteristike tla (Vidon i Hill, 2004). Obično se u dubokim vodonosnicima bilježe niže koncentracije hranjivih tvari (Katz i Chelette, 2004; Nolan i Hitt, 2006) jer je potrebno dugo vremena da se voda, a s njom i hranjiva, procijede do dubljih slojeva. U tom dugom razdoblju povećava se vjerojatnost da će se hranjive tvari potaknuti na reakcijske procese, a zbog interakcije (miješanja) vodonosnika može se umanjiti negativan efekt područja s više izvora onečišćenja. Ipak, treba imati na umu da su podzemne vode na svim dubinama dio integriranog i međusobno povezanog hidrološkog sustava i podložne su onečišćenjima kako se voda infiltrira s površine. U tom smislu, kontaminacija dubokih vodonosnika u budućnosti može predstavljati ozbiljnu prijetnju jer se ti resursi najčešće koriste za javnu opskrbu vodom, a njihova obnova bi bila skupa i zahtjevna (Dubrovsky i sur., 2010).

Koncentracije nitrata u podzemnim vodama mijenjaju se i sukladno sezonskim i godišnjim hidrološkim uvjetima, odnosno režimu oborina. Pauwels i sur. (2000) su u svojim istraživanjima koncentracije nitrata na različitim dubinama (do 21 m) utvrdili da se s povećanjem količina oborina povećava koncentracija nitrata, što potvrđuju rezultatima Mesića i sur. (2007) na razini Republike Hrvatske. Istim istraživanjima je utvrđeno da kod pojave ekstremnim oborinama dolazi do smanjenja koncentracije nitrata u podzemnoj vodi, što navode i Schmalz i sur. (2009) za područje nizinskih

slivova u Njemačkoj. Povišenje razine podzemne vode u humidnijim područjima također ovisi o režimu oborina, a time i procjeđivanje onečišćenja (Mustać i sur., 2011).

Od ostalih faktora koji kontroliraju pronos hranjivih tvari značajna je i uzgojna praksa. Povećano ispiranje nitrata i otjecanje u površinske vode ili procjeđivanje u podzemnu vodu/ može se pojaviti u poljoprivrednim područjima gdje je solum tla relativno plitak ili ima nizak kapacitet adsorpcije hraniva, a što je često na područjima gdje se dogode promjene u načinu korištenja zemljišta (Mesić i sur., 2002), promjene plodoreda i/ili ako se ukloni prirodni pokrov (Addiscott i sur., 1991). Intenziviranje poljoprivrednih djelatnosti dovelo je do prekomjerne gnojidbe dušikom (N) kako bi se osigurala maksimalna produktivnost usjeva. Problem se javlja kad dodano gnojivo nije primljeno u biljku, a Azam i sur. (1995) navode kako od ukupno dodanog N u tlo 50 % primi biljka, oko 25 % se veže u tlu, a ostatak od 25 % se izgubi ispiranjem, denitrifikacijom i drugim procesima.

8.4 Pojava nitrata u podzemnim vodama

Povećanje koncentracije nitrata u podzemnim vodama u Europi se bilježi od Drugog svjetskog rata s razvojem, modernizacijom i intenziviranjem poljoprivredne proizvodnje (Ledoux i sur., 2007) koja podrazumijeva povećanu primjenu mineralnih dušičnih gnojiva. Posljedično, intenzitet ispiranja nitrata u podzemne vode se postupno povećao, ali značajno povećanje koncentracije nitrata u podzemnim vodama postalo je očigledno u 1970-im godinama (EEA, 1999).

Prosječna koncentracija nitrata u podzemnim vodama u Europi je iznad bazne razine ($<10 \text{ mg NO}_3^- \text{ l}^{-1}$), ali ne prelazi $50 \text{ mg NO}_3^- \text{ l}^{-1}$ (EEA, 1999). Kao što je navedeno od strane EEA (2012), u 54% podzemnih vodnih tijela u Europi koja su imala loš kemijski status, zabilježena je prekomjerna koncentracija nitrata. Nakić i sur. (2001) navode da su nitrati kao posljedica poljoprivredne aktivnosti najčešći antropogeni izvor onečišćenja u područjima vodocrpilišta, ali nitrati u površinske i podzemne vode mogu dolaziti iz različitih izvora: gnojidbe, pročišćavanja otpadnih voda, neadekvatnog skladištenja gnojiva i otpada (Romić i sur., 1997). Ipak, osim prirodnih čimbenika koji utječu na ispiranje nitrata, količina primijenjenog gnojiva značajno utječe na povišene koncentracije u podzemnim vodama, a rezultati istraživanja primjene različitih doza mineralnog N su prikazani u mnogim radovima. Povišene koncentracije nitrata (i P), imaju značajan utjecaj na degradaciju

ekosustava u formi eutrofikacije (EEA, 1999). Eutrofikacija se može javiti kao i posljedica neprilagođenih obroka/intervala navodnjavanja jer se mobilniji oblici biogenih elemenata isperu iz pot/površinskih horizonata tla (Ondrašek, 2015). Prema navodima brojnih istraživanja (WHO, 1999; WHO, 2004; Ward i sur., 2005) povećane koncentracija nitrata u vodi za piće mogu biti uzročnik bolesti kod djece i odraslih (methemoglobinemija, razni tumori).

Prema podacima obrađenim u sklopu projekta *Utjecaj poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj* iz 2014. (SAGRA, 2014), utvrđeno je da se monitoring stanja kakvoće podzemne vode u Republici Hrvatskoj ne provodi ravnomjerno. Najveći broj lokacija nalazi se na širem području grada Zagreba gdje su smještene najveća izvorišta pitke podzemne vode koja se koristi za potrebe javne vodoopskrbe. Na području sjeverne, panonske Hrvatske monitoring kakvoće podzemne vode uglavnom se provodi uzorkovanjem podzemne vode iz piezometara i zdenaca, dok se u krškom dijelu uzorci vode uglavnom prikupljaju na izvorištima ili nešto nizvodnije od njih. U istome je projektu zaključeno da nacionalna mreža monitoringa kakvoće podzemne vode nije pogodna za praćenje utjecaja poljoprivredne proizvodnje. U sjeveroistočnom dijelu Hrvatske (npr. područje istočne Slavonije), gdje je poljoprivredna djelatnost i najrazvijenija, monitoring je uglavnom usmjeren na praćenje kakvoće podzemne vode u razmjerno dubokim vodonosnicima, ali ne i u plićim dijelovima podzemlja gdje utjecaj poljoprivredne djelatnosti može biti najviše izražen. Posredno se taj utjecaj može definirati i preko podataka monitoringa kakvoće vode u drenažnim kanalima, ali monitoring kakvoće vode u drenažnim kanalima nije uključen u nacionalnu mrežu monitoringa voda. Stoga je kao rezultat detaljne analize predloženo uvođenje 151 nove točke (lokacije) monitoringa kakvoće podzemnih voda koje su raspoređene sukladno potencijalnom pritisku iz biljne i stočarske poljoprivredne proizvodnje. Kako se radi o relativno velikom broju lokacija na cijelom teritoriju Republike Hrvatske, jedan od glavnih ciljeva ovoga studije je bio predložiti redosljed prioriteta 151 nove lokacije na kojima će se provoditi monitoring kakvoće podzemnih voda za potrebe Nitratne direktive (detaljnije u nastavku).

8.4.1 Metodologija postavljanja modela za određivanje liste prioriternih lokacija monitoringa podzemnih voda

Pri postavljanju modela za određivanje liste prioriternih lokacija (njih ukupno 151) monitoringa podzemnih voda, za definiranje ulaznih varijabli korištene su sljedeće baze prostornih podataka:

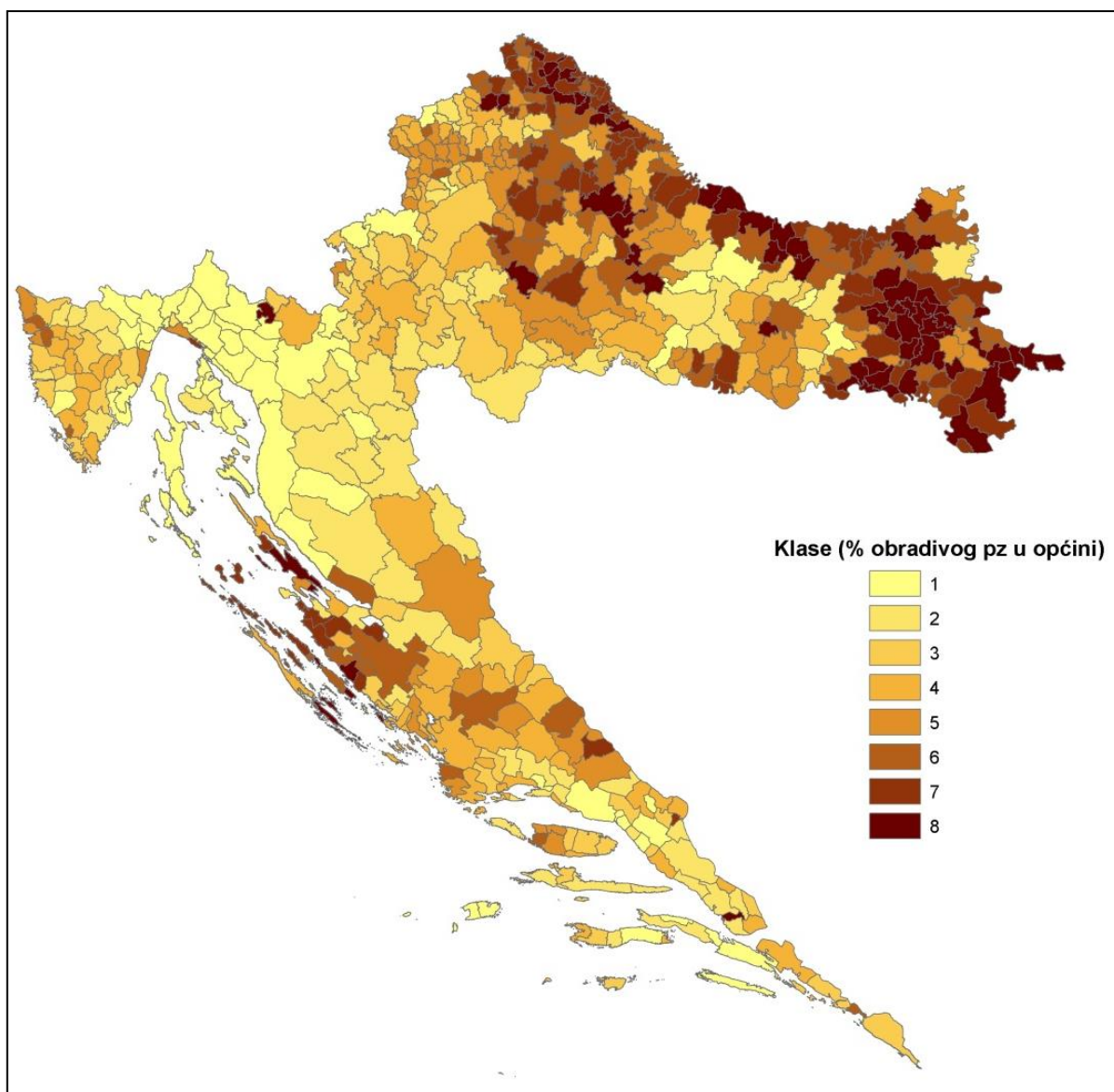
- karta korištenja poljoprivrednog zemljišta s definiranim uzgajanim kulturama i načinom poljoprivredne proizvodnje (konvencionalna i ekološka poljoprivredna proizvodnja),
- karta prirodne ranjivosti vodonosnika,
- karta tipova tala s naglaskom na osjetljivost tala na propuštanje onečišćujućih tvari,
- geopozicionirana lokacija i veličina farmi (broj uvjetnih grla) te
- podaci o prometu i proizvodnji mineralnih gnojiva.

Budući da se radi o različitim oblicima ulaznih podataka (dio podataka je vektorski, tj. točke i poligoni, a dio rasterski), analiza ulaznih varijabli provedena je na razini jedinica lokalne samouprave, odnosno općine.

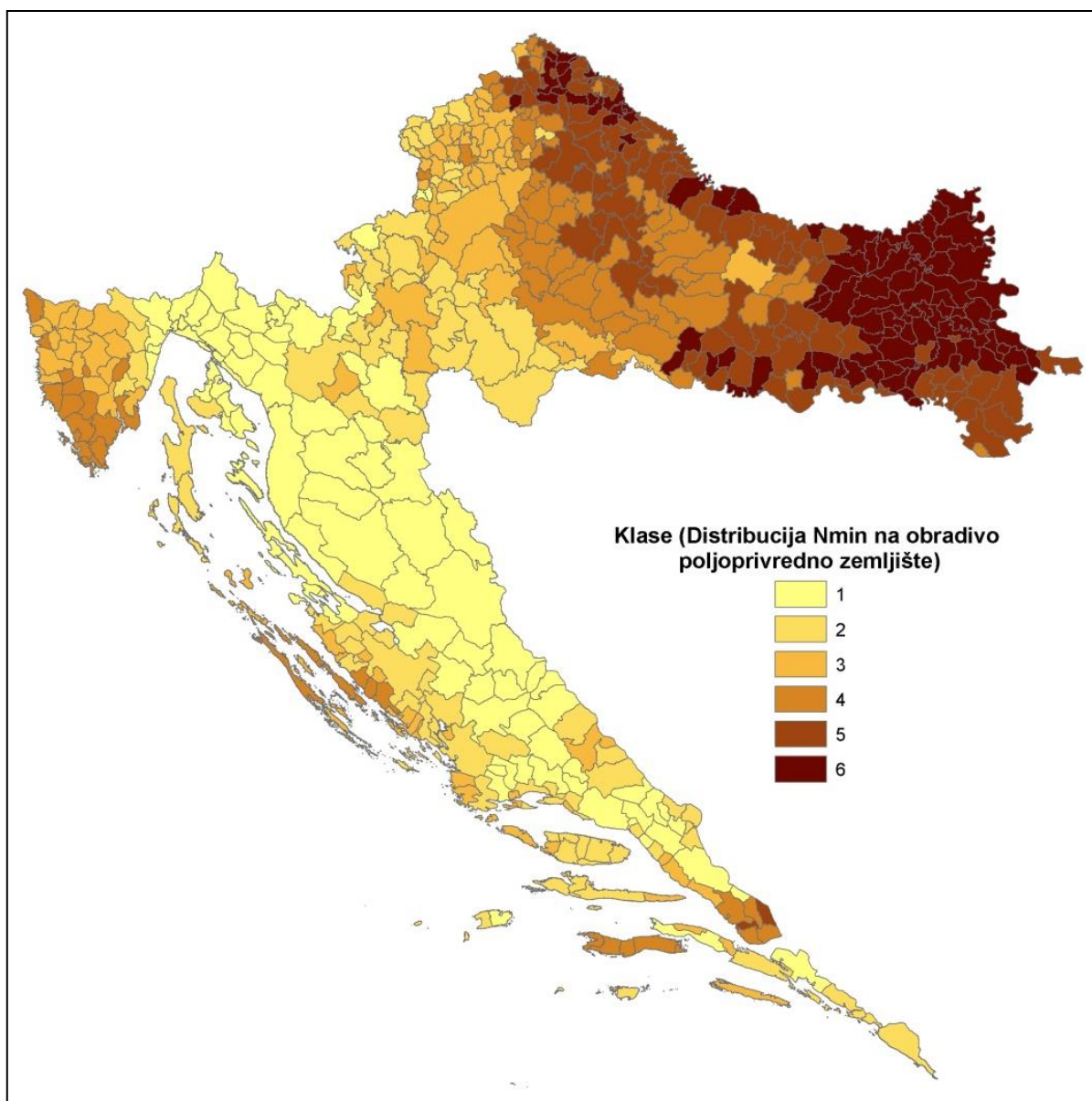
Iz prethodno navedenog, definirani model je sačinjen od sljedećih ulaznih varijabli:

1. način korištenja zemljišta, odnosno postotak obradivog poljoprivrednog zemljišta (pod ekološkom i konvencionalnom proizvodnjom) unutar općine,
2. ukupno dodana količina N min./ha obradivog poljoprivrednog zemljišta (bez površina pod ekološkom poljoprivrednom proizvodnjom) unutar općine,
3. ukupna količina N org./ha obradivog poljoprivrednog zemljišta unutar općine,
4. klasa prirodne ranjivosti vodonosnika (isključivo na obradivom poljoprivrednom zemljištu unutar općine)
5. klasa osjetljivosti tla na propuštanje onečišćivala.

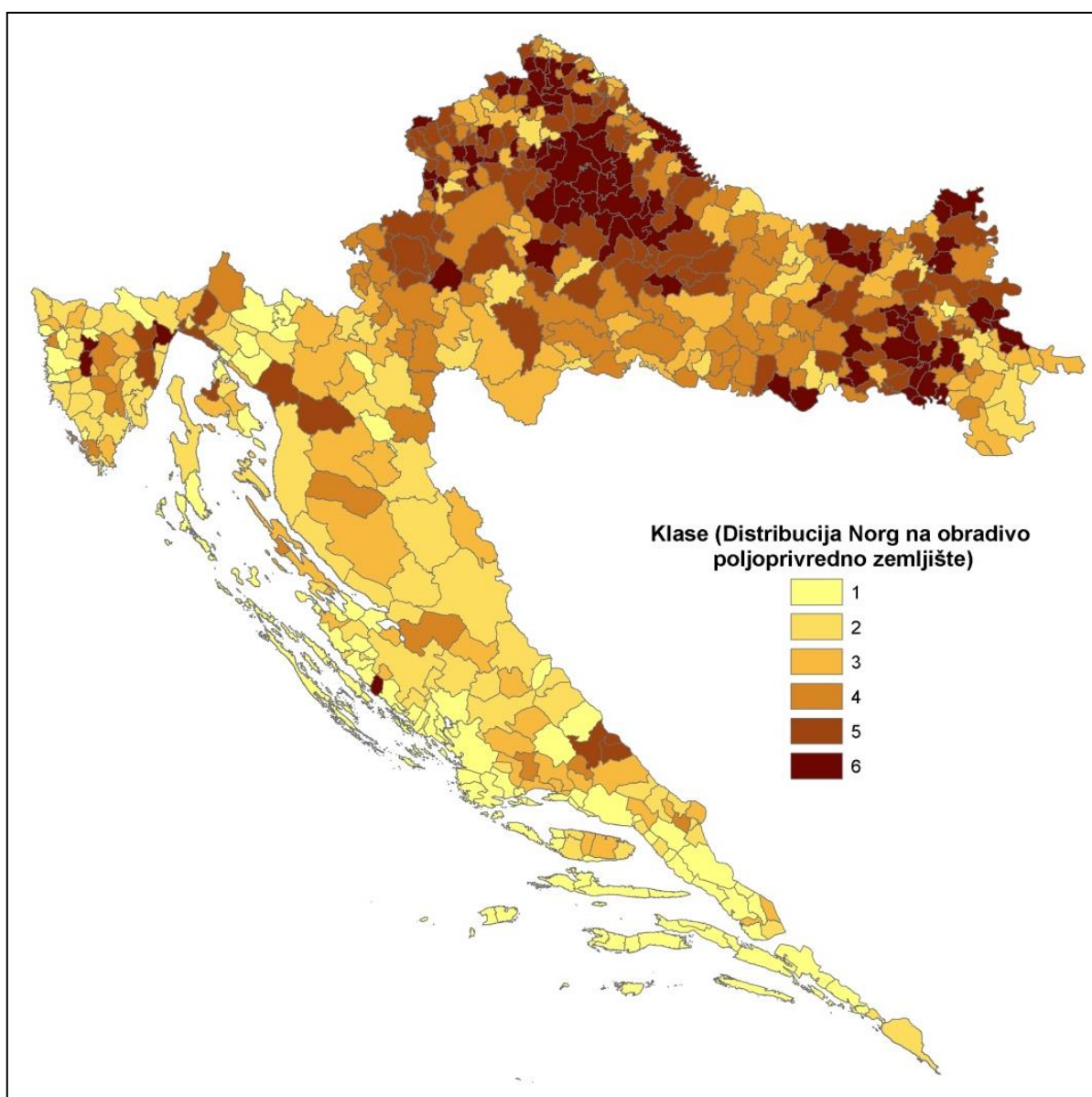
Ulazne varijable kao što su; postotak obradivog poljoprivrednog zemljišta, količina N min./ha i količina N org./ha su proračunate varijable na razini općine i izražene kao brojčana vrijednost (određena klasa) koja je pridružena svakoj pojedinoj općini, a njihova klasifikacija je izvršena statističkom metodom kvantila, što znači da se unutar svake definirane klase nalazio jednak broj općina (slike 8-1. – 8-3.).



Slika 8-1. Klasifikacija distribucije korištenja poljoprivrednog zemljišta po jedinicama lokalne samouprave (općinama) u 2017.



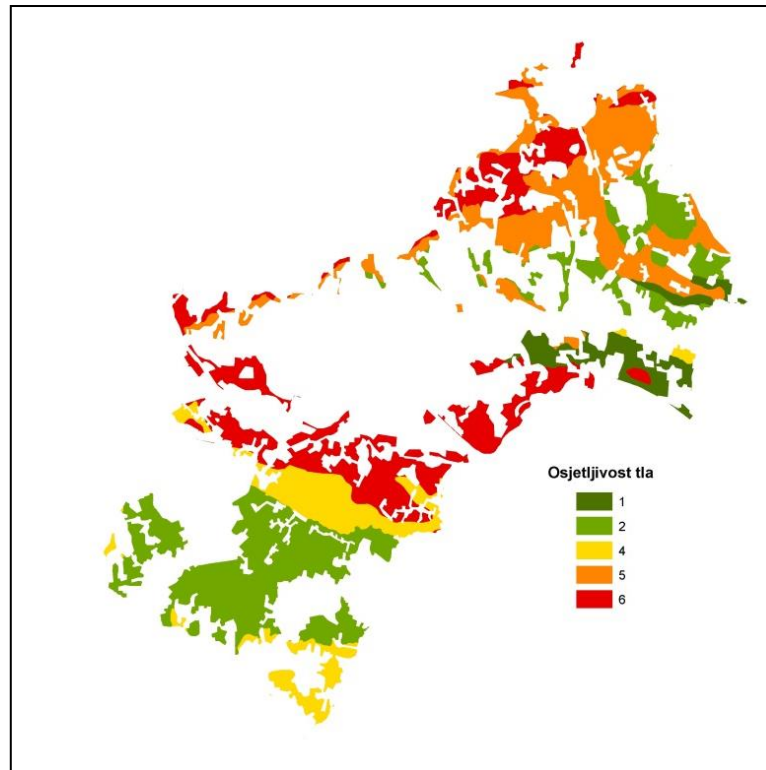
Slika 8-2. Klasifikacija distribucije gnojidbe (N min./ha obradivog poljoprivrednog zemljišta, ali bez površina pod ekološkom poljoprivrednom proizvodnjom) po jedinicama lokalne samouprave (općinama) u 2017.



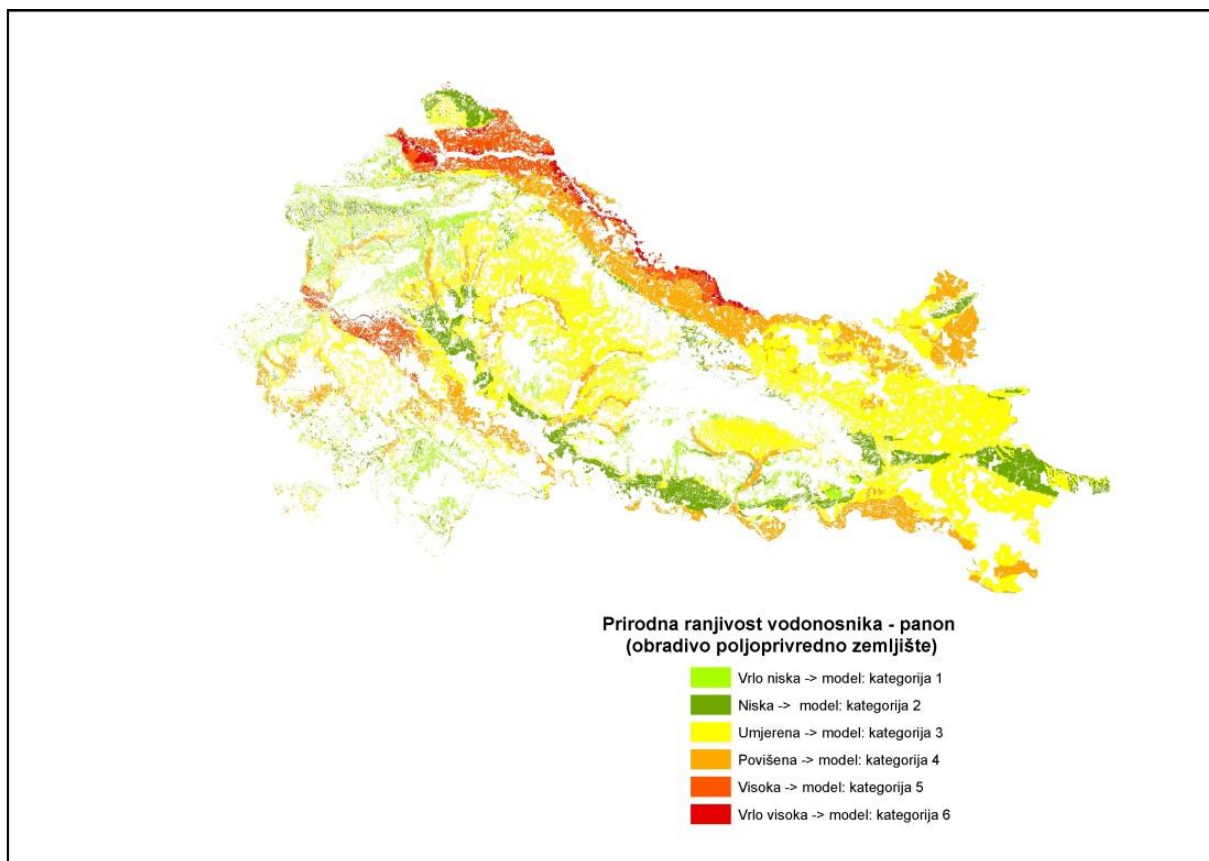
Slika 8-3. Klasifikacija distribucije gnojidbe (N org./ha obradivog poljoprivrednog zemljišta) po jedinicama lokalne samouprave (općinama) u 2017.

S druge strane, klasifikacija distribucije prirodne ranjivosti vodonosnika i osjetljivosti tla na propuštanje onečišćujućih tvari nije jednoznačna na području cijele općine. Za varijablu osjetljivost tla na propuštanje onečišćivala, izvršena je prostorna analiza kojom je definiran postotak dominantne klase osjetljivosti, odnosno razred one klase koja zauzima najveću površinu unutar ukupnog poljoprivrednog zemljišta (bez nepoljoprivrednog zemljišta kao što su šume, vodotoci, urbane zone i sl.) cijele općine (slika 8-4.), uz zadržavanje izvorne klasifikacije.

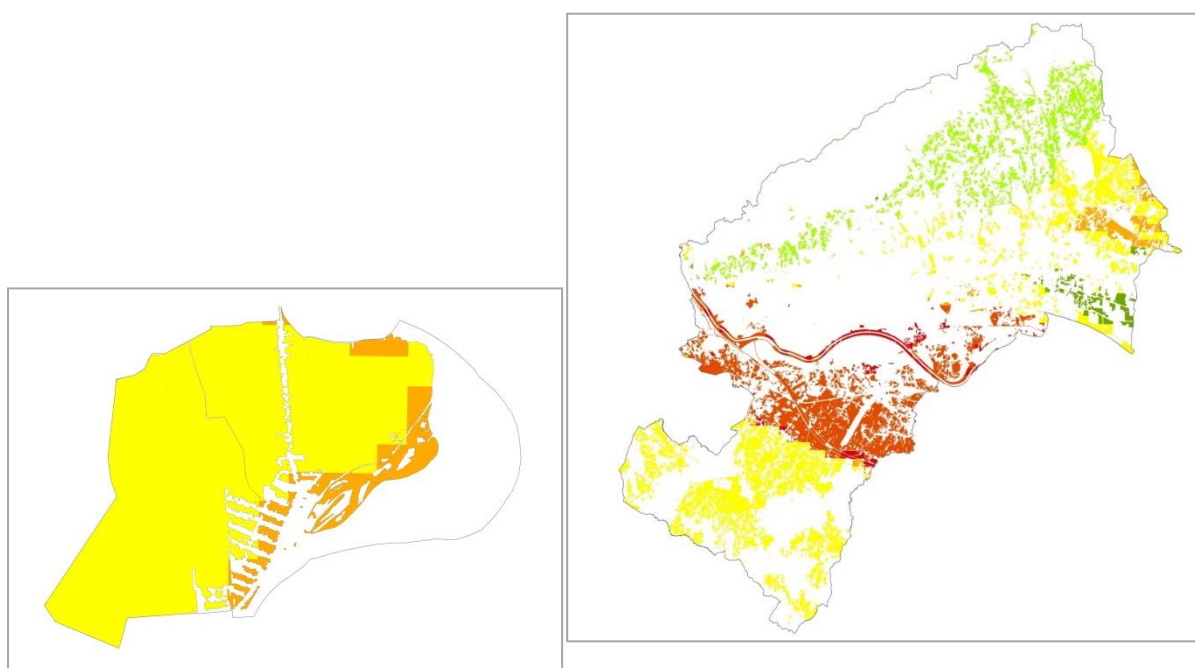
Za varijablu prirodne ranjivosti vodonosnika izvršeno je preklapanje s kartom korištenja poljoprivrednog zemljišta, te je iz daljnje analize kao i kod prethodne varijable, isključeno nepoljoprivredno zemljište unutar općine (slika 8-5.), a zatim je definiran postotak dominantne klase ranjivosti i dodijeljen je cijeloj općini (slika 8-6. a) i b)), uz zadržavanje izvorne klasifikacije.



Slika 8-4. Prikaz isječka karte osjetljivosti tla na propuštanje onečišćivala za općinu grad Zagreb



Slika 8-5. Karta prirodne ranjivosti vodonosnika za područje Panonske Hrvatske na obradivom poljoprivrednom zemljištu



Slika 8-6. a) Vizualna interpretacija dominantne klase ranjivosti vodonosnika – primjer općina Borovo, b) Interpretacija dominantne klase ranjivosti vodonosnika pomoću atributnih tablica u GIS programu zbog nepreciznosti vizualne interpretacije – primjer općina grad Zagreb

8.5 Rezultati definiranog modela

Prethodno opisane klasifikacije dale su sljedeće rezultate:

A) udio obradivog poljoprivrednog zemljišta unutar općine podijeljen je u 8 klasa:

- klasa 1, pripadaju općine u kojima je 1-16% ukupne površine općine obradivo poljoprivredno zemljište.
- klasa 2, pripadaju općine u kojima je 17-23% ukupne površine općine obradivo poljoprivredno zemljište.
- klasa 3, pripadaju općine u kojima je 24-29% ukupne površine općine obradivo poljoprivredno zemljište.
- klasa 4, pripadaju općine u kojima je 30-36% ukupne površine općine obradivo poljoprivredno zemljište.
- klasa 5, pripadaju općine u kojima je 37-44% ukupne površine općine obradivo poljoprivredno zemljište.
- klasa 6, pripadaju općine u kojima je 45-51% ukupne površine općine obradivo poljoprivredno zemljište.
- klasa 7, pripadaju općine u kojima je 52-62% ukupne površine općine obradivo poljoprivredno zemljište.
- klasa 8, pripadaju općine u kojima je 63-89% ukupne površine općine obradivo poljoprivredno zemljište.

B) ukupna gnojidba N min./ha obradivog poljoprivrednog zemljišta, ali bez površina pod ekološkom poljoprivrednom proizvodnjom unutar općine, podijeljena je u 6 klasa:

- klasa 1, pripadaju općine u kojima je gnojidba N min. iznosila 20,1-54,4 kg/ha
- klasa 2, pripadaju općine u kojima je gnojidba N min. iznosila: 54,5-66,6 kg/ha
- klasa 3, pripadaju općine u kojima je gnojidba N min. iznosila 66,7-74,2 kg/ha
- klasa 4, pripadaju općine u kojima je gnojidba N min. iznosila 74,3-95,8 kg/ha
- klasa 5, pripadaju općine u kojima je gnojidba N min. iznosila 95,9-108 kg/ha
- klasa 6, pripadaju općine u kojima je gnojidba N min. iznosila 109-128 kg/ha

C) ukupna gnojidba N org./ha obradivog poljoprivrednog zemljišta unutar općine podijeljena je u 6 klasa:

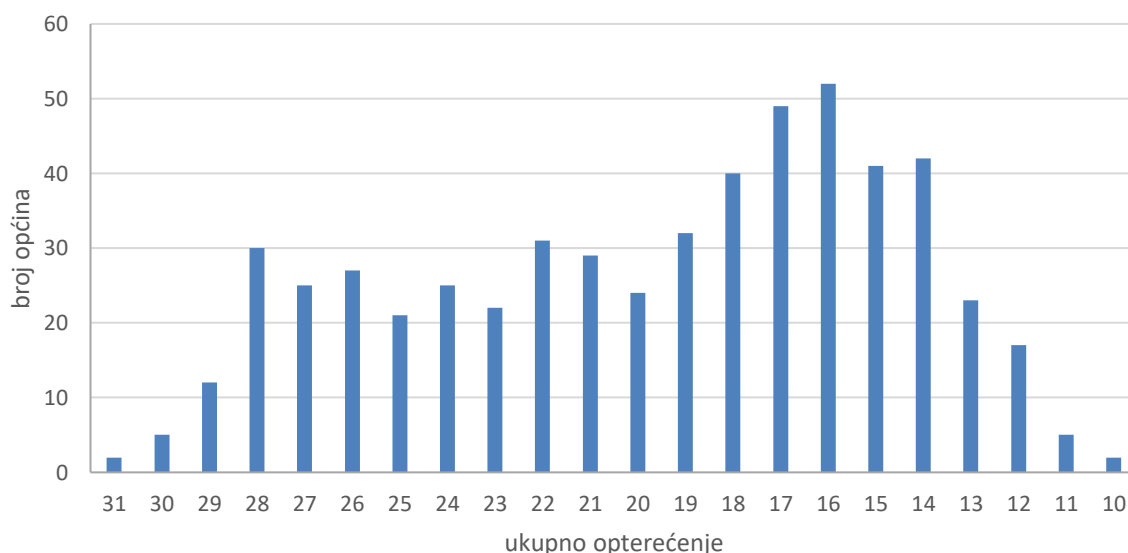
- klasa 1, pripadaju općine u kojima je gnojidba N org. iznosila 0,0-6,2 kg/ha

- klasa 2, pripadaju općine u kojima je gnojidba N org. iznosila 6,3-11,5 kga/ha
- klasa 3, pripadaju općine u kojima je gnojidba N org. iznosila 11,6-16,9 kg/ha
- klasa 4, pripadaju općine u kojima je gnojidba N org. iznosila 17,0-24,7 kg/ha
- klasa 5, pripadaju općine u kojima je gnojidba N org. iznosila 24,8-38,0 kg/ha
- klasa 6, pripadaju općine u kojima je gnojidba N org. iznosila 38,1-154 kg/ha

D) distribucija prirodne ranjivosti vodonosnika izvorno je podijeljena u 5 klasa

E) distribucija osjetljivosti tla na propuštanje onečišćivala izvorno je podijeljena u 6 klasa.

Iz navedenog proizlazi da maksimalno moguće opterećenje kad se zbroje najviše klase svih ulaznih varijabli na razini općine iznosi 31. Dvije općine u Republici Hrvatskoj u 2017. su imale takvo opterećenje, Sveti Đurđ u Varaždinskoj županiji i Orehovica u Međimurskoj županiji. Ukupno opterećenje 30 imalo je 5 općina: dvije u Osječko-baranjskoj, dvije u Varaždinskoj i jedna u Brodsko-posavskoj županiji. Najviše općina, njih 52, imalo je opterećenje 15. Minimalno opterećenje od 10 imale su dvije općine, Vir u Zadarskoj i Topusko u Sisačko-moslavačkoj županiji. Distribucija ostalih opterećenja prikazana je na slici 8-7.

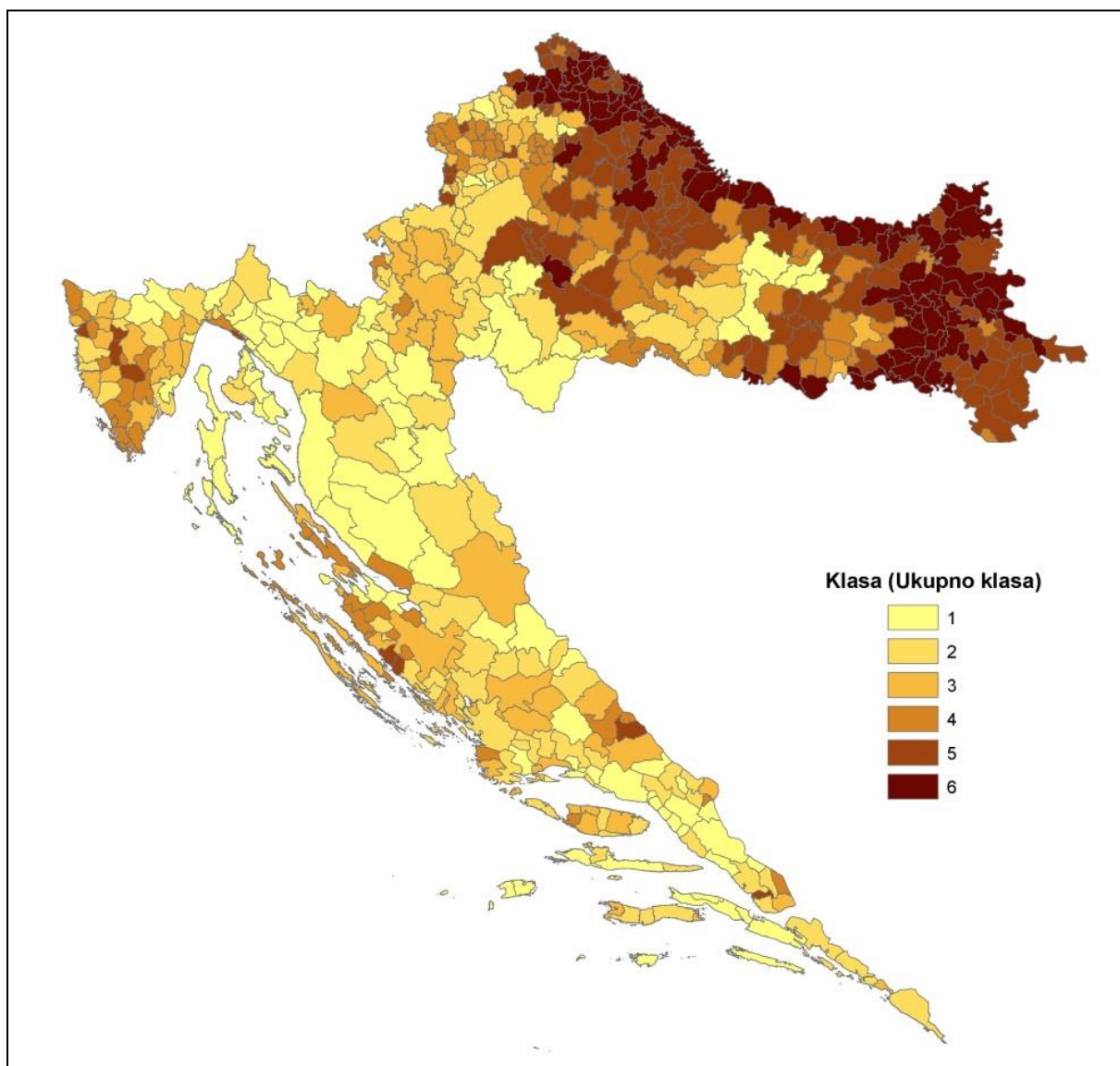


Slika 8-7. Distribucija općina po ukupno definiranom opterećenju

Nakon toga, u idućem koraku je izvršena klasifikacija svih ukupnih opterećenja u 6 klasa. Pri ovoj klasifikaciji korištena je modificirana metoda kvantila, tj. ekspertnom procjenom su modificirani rasponi kvantila tako da u ukupno višu klasu ulaze općine koje imaju višu klasu „poljoprivrednih“

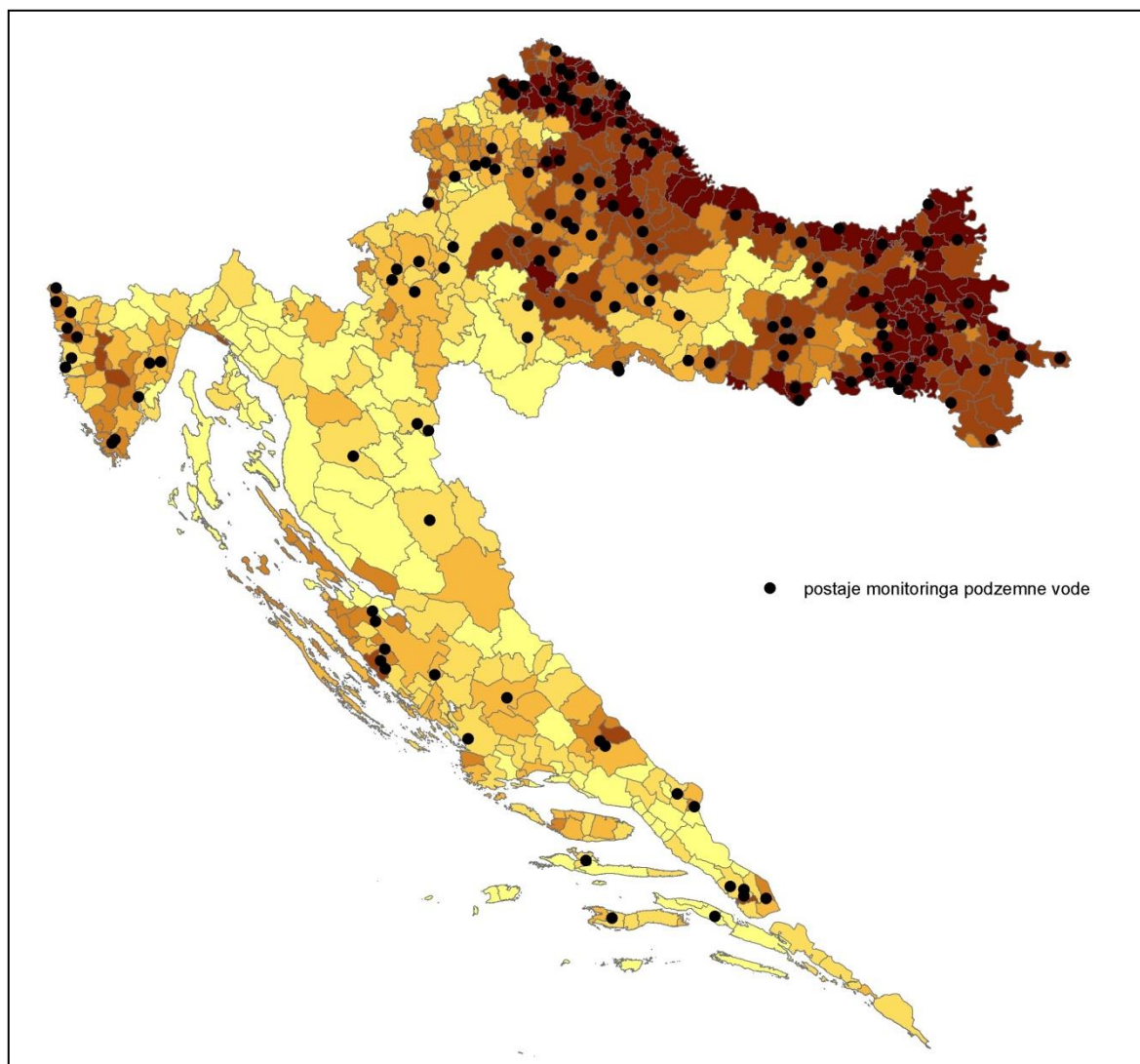
varijabli (3 brojčane varijable). Karta konačne klasifikacije opterećenja na razini općina u 2017. je prikazana na slici 8-8., a rasponi su sljedeći:

- klasa 1: 10-14,
- klasa 2: 15-16,
- klasa 3: 17-18,
- klasa 4: 19-21,
- klasa 5: 22-25,
- klasa 6: 26-31.



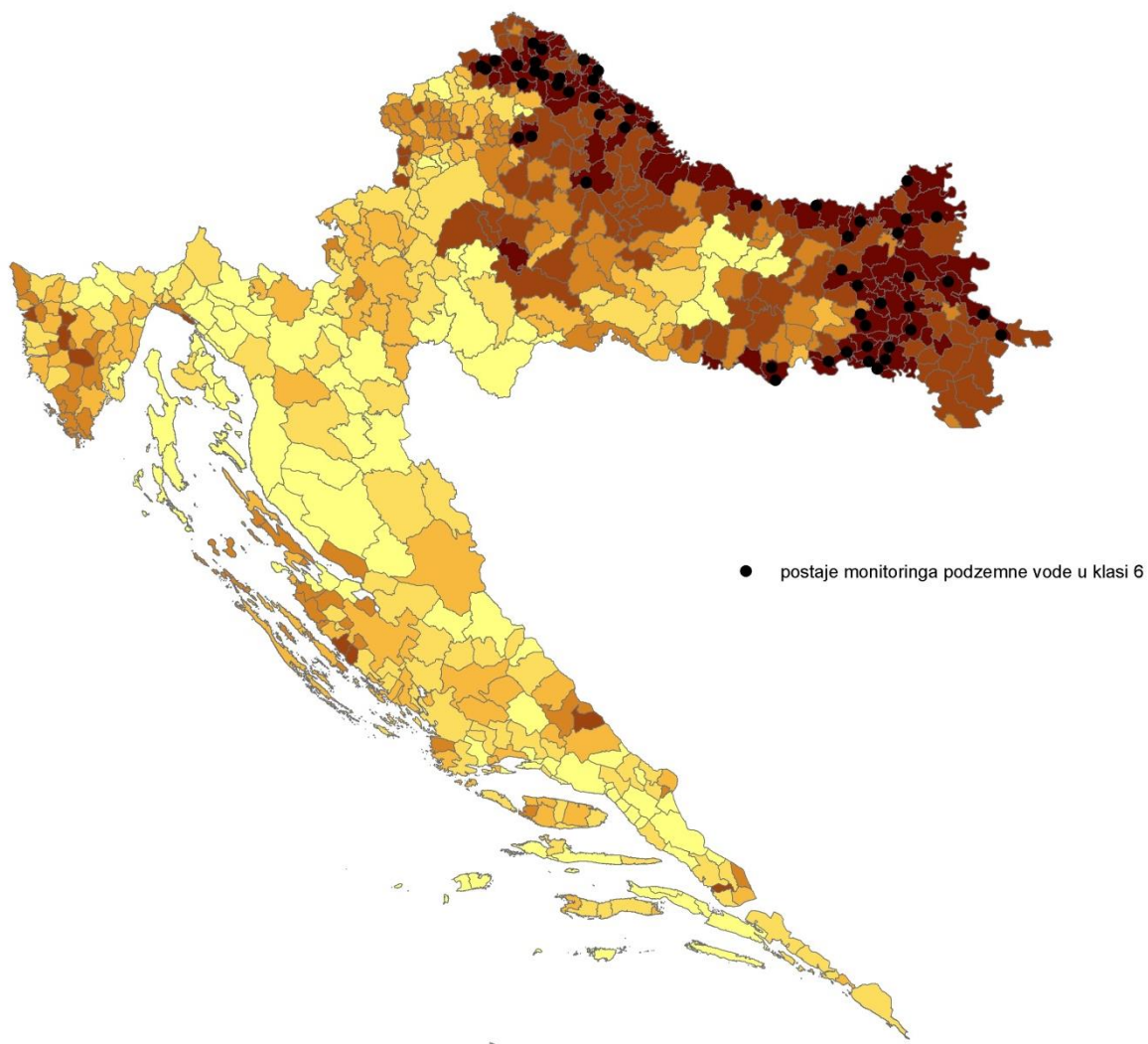
Slika 8-8. Karta klasifikacija ukupnih opterećenja po jedinicama lokalne samouprave (općinama) u 2017.

U idućem koraku, karta ukupnih opterećenja preklopljena je s kartom 151 lokacije predloženih novih točaka monitoringa kakvoće podzemnih voda za potrebe provedbe Nitratne direktive (slika 8-9).



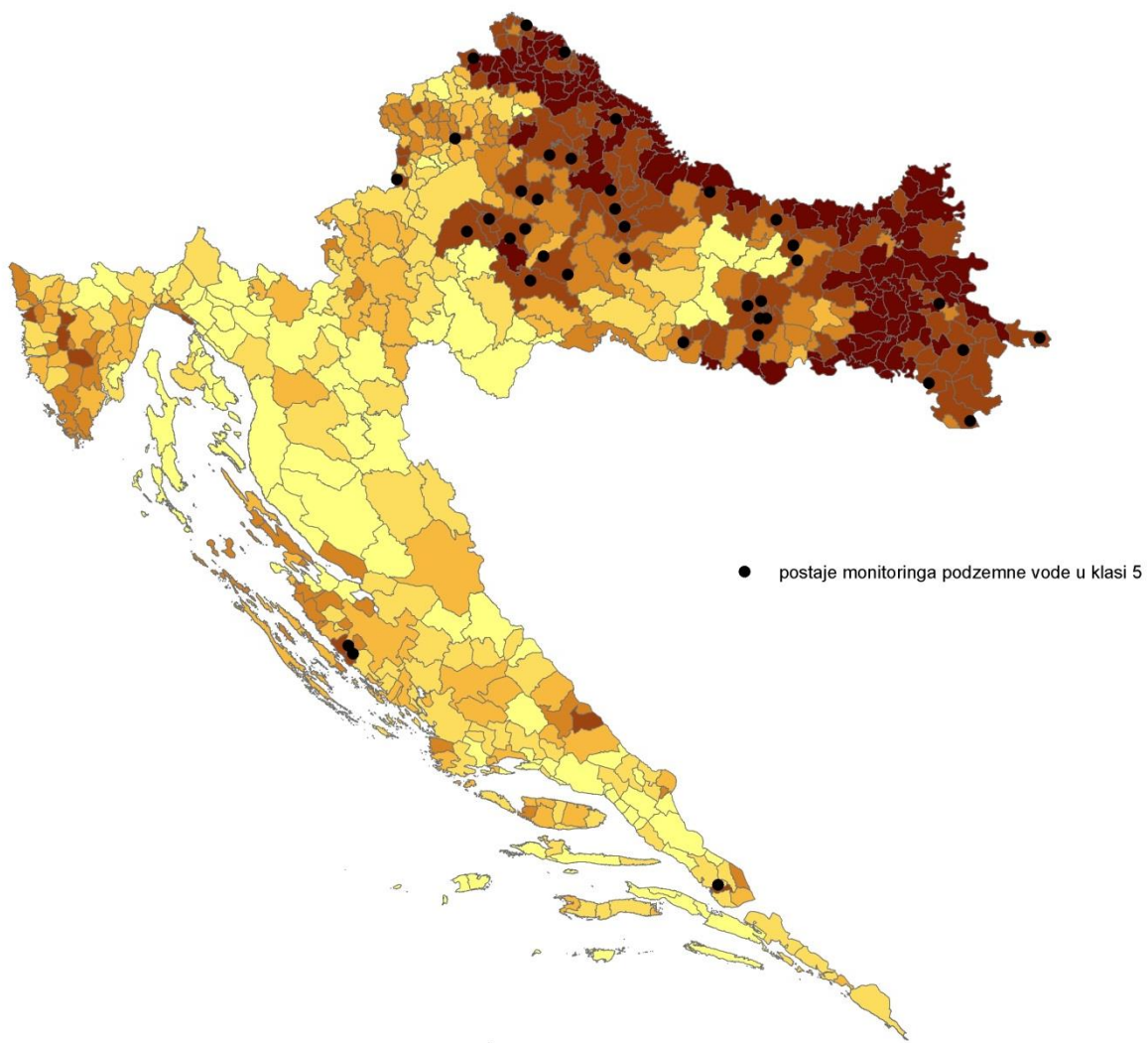
Slika 8-9. Karta konačne klasifikacija opterećenja preklopljena s lokacijama predloženih postaja monitoringa

Utvrđeno je da od ukupno analiziranih 151 točaka monitoringa podzemnih voda, njih 53 se nalaze na području klase s najvišim opterećenjima iz poljoprivrede, odnosno klase 6 (slika 8-10.).

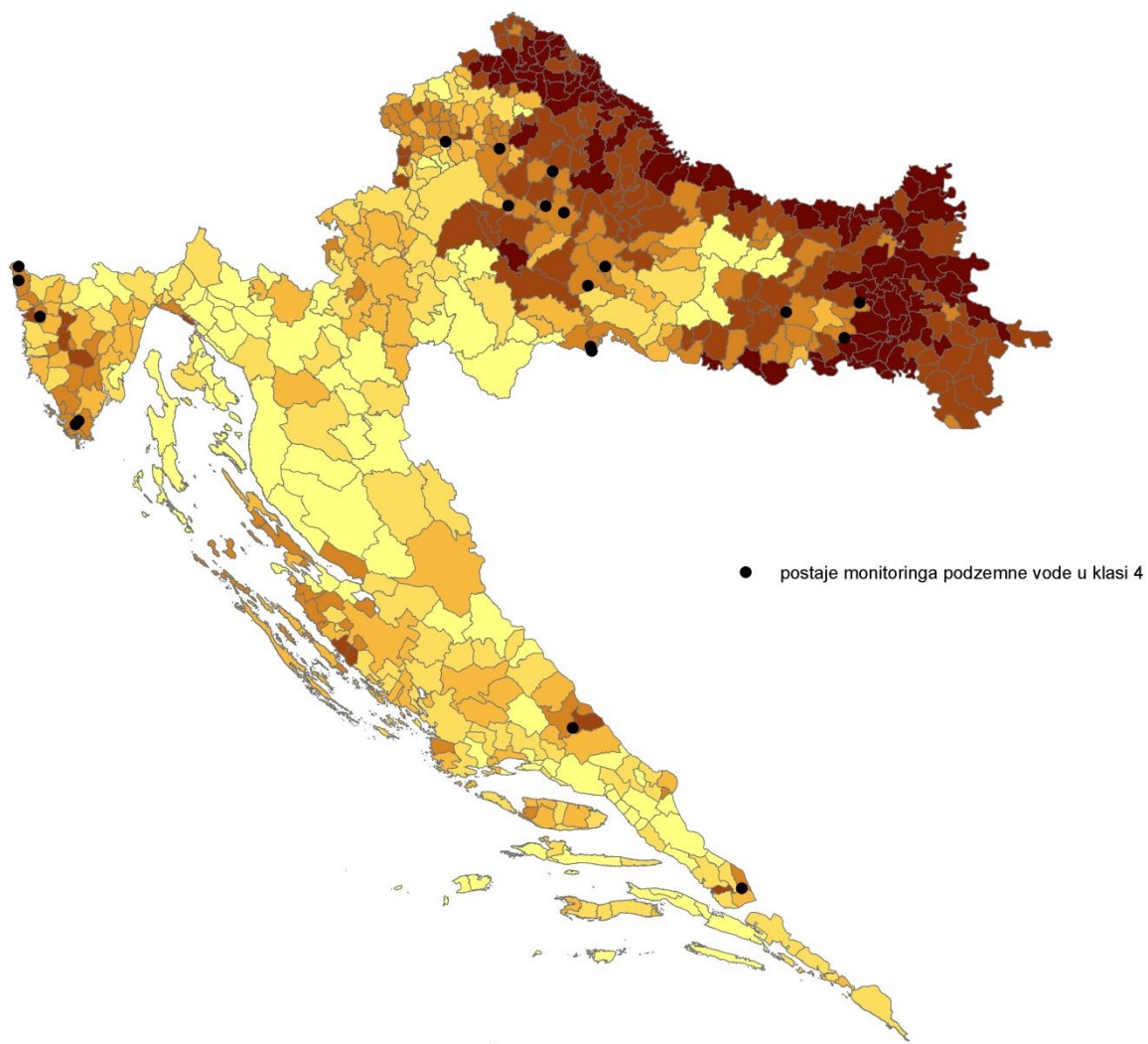


Slika 8-10. Karta klase 6 s 53 lokacije predloženih postaja monitoringa za potrebe provedbe Nitratne directive

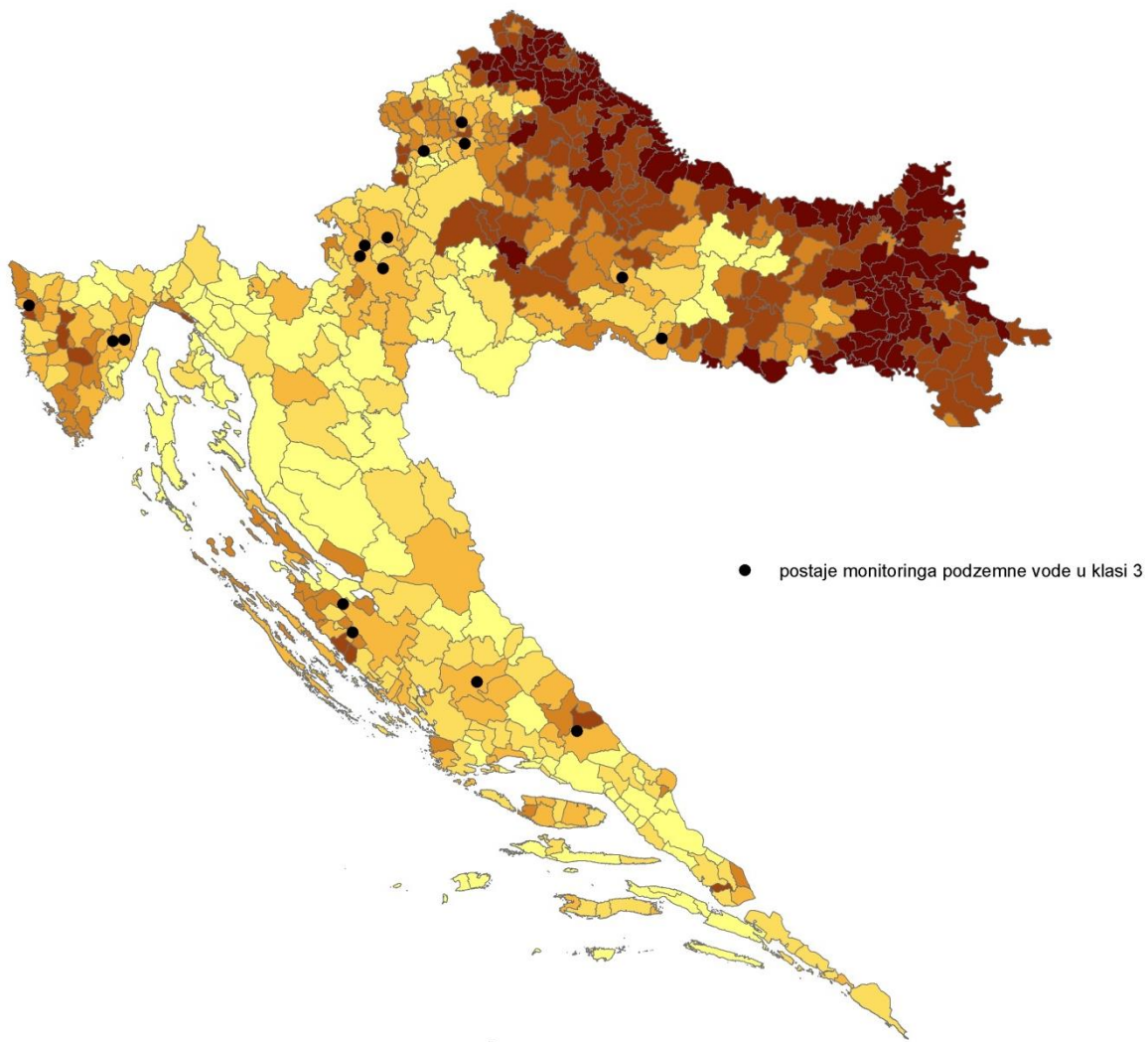
U klasu 5 je svrstano idućih 39 lokacija (slika 8-11.), u klasu 4 idućih 20 lokacija (slika 8-12.), u klasu 3 idućih 16 lokacija (slika 8-13.), u klasu 2 idućih 20 lokacija (slika 8-14.) i u klasu 1 preostale 3 lokacije (slika 8-15).



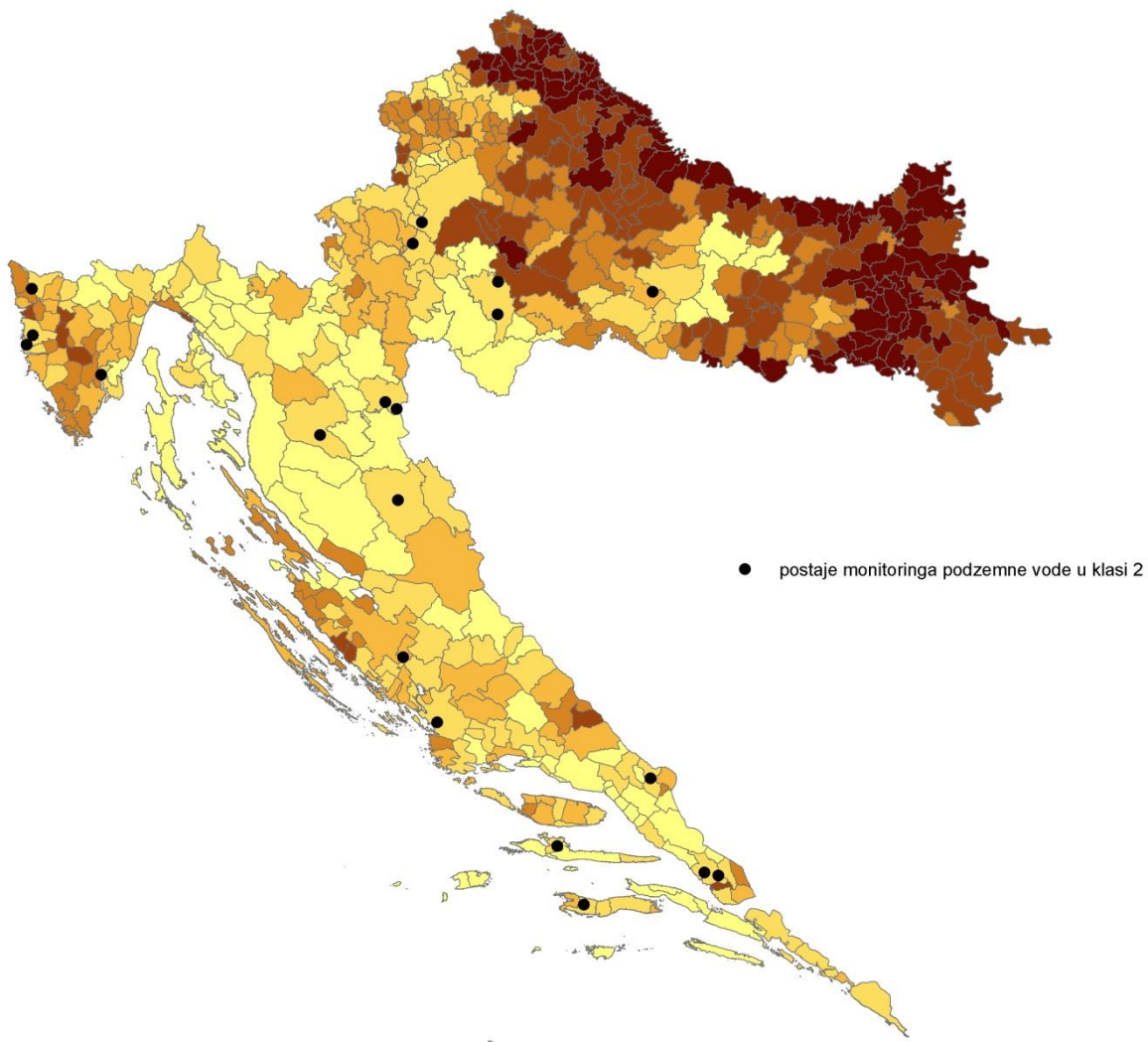
Slika 8-11. Karta klase 5 s 39 lokacija predloženih postaja monitoringa za potrebe provedbe Nitratne direktive



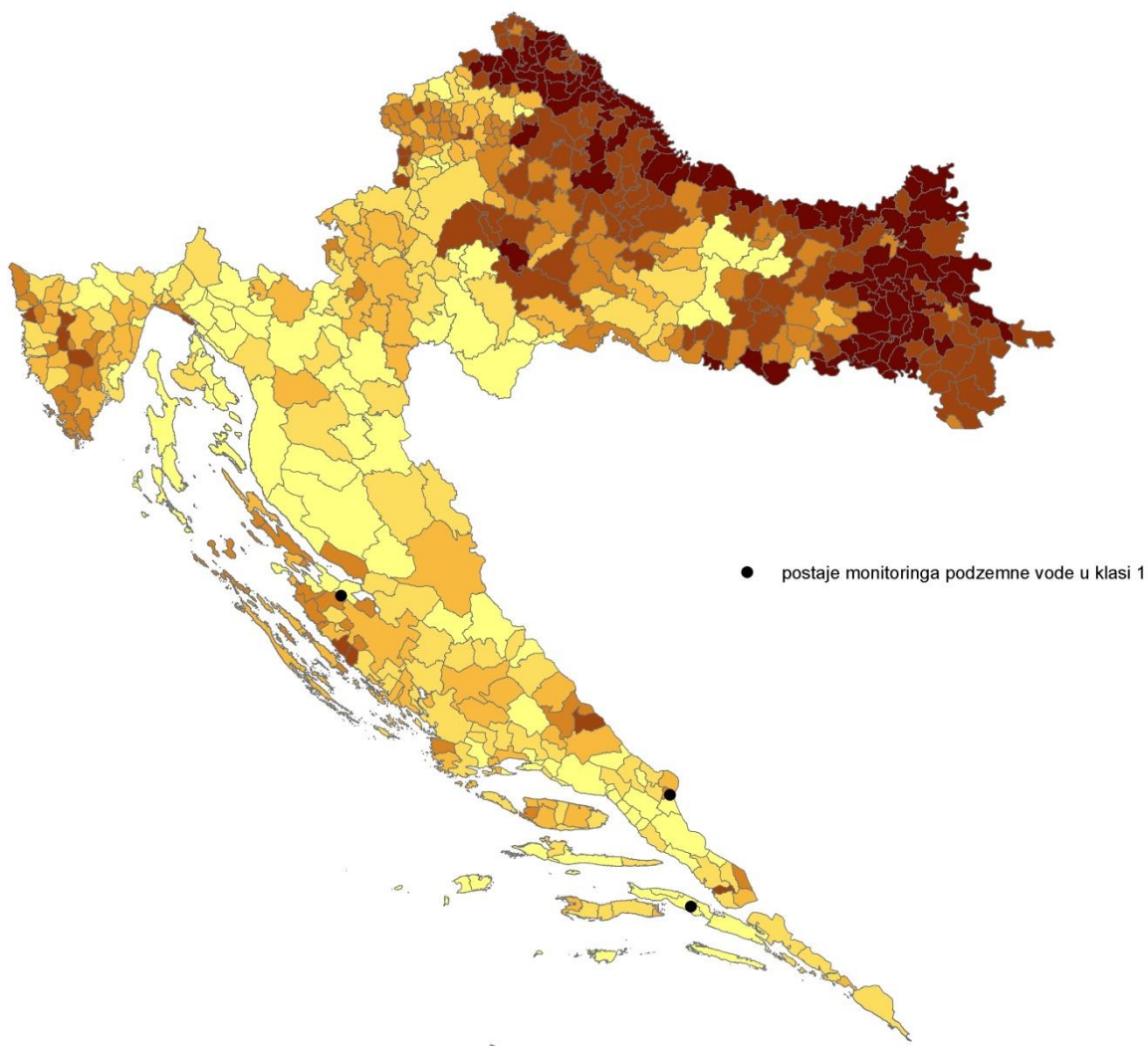
Slika 8-12. Karta klase 4 s 20 lokacija predloženih postaja monitoringa za potrebe provedbe Nitratne direktive



Slika 8-13. Karta klase 3 s 16 lokacija predloženih postaja monitoringa za potrebe provedbe Nitratne direktive



Slika 8-14. Karta klase 2 s 20 lokacija predloženih postaja monitoringa za potrebe provedbe Nitratne direktive



Slika 8-15. Karta klase 1 s 3 lokacije predloženih postaja monitoringa za potrebe provedbe Nitratne directive

8.6 Popis literature

Addiscott T. M., Whitmore A. P., Powlsen D. S. (1991): Farming, Fertilizers and the Nitrate Problem. CAB International, Wallingford, Oxon, UK

Boyer E.W., Howarth R.W. (2008): Nitrogen Fluxes from Rivers to the Coastal Oceans. U: Capone D. G., Bronk D. A., Mulholland M. R., Carpenter E. J. (Eds.): Nitrogen in Marine Environment, 2nd Edition. Academic Press.

Burek P.A. (2003): Langfristige, hydrologische Betrachtung der Grundwasserdynamik am Beispiel der Mittleren Elbe. Mitteilungen des Instituts für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik der Universität Karlsruhe (TH), H. 220.

Burkart M. R., Stoner J. D. (2007): Nitrate in aquifers beneath agricultural systems. *Water Science Technology* 56: 56-69

Clarke R., Lawrence A., Foster S. (1996): *Groundwater: A threatened resource*. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya, UNEP Environment Library No.15: 15-30

EC (1991): Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. *Official Journal of European Community* L375

EC (2000): Okvirna direktiva o vodama (Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy)

EEA (1999): *Groundwater quality and quantity in Europe*. Environmental assessment report No.3, Copenhagen, Denmark

EEA (2012): *European waters — assessment of status and pressures*. European Environment Agency Report 8/2012, ISSN: 1725-9177, Copenhagen, Denmark.

Katz B. G., Chelette A. R., Pratt T. R. (2004): Use of chemical and isotopic tracers to assess nitrate contamination and ground-water age, Woodville Karst Plain, USA. *Journal of Hydrology* 289: 39-61

Krause S., Bronstert A., Zehe E. (2007): Groundwater–surface water interactions in a North German lowland floodplain – Implications for the river discharge dynamics and riparian water balance. *J. Hydrol.* 347: 404–417

Ledoux E., Gomez E., Monget J.M., Viavattene C., Viennot P., Ducharne A., Benoit M., Mignolet C., Schott C., Mary B. (2007): Agriculture and groundwater nitrate contamination in the Seine basin. The STICS-MODCOU modelling chain. *Science of the Total Environment* 375(1-3): 33-47

Leiner R. (2003): Erfassung und Modellierung der räumlichen und zeitlichen Überschwemmungsflächendynamik in Flussauen am Beispiel des nördlichen Oberrheins. Ph.D. thesis, University of Heidelberg.

Mesić M., Bašić F., Grgić Z., Igrc-Barčić J., Kisić I., Petošić D., Posavi M., Romić D., Šimunić I. (2002): Procjena stanja, uzorka i veličine pritiska poljoprivrede na vodne resurse i more na području Republike Hrvatske. Studija, na hrvatskom.

Mesić M., Bašić F., Kisić I., Butorac A., Gašpar I. (2007): Influence of mineral nitrogen fertilization on corn grain yield and nitrogen leaching. *Cereal Research Communications*. 35(2): 773-776

Mustać I., Petošić D., Gjetvaj G., Filipović V. (2011): Groundwater Dynamics in Drained Soils of the Biđ-field District, *Poljoprivredna znanstvena smotra* 76 (1): 41-47

Nakić Z., Bačani A., Vlahović T. (2001): Antropogeni utjecaj na podzemne vode crpilišta Strmec (Zagreb, Hrvatska), Rudarsko-geološko-naftni zbornik 13: 25-38.

Narodne novine (NN) (130/12): Odluka o određivanju ranjivih područja u RH

Nolan B. T., Hitt K. J. (2006): Vulnerability of Shallow groundwater and Drinking Water Wells to Nitrate in the United States. *Environment Science Technology* 40: 7834-7840

Nolan B. T., Ruddy B. C., Hitt K. J., Helsel D. R. (1998): A National Look at Nitrate Contamination of Ground Water, *Water Conditioning and Purification* 39 (12): 76-79.

Ondrašek G. (2015): Nedostatak vode u agroekosustavima. U: Ondrašek G. (Ed.), *Voda u agroekosustavima*, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb. Sveučilišni udžbenik, na hrvatskom.

Pauwels H., Lachassagne P., Bordenave P., Foucher J.C., Martelat A. (2000): Temporal variability of nitrate concentration in a schist aquifer and transfer to surface waters. *Applied Geochemistry*, 583-596

poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj (SAGRA 1). Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb s pripadajućim referencama.

Romić D., Husnjak S., Mesić M., Salajpal K., Barić K., Poljak M., Romić M., Konjačić M., Vnućec I., Bakić H., Bubalo M., Zovko M., Matijević L., Lončarić Z., Kušan V., Brkić Ž., Larva O. (2014). Utjecaj

Romić D., Romić M., Klačić Ž., Petošić D., Stričević I. (1997): Effect of land use upon the leaching of nitrogen into groundwater in area of the future water pumping station. Bericht Uber die 7. Lisimetertagung "Lysimeter und nachhaltige Landnutzung", BAL Gumpenstein, Austria

Romić, D. i suradnici (2014): Utjecaj poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj – SAGRA

Schmalz B., Springer P., Fohrer N. (2008): Interactions between near-surface groundwater and surface water in a drained riparian wetland. *IAHS Publ.* 321, 21–29

U.S. Office of Technology Assessment (OTA) (1984/T4.4): Sources of ground water contamination

Vidon P.G.F., Hill A. R. (2004): Landscape controls on the hydrology of stream riparian zones. *J. Hydrol.* 292: 210–228

Ward M. H., deKok T. M., Levallois P., Brender J., Gulis G., Nolan B. T., VanDerslice J. (2005): Workgroup report: drinking-water nitrate and health—recent findings and research needs. *Enviro Health Perspect.* 113: 1607-1614

Wendland F., Bogen H., Goemann H., Hake J.F., Kreins P., Kunkel R. (2005): Impact of nitrogen reduction measures on the nitrogen loads of the river Ems and Rhine (Germany). *Phys. Chem. Earth* 30 (8–10): 527–541

World Health Organization (WHO) (1999): *Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to their Public Health Consequences, Monitoring and Management*. E & FN Spon, London.

World Health Organization (WHO) (2004): *Guidelines for Drinking Water Quality*, third ed. WHO, Geneva.

Zakon o poljoprivredi (NN 118/18).

9. TESTIRANJE MODELA I PRIJEDLOG PRIORITETA LOKACIJA MONITORINGA PODZEMNIH VODA ZA PROVEDBU NITRATNE DIREKTIVE U HRVATSKOJ

Autori:

Prof. dr. sc. Gabrijel Ondrašek, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za melioracije

Dr. sc. Helena Bakić Begić, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za melioracije

Dr. sc. Marina Bubalo Kovačić, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za melioracije

Doc. dr. sc. Monika Zovko, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za melioracije

Prof. dr. sc. Davor Romić, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za melioracije

9.1 Uvod

Jedan od glavnih ciljeva ovoga projekta je bio na temelju razvijenog modela (detaljnije u poglavlju 8) izraditi listu prioriteta lokacija, odnosno predložiti koje lokacije bi trebale dobiti status I. prioriteta (lokacije s najviše opterećenja iz poljoprivrede), a koje status II. i III. prioriteta (lokacije s manje opterećenja iz poljoprivrede). Međutim, prije same izrade liste prioriteta lokacija napravljeno je određeno testiranje razvijenog modela (detaljnije u nastavku).

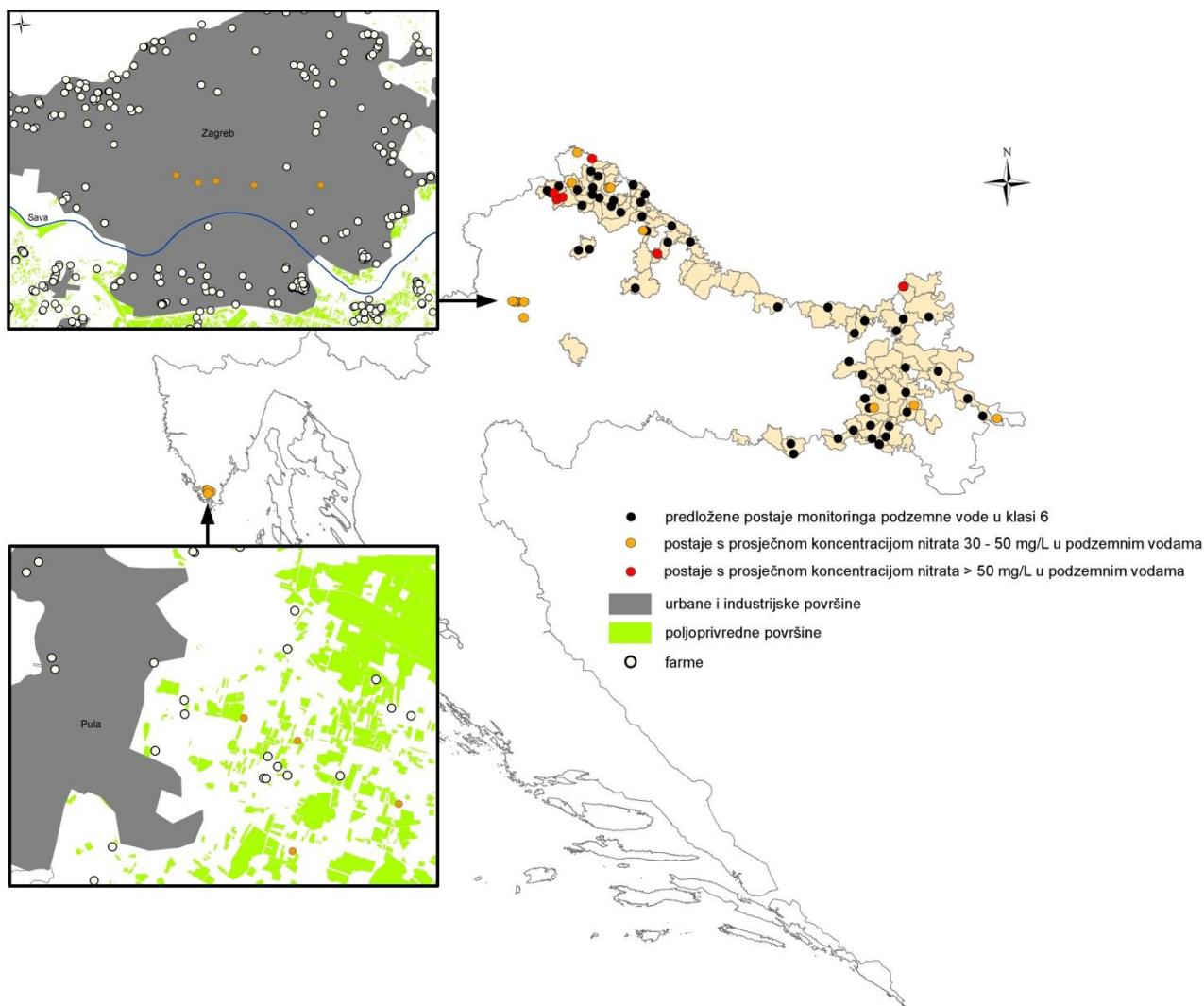
9.2 Testiranje modela

Testiranje modela provedeno je na dvije razine: usporedbom pojedinačnih lokacija i njihovih klasa opterećenja s prosječnim koncentracijama nitrata u podzemnim vodama (razina 1) i površinskim vodama (razina 2) u razdoblju 2014.-2017. (poglavlje 7.).

Provjera modela na razini 1 provedena je tako da su modelom predviđene lokacije iz *klase 6* (njih ukupno 53, a to su točke koje su akumulirale najviše opterećenja iz poljoprivredne proizvodnje u 2017.) uspoređene s koncentracijama nitrata u podzemnim vodama s lokacija na kojima su prosječne

koncentracije nitrata u razdoblju 2014.-2017. bile u rasponu od 30-50 NO₃-mg/l i >50 (slika 9-1.). Kao što se može uočiti sa slike 9-1., modelom predviđene lokacije iz *klase 6* se jako dobro podudaraju (preklapaju) s većinom postojećih lokacija monitoringa na kojima su prosječne koncentracije nitrata bile također povišene u razdoblju 2014.-2017., a što je određena potvrda uspješnosti razvijenog modela. Izuzetak je manji broj točaka u južnome dijelu Istre (okolica Pule) te na širem području Zagreba (slika 9-1), na kojima su monitoringom utvrđene povišene koncentracije nitrata u podzemnim vodama, dok modelom navedene lokacije s intenzivnijim opterećenjima iz poljoprivrede nisu detektirane. Međutim, to se može objasniti tako da na navedenim lokacijama povišene koncentracije nitrata u podzemnim vodama nisu najvjerojatnije isključivo poljoprivrednog podrijetla, već i iz nekih drugih dominantnijih izvora (npr. industrija, domaćinstva), a što bi bilo potrebno detaljnije ispitati i utvrditi istraživačkim monitoringom.

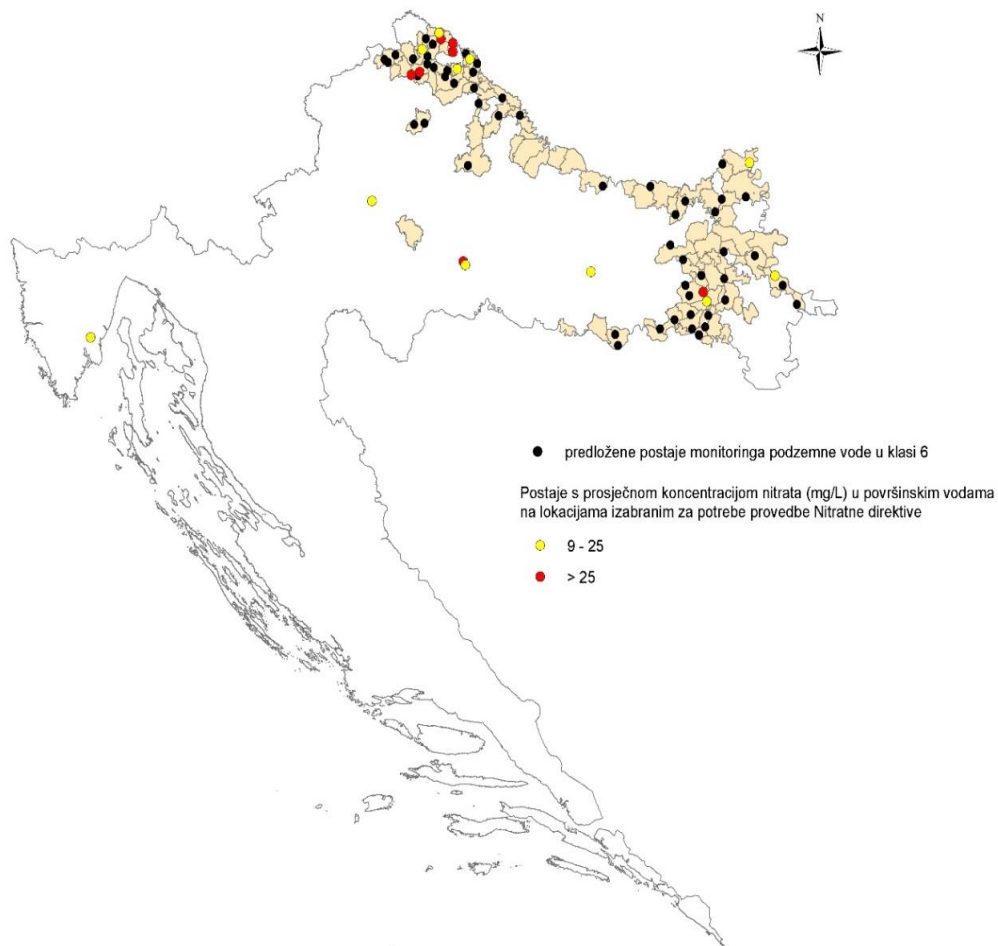
Naime, kao što je prethodno istaknuto u poglavlju 7., te u projektu SAGRA 1 (Romić i sur., 2014.) na području grada Zagreba i široj okolici u dolini rijeke Save je predloženo 13 lokacija piezometara za praćenje utjecaja poljoprivrede na podzemne vode za potrebe Nitratne direktive. Kod odabira lokacija monitoringa vodilo se računa da se one postave na mjestima gdje će se uhvatiti utjecaj poljoprivrede, a izbjeci utjecaj ostalih izvora nitrata (npr. komunalne otpadne vode). Na tim lokacijama prosječne koncentracije nitrata u razdoblju 2014.-2017. nisu bile više od 25 mg/l, a koncentracije nitrata >30 mg/l zabilježene su samo na lokacijama piezometara na gradskim crpilištima na lijevoj obali rijeke Save gdje biljne poljoprivredne proizvodnje nema (detaljnije u poglavlju 7. i slika 9-1).



Slika 9-1. Usporedba modelom predviđenih lokacija iz klase 6 (s najviše akumuliranih opterećenja iz poljoprivrede) s lokacijama monitoringa podzemnih voda u kojima su prosječne koncentracije nitrata bile povišene u razdoblju 2014.-2017., s primjerima odstupanja modela na području Pule i Zagreba

U drugoj razini testiranje modela je obavljeno na vrlo sličan način, tj. modelom predviđene točke iz klase 6 uspoređene su s koncentracijama nitrata u površinskim vodama s lokacija na kojima su prosječne koncentracije nitrata u razdoblju 2014.-2017. bile relativno povišene, odnosno u rasponu koncentracija od 9-25 mg NO₃-/l i >25 mg NO₃-/l (slika 9-2.). Kao što se može uočiti sa slike 9-2., modelom predviđene točke iz klase 6 se i u ovom slučaju jako dobro podudaraju (preklapaju) s većinom lokacija u kojima su prosječne koncentracije nitrata bile relativno povišene u razdoblju 2014.-2017., a što je dodatna potvrda uspješnosti modela. Potrebno je napomenuti da su i kod ove razine testiranja utvrđena odstupanja kod određenog broja lokacija (npr. u području Istočnog dijela Istarske županije i okolici grada Kutine) na kojima su monitoringom utvrđene povišene koncentracije

nitrata u površinskim vodama, dok modelom navedene lokacije nisu predviđene kao točke s intenzivnijim utjecajem poljoprivrede. Ova odstupanja se također mogu objasniti tako da na navedenim lokacijama povišene koncentracije nitrata u podzemnim vodama nisu isključivo poljoprivrednog podrijetla, već i/ili iz nekih drugih izvora (npr. industrija, domaćinstva), a što bi bilo potrebno detaljnije utvrditi istraživačkim monitoringom. Također, u prethodnom projektu SAGRA 1 je naglašeno kako jedna od spomenutih lokacija, a to je lokacija na vodotoku Kutinica nije primjerena za praćenje nitrata poljoprivrednog podrijetla, budući da ona nije dominantno pod utjecajem poljoprivrede već grada Kutine i prateće industrije (detaljnije u poglavlju 7., Romić i sur., 2014.). U razdoblju 2014.-2017. praćenje koncentracije nitrata u površinskim vodama u skladu s Nitratnom direktivom provodilo se na 157 lokacija. Kao što je prethodno naglašeno, sukladno rezultatima modela, rosječne koncentracije nitrata u površinskim vodama na lokacijama praćenja za potrebe Nitratne direktive u razdoblju 2014.2017. rijetko su prelazile 25 mg/l i općenito su povišene koncentracije utvrđene u sjevernom dijelu Hrvatske gdje je poljoprivredna proizvodnja najintenzivnija, što je uostalom potvrđeno i modelom (slika 9-2.).

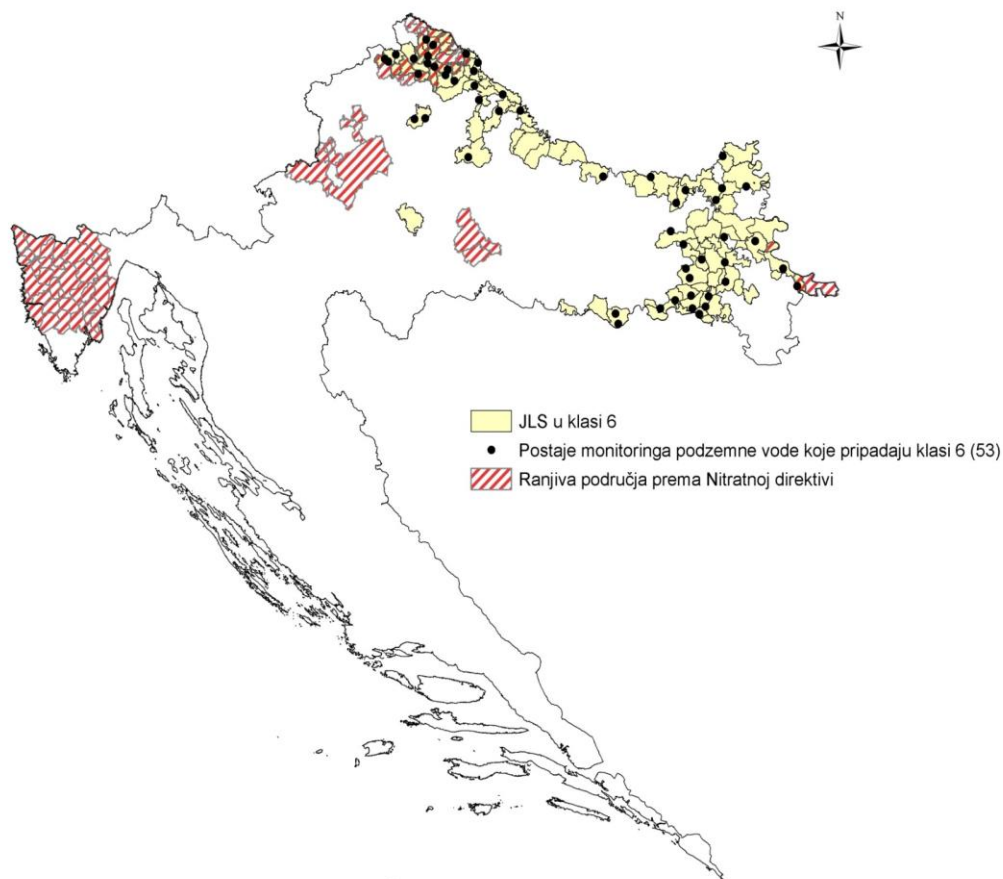


Slika 9-2. Usporedba modelom predviđenih lokacija iz klase 6 (s najviše akumuliranih opterećenja iz poljoprivrede) s lokacijama monitoringa površinskih voda u kojima su prosječne koncentracije nitrata bile povišene u razdoblju 2014.-2017.

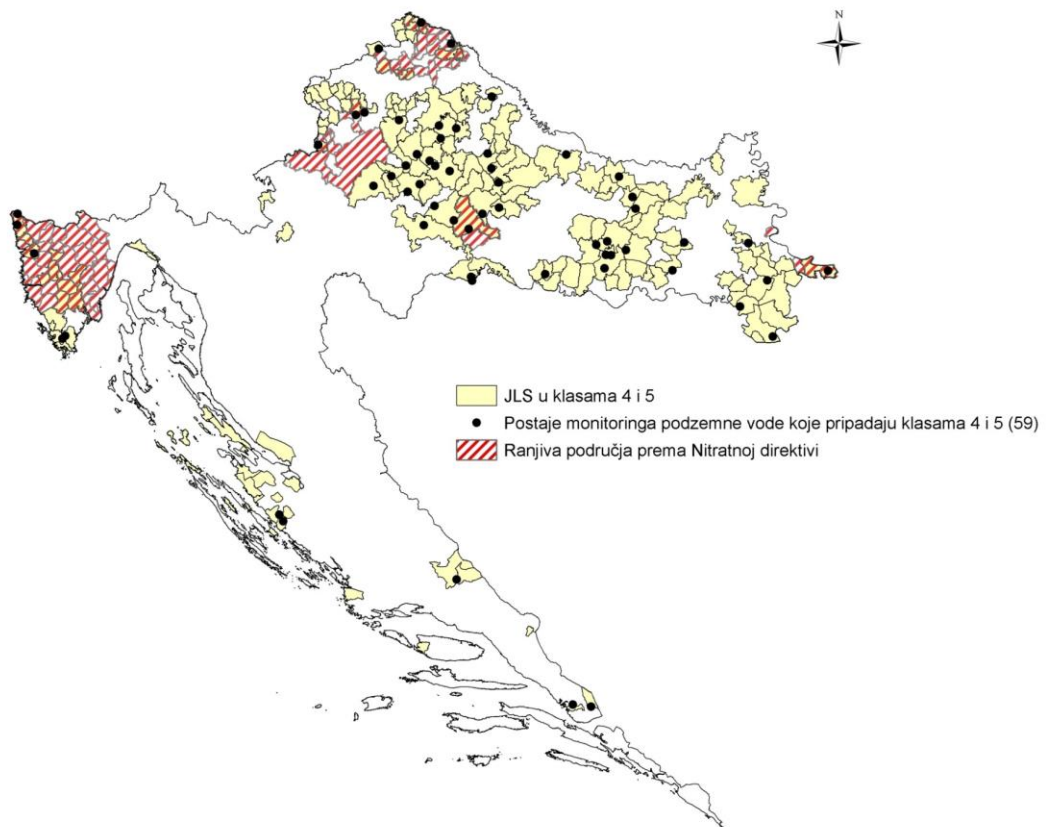
Prijedlog uspostave monitoringa podzemnih voda za potrebe provedbe Nitratne direktive u Hrvatskoj

Temeljem provedenog testiranja modela u nastavku su grafički prikazani prijedlozi 151 lokacije I., II., i III. prioriteta za monitoring podzemnih voda unutar intenzivnog poljoprivrednog prostora za potrebe provedbe Nitratne direktive na prostoru Hrvatske. Naime, budući da je postupak uključivanja svih predloženih točaka (151) u nacionalni monitoring podzemnih voda za potrebe provedbe Nitratne direktive (SAGRA, 2014) vremenski i financijski vrlo dugotrajan i zahtjevan proces, cilj je da se u postupak nacionalnog monitoringa podzemnih voda najprije uključe one lokacije na kojima je utjecaj poljoprivrede najintenzivniji (lokacije koje imaju status I. prioriteta; slika 9-3.), zatim da se u monitoring uključe one lokacije na kojima je utjecaj poljoprivrede manje intenzivan (lokacije koje imaju status II. prioriteta)(slika 9-4.), odnosno da se posljednje u monitoring uključe one lokacije na

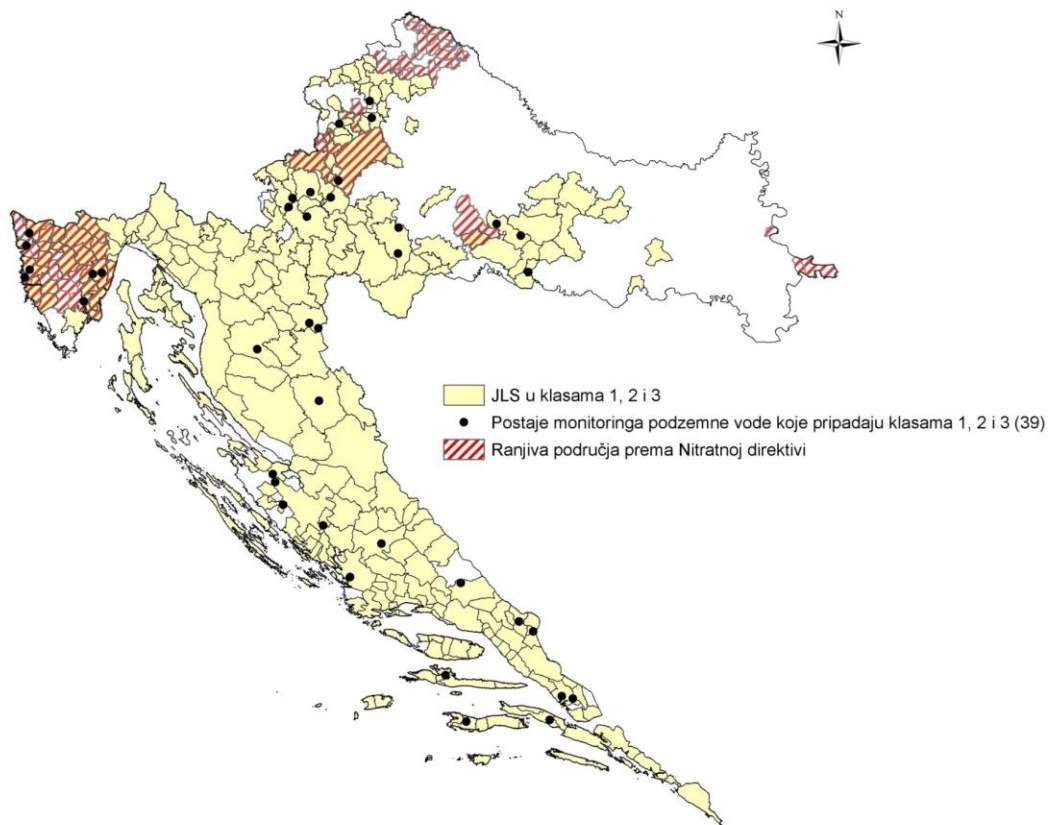
kojima je utjecaj poljoprivrede najmanje intenzivan (lokacije koje imaju status III. prioriteta)(slika 9-5.) s obzirom na analizirane parametre. Naposljetku naglašavamo kako je veliki udio predloženih lokacija I., II. i III. prioriteta dospio izvan trenutno važećih ranjivih područja prema Nitratnoj direktivi u Hrvatskoj, te stoga smatramo kako je nužna revizija navedenih područja.



Slika 9-3. Prijedlog 53 lokacije I. prioriteta za monitoring podzemnih voda unutar intenzivnog poljoprivrednog prostora za potrebe provedbe Nitratne direktive



Slika 9-4. Prijedlog 59 lokacija II. prioriteta za monitoring podzemnih voda unutar intenzivnog poljoprivrednog prostora za potrebe provedbe Nitratne direktive



Slika 9-5. Prijedlog 39 lokacija III. prioriteta za monitoring podzemnih voda unutar intenzivnog poljoprivrednog prostora za potrebe provedbe Nitratne direktive

Naposljetku, još jednom napominjemo kako će postupak uspostave nacionalnog monitoringa podzemnih voda zbog relativno velikog broja lokacija, njih 151 raspoređenih u područjima s različitim agroekološkim uvjetima u kontinentalnoj i mediteranskoj Hrvatskoj, biti dugotrajan i financijski zahtjevan. Kao jedan od mogućih načina da se navedeni postupak znatno ubrza, a time ujedno i uštede znatna financijska sredstva, je da se u međuvremenu analiziraju sve moguće postojeće nacionalne baze elaborata i studija koje sadrže i/ili se odnose na istražno-hidrogeološke bušotine za razne namjene, te da se evaluira njihova pogodnost (s obzirom na lokaciju, dubinu i intenzitet poljoprivredne proizvodnje) za uključivanje u monitoring podzemnih voda za potrebe provedbe nitrata direktive u Hrvatskoj.

9.3 Zaključna razmatranja i prijedlozi

Temeljem provedene analize načina korištenja poljoprivrednog prostora, potrošnje određenih agrokemikalija, te interpretacije podataka o kakvoći površinskih i podzemnih voda u sklopu ovog projekta (SAGRA 2) u nastavku su sažeto prikazani najvažniji zaključci i prijedlozi:

- potrebno je čim prije u potpunosti uspostaviti točke monitoringa površinskih voda za potrebe praćenja Nitratne direktive sukladno prijedlogu iz SAGRE 1 (Romić i sur., 2014.),
- predlažemo da se postupak uključivanja 151 lokacije u monitoring podzemnih voda unutar poljoprivrednog prostora za potrebe provedbe Nitratne direktive izvede prema predloženim prioritetima, odnosno da se najprije u monitoring uključe točke koje su dobile status prioriteta I., zatim II., a posljednje točke sa statusom prioriteta III.,
- potpuna uspostava monitoringa podzemnih voda za potrebu provedbe Nitratne direktive će biti relativno dugotrajan proces za koji smatramo da bi se mogao značajno ubrzati ukoliko bi se veliki broj postojećih istražnih bušotina detaljnije analizirao te bi se procijenila njihova pogodnost za navedenu namjenu. Smatramo da u Republici Hrvatskoj postoji značajan broj postojećih istražnih bušotina koje bi bile pogodne za uključivanje u nacionalnu mrežu monitoringa podzemnih voda (piezometara), a čime bi se mogla uštedjeti ogromna financijska sredstva nužna za provedbu prethodnih istražnih radova,
- predlažemo da se na kritičnim područjima i na kritičnim lokacijama (piezometrima), na kojima ne možemo sa sigurnošću detektirati dominantan izvor onečišćenja, osim operativnog uspostavi i istraživački monitoring,
- predlažemo da se kemijsko i ekološko stanje na točkama monitoringa za potrebe provedbe Nitratne direktive detaljnije analizira (utvrditi trendove, uzroke i predložiti daljnje smjernice) svake 3 godine,
- nužno je čim prije revidirati ranjiva područja prema Nitratnoj direktivi u Hrvatskoj,
- budući da su poljoprivredna proizvodnja (konvencionalna i ekološka) kao i poljoprivredni prostor, odnosno zemljište (npr. obrađeno, neobrađeno, udio drvenastih kultura) vrlo dinamični u Hrvatskoj, predlažemo da se poljoprivredna proizvodnja za potrebe ovakvih (SAGRA) i sličnih projekata analizira svake 3 godine, a što će omogućiti kontinuirano registriranje i kvantifikaciju promjena,
- na razini Hrvatske ne postoje kvalitetni podaci o prostorno-vremenskoj bilanci najzastupljenijih agrokemikalija u sustavu tlo-vode-biljka-atmosfera, a oni su nužni za preciznije utvrđivanje pritiska iz poljoprivrede u (agro)okoliš,

- predlažemo da se prostorno-vremenska bilanca najzastupljenijih agrokemikalija u sustavu tlo-vode-biljka-atmosfera utvrdi najprije na razini nekoliko kontinentalnih i mediteranskih županija, a zatim i na razini cijele Hrvatske,
- predstavljeni model je moguće modificirati i za utvrđivanje ostalih pritisaka iz poljoprivrede (agrokemikalija) na (agro)okoliš,
- smatramo da će rezultati projekta SAGRA 2 biti vrlo korisni naručitelju i iskorišteni u izradi Plana upravljanja vodnim područjima 2022.-2027., te brojnim drugim strateškim dokumentima,
- naposljetku, smatramo da SAGRA 2 projekt može poslužiti kao vrlo kvalitetna i pouzdana multidisciplinarna podloga za propisivanje i provedbu učinkovitih mjera za kontrolu pritisaka iz poljoprivrede na vodne resurse Republike Hrvatske, a sukladno načelima Direktive 2000/60/EC (OKVIRNA DIREKTIVA EU O VODAMA) i Direktive 91/676/EEZ (NITRATNE DIREKTIVE).

9.4 Popis literature

Direktiva 2000/60/EC Europskog Parlamenta i Vijeća kojom se uspostavlja okvir za djelovanje zajednice na području politike voda, od 23. listopada 2000 (Okvirna direktiva EU o vodama)

Direktiva Vijeća od 12. prosinca 1991. O zaštiti voda od onečišćenja koje uzrokuju nitrati poljoprivrednog podrijetla (91/676/EEZ)

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 1). Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb s pripadajućim referencama.

Zakon o poljoprivredi (NN 118/18).

Zahvala

Ovom prilikom voditelj i suradnici projekta SAGRA 2 se zahvaljuju resornim ministarstvima, njihovim agencijama, te brojnim institucijama i pojedincima koji su osiguravajući nam nužne podloge i baze podataka doprinijeli njegovoj realizaciji, među kojima bismo posebno istaknuli: Ministarstvo zaštite okoliša i energetike (MZOE), Ministarstvo poljoprivrede (MP), Agencija za plaćanja u poljoprivredi ribarstvu i ruralnom razvoju (APPRRR), Državni zavod za statistiku (DZS), Hrvatska poljoprivredna agencija (HPA), Fitosanitarna inspekcija (FIS), Državna geodetska uprava (DGU) i Hrvatska gospodarska komora (HGK).