



Utjecaj
poljoprivrede na
onečišćenje
površinskih i
podzemnih voda u
Republici Hrvatskoj

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



Utjecaj poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj

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

Voditelj projekta Prof. dr. sc. Davor Romić

Dekanica Prof. dr. sc. Tajana Krička

Podizvoditelji Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
OIKON d.o.o., Zagreb
Hrvatski geološki Institut, Zagreb

Zagreb, prosinac 2014.



Institucije i timovi za izradu:

Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet

Prof. dr. sc. Davor Romić
Prof. dr. sc. Stjepan Husnjak
Prof. dr. sc. Milan Mesić
Prof. dr. sc. Krešimir Salajpal
Doc. dr. sc. Klara Barić
Prof. dr. sc. Milan Poljak
Prof. dr. sc. Marija Romić
Doc. dr. sc. Miljenko Konjačić
Doc. dr. sc. Ivan Vnućec
Dr. sc. Helena Bakić
Marina Bubalo, mag.ing.aedif.
Monika Zovko, dipl.ing.agr.
Lana Matijević, mag.ing.agr.

Sveučilište J.J. Strossmayer Poljoprivredni fakultet Osijek

Prof. dr. sc. Zdenko Lončarić

OIKON d.o.o. Zagreb, Zavod za prirodne resurse

Dr. sc. Vlado Kušan

Hrvatski geološki institut

Dr. sc. Željka Brkić
Dr. sc. Ozren Larva

Sadržaj

1 UVOD	1
2 GRAFIČKI SAŽETAK PROJEKTA	4
3 KORIŠTENJE POLJOPRIVREDNIH POVRŠINA U RH	5
3.1 Uvod i cilj zadatka	5
3.2 Metodika izrade karata i korišteni materijali	9
3.2.1 Utvrđivanje površine poljoprivrednog zemljišta u RH	9
3.2.2 Izrada karata	13
3.3 Rezultati	23
3.4 Literatura	32
4 PROCJENA PRITISKA DUŠIKA I FOSFORA IZ MINERALNIH I ORGANSKIH GNOJIVA	35
4.1 Uvod	35
4.2 Metode rada	36
4.3 Rezultati	41
4.3.1 Potrošnja i primjena mineralnih gnojiva	41
4.3.1.1 Primjena mineralnih gnojiva u Hrvatskoj	41
4.3.1.2 Potrošnja mineralnih gnojiva u Hrvatskoj 2012. godine	42
4.3.1.3 Potrošnja mineralnih gnojiva u Hrvatskoj prije 2012. godine	43
4.3.2 Potrošnja gnojiva prema kulturama	45
4.3.2.1 Žitarice	48
4.3.2.2 Kukuruz	50
4.3.2.3 Ostale kulture	53
4.3.3 Potrošnja dušika iz mineralnih i organskih gnojiva	67
4.3.3.1 Prikaz potrošnje dušika na korištenom poljoprivrednom zemljištu u 2012. godini	67
4.3.3.2 Količina dušika koja se prema procjeni ne koristi u poljoprivredi	69
4.3.4 Procjena potrošnje fosfornih gnojiva	69
4.4 Zaključak	73
4.5 Literatura	74
5 ANALIZA POTROŠNJE SREDSTAVA ZA ZAŠTITU BILJA	75
5.1 Uvod	75
5.2 Materijal i metode rada	77
5.3 Rezultati analize potrošnje pesticida u Hrvatskoj za 2012. godinu	80
5.3.1 Analiza potrošnje herbicida	82
5.3.2 Analiza potrošnje fungicida	87
5.3.3 Potrošnja zoocida	91
5.3.4 Analiza potrošnje pesticida po kulturama	94
5.4. Najčešće korišteni pesticidi	105

5.5. Zaključci i smjernice.....	106
5.6 Literatura.....	108
6 ANALIZA OPTEREĆENJA POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA IZ STOČARSKE PROIZVODNJE.	113
6.1 Uvod i cilj zadatka	113
6.2 Metode rada i izvor podataka.....	116
6.2.1 Broj farmi i njihov prostorni smještaj.....	116
6.2.2 Broj pojedinih vrsta i kategorija životinja.....	116
6.2.3 Procjena proizvedene količine i vrste stajskog gnoja.....	118
6.2.4 Procjena količine dušika i fosfora koji se stajskim gnojem iznose na poljoprivredne površine	120
6.2.5 Procjena godišnje količine dušika iz stajskog gnoja korištenjem propisanih koeficijenata	121
6.2.6 Utjecaj bioplinskih postrojenja na smanjenje pritiska na vode iz stočarske proizvodnje.....	121
6.3 Rezultati	122
6.3.1 Karakteristike stočarske proizvodnje u RH	122
6.3.2 Broj i prostorni raspored farmi.....	123
6.3.3 Broj domaćih životinja u Republici Hrvatskoj.....	131
6.3.4 Proizvodnja stajskog gnoja u RH.....	138
6.3.5 Procjena količine dušika i fosfora koji se stajskim gnojem iznose na poljoprivredne površine	144
6.3.5.1 Dušik	144
6.3.5.2 Fosfor	150
6.3.5.3 Utjecaj bioplinskih postrojenja na smanjenje pritiska iz stočarske proizvodnje.....	154
6.4 Zaključak	156
6.5 Literatura.....	157
7 SIMULACIJA PRIMJENE I. AKCIJSKOG PROGRAMA ZAŠTITE VODA OD ONEČIŠĆENJA UZROKOVANIH NITRATIMA POLJOPRIVREDNOG PODRIJETLA.....	159
7.1 Uvod.....	159
7.1.1 Cilj.....	159
7.1.2 Metodologija izračuna	160
7.1.2.1 Prihvatni kapaciteti gnojidbe dušikom (PKG N).....	162
7.1.2.2. Bilance trenutne gnojidbe dušikom (BIL N).....	166
7.1.2.3. Preostali kapaciteti povećanja gnojidbe dušikom (KPG N).....	167
7.2 Prihvatni kapaciteti i bilance gnojidbe dušikom po županijama	167
7.2.1 Prihvatni kapaciteti gnojidbe dušikom po županijama	167
7.2.2 Bilance gnojidbe dušikom po županijama	170
7.2.3 Preostali kapaciteti povećanja gnojidbe dušikom po županijama	174
7.3 Prihvatni kapaciteti i bilance gnojidbe dušikom prema vrsti usjeva.....	176

7.3.1 Prihvatni kapaciteti gnojidbe dušikom prema vrsti usjeva	176
7.3.2 Bilance gnojidbe dušikom prema vrsti usjeva	178
7.3.3 Preostali kapaciteti unosa dušika prema vrsti usjeva	180
7.4 Prihvatni kapaciteti i bilance gnojidbe dušikom prema vrsti usjeva po županijama	181
7.4.1 Žitarice	181
7.4.2 Kukuruz	186
7.4.4 Duhan	194
7.4.5 Šećerna repa	196
7.4.6 Soja.....	198
7.4.7 Suncokret	200
7.4.8 Uljarice	202
7.4.9 Krumpir	205
7.4.10 Kupus	208
7.4.11 Povrće	210
7.4.12 Vinogradi	214
7.4.13 Voćnjaci	216
7.4.14 Maslinici	220
7.4.15. Livade	222
7.4.16 Pašnjaci	225
7.5 Zaključak	228
7.6 Literatura.....	229
8 KORIŠTENJE POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA I POLJOPRIVREDA KAO POKAZATELJ POTENCIJALNOG PRITISKA NA VODE	231
8.1 Uvod.....	231
8.2 Podloge za procjenu pritiska na vode	231
8.3 Zaključak	245
8.4 Literatura.....	246
9 PRIRODNA RANJIVOST VODONOSNIKA U RH I OSJETLJIVOST TLA NA PROPUŠTANJE ONEČIŠĆIVAČA IZ POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA	247
9.1 Karta prirodne ranjivosti vodonosnika u RH	247
9.1.1 Karta prirodne ranjivosti vodonosnika u RH u panonskom dijelu Hrvatske	247
9.1.2 Karta prirodne ranjivosti vodonosnika u krškom dijelu Hrvatske.....	249
9.1.3 Zaključak	251
9.1.4 Literatura.....	252
9.2 Osjetljivost tla na pronos onečišćenja	253
9.2.1 Karta osjetljivosti tla na propuštanje onečišćivača s površine poljoprivrednog zemljišta.....	253
9.2.2 Priprema postojeće karte osjetljivosti tla na propuštanje onečišćivača s površine poljoprivrednog zemljišta za daljnje korištenje	255
9.2.3 Zaključak	257

9.2.4 Literatura.....	257
10 ISKUSTVA DRŽAVA ČLANICA EU U PROVOĐENJU NITRATNE DIREKTIVE	258
10.1 Uvod	258
10.2 Područja ranjiva na onečišćenje voda nitratima iz poljoprivrede (engl. Nitrate Vulnerable Zones - NVZs)	259
10.3 Monitoring površinskih i podzemnih voda za provedbu nitratne direktive u EU-27.	261
10.3.1 Stanje površinskih i podzemnih voda u EU-27	263
10.4 Zaključak.....	267
10.5 Literatura	268
11 PRETHODNO UTVRĐENA PODRUČJA OSJETLJIVA NA NITRATE U RH	269
11.1 Uvod	269
11.2 Osvrt na označena ranjiva područja	272
11.2.1 Ranjivo područje Kutine i Lipovljana	273
11.2.2 Ranjivo područje u Istarskoj županiji.....	275
11.3 Zaključak.....	276
11.4 Literatura	277
12 MONITORING STANJA KAKVOĆE VODA U REPUBLICI HRVATSKOJ	278
Dr. sc. Željka Brkić, Hrvatski geološki institut, Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju	278
12.1 Monitoring podzemnih voda	278
12.1.1 Uvod	278
12.1.2 Pregled lokacija motrenja stanja kakvoće podzemnih voda po slivovima i cjelinama podzemnih voda	278
12.1.3 Motrenje stanja kakvoće podzemnih voda u aluvijalnim vodonosnicima sjeverne Hrvatske	283
12.1.4 Zaključak.....	284
12.1.5 Literatura	285
12.2 Monitoring stanja kakvoće površinskih voda u Republici Hrvatskoj.....	285
12.2.1 Uvod	285
12.2.2 Vrste monitoringa.....	285
12.2.2.1 Nadzorni monitoring površinskih voda	285
12.2.2.2 Operativni monitoring površinskih voda	286
12.2.2.3 Monitoring stanja voda u zaštićenim područjima	286
12.2.3 Zaključak.....	288
12.2.4 Literatura	288
13 PRIJEDLOG MONITORINGA STANJA VODA U RH S OBZIROM NA PRITISKE IZ POLJOPRIVREDE	289
13.1 Uvod	289
13.2 Materijali i metode rada	290

13.3 Prijedlog budućeg monitoringa površinskih i podzemnih voda u RH.....	293
13.4 Prijedlog dinamike uzorkovanja površinskih i podzemnih voda u RH.....	300
13.5 Analitički pokazatelji u površinskim i podzemnim vodama za provedbu Nitratne direktive.....	301
13.6 Zaključak.....	301
13.7 Literatura	302

1 UVOD

Tlo kao neobnovljiva prirodna vrijednost iziskuje naročitu pažnju tijekom korištenja i najveću brigu o plodnosti, strukturi, eroziji, onečišćenju i drugim oblicima kakvoće. Poljoprivredna tla su dodatno izložena oštećenju zbog intenzivnog korištenja, a što može ugroziti prirodnu vezu tla i vode i uzrokovati degradaciju kakvoće površinskih i podzemnih voda.

Da bi se spriječilo onečišćenje vode uzrokovana nitratima iz poljoprivrede, Europska komisija je 1991. godine izdala Nitratnu direktivu (91/676/EEC). Prekomjerna primjena dušika uzrokuje njegov neizbježan gubitak iz tla ispiranjem u vode. Ako dospiju u podzemnu vodu koja se koristi za piće, nitrati izravno štete zdravlju ljudi. Time je šteta višestruka – ugrožava se zdravlje ljudi i stanje okoliša, a gubi se dio dušika koji treba nadomjestiti sve skupljim gnojivima. Stočarska proizvodnja je također važan izvor dušika i samo dobrim gospodarenjem organskim gnojivima mogu se kontrolirati unosi i spriječiti gubici.

Krajem 2012. godine donesena je Odluka o određivanju ranjivih područja u Republici Hrvatskoj (Narodne novine 130/12) kojom se utvrđuju ranjiva područja na vodnom području rijeke Dunava i jadranskom vodnom području, a na kojima je potrebno provesti mjere zaštite voda od onečišćenja nitratima iz poljoprivrede. Prema navedenoj Odluci, oko 10 % kopnenog teritorija RH je označen kao ranjiv – 2.628 km² na vodnom području rijeke Dunav i 2.454 km² na jadranskom vodnom području.

Donesen je I. Akcijski program zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog porijekla koji je stupio na snagu danom pristupanja Republike Hrvatske Europskoj uniji.

Dosada su u Hrvatskoj provedeni brojni znanstveni i stručni projekti koji su se bavili problemom utjecanja poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda. Većina je provedena s ciljem rješavanja konkretnih pojedinačnih problema na danim lokacijama, kao na primjer učinaka primjene različitih tehnologija u proizvodnji povrća u Vranskom bazenu na ispiranje nitrata u površinske i podzemne vode (Romić i sur., 1995.-2000.), zatim učinak primjene različitih razina gnojidbe dušikom u ratarskoj proizvodnji na ispiranje nitrata u Popovači (Mesić i sur. 1996. do danas), Josipović i sur. (2000. do danas) istraživali su utjecaj navodnjavanja i gnojidbe dušikom na ispiranje nitrata iz tla u proizvodnji kukuruza i soje na

eksperimentalnom polju Instituta za poljoprivredu Osijek, Šiminić i sur. (2000. do danas) pratili su ispiranja nitrata i aktivnih tvari herbicida na dreniranim površinama pod ratarskim kulturama na eksperimentalnom polju u Jelenščak u Popovači, a Petošić i sur. (2000. do danas) na području budućeg kanala Dunav-Sava provode monitoring stanja površinskih i podzemnih voda s obzirom i na utjecaje iz poljoprivrede; na području Varaždinske županije Romić i sur. (2011.- 2013.) su u lizimetarskom eksperimentu pratili utjecaj različitih vrsta biljne proizvodnje na različitim tipovima tala na ispiranje hranjivih tvari u podzemnu vodu, a u području delte Neretve (Romić i sur., 1997. do danas) pored drugih ciljeva provode i monitoring površinskih i podzemnih voda s obzirom na utjecaj poljoprivredne proizvodnje; u Istri Ban i sur. (2004. – 2006.) ispituje učinak različitih tehnologija u proizvodnji povrća na ispiranje nitrata u podzemnu vodu. To je samo dio istraživanja koji je doprinio spoznajama i dokazima o utjecaju poljoprivrede na vode, a stečena iskustva primjenjena su u rješavanjima konkretnih problema.

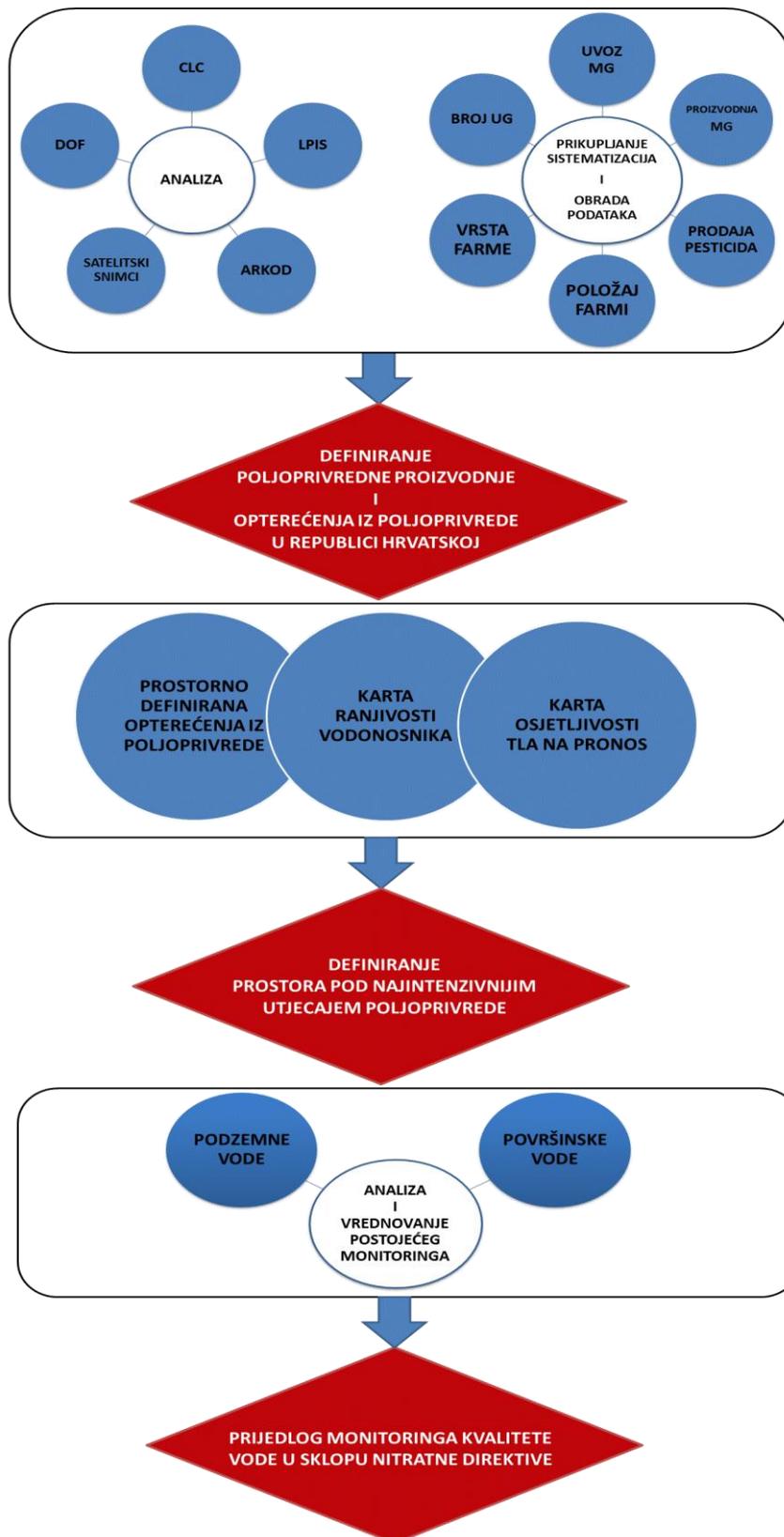
U RH postoji nacionalni monitoring podzemnih i površinskih voda. Temeljem takvog monitoringa moguće je donijeti odluke o ranjivim zonama. To su područja u kojima je u podzemnim vodama utvrđeno nitrata u koncentraciji višoj od 50 mg/l. Međutim, današnji monitoring ne odražava stvarno stanje pritiska iz poljoprivrede. Naime, nacionalni monitoring koncipiran je općenito, a Nitrarna direktiva traži da se nedvojbeno utvrdi doprinos poljoprivrede na opterećenje voda hranjivim tvarima, prvenstveno nitratima i fosfatima.

Ciljevi projekta su bili sljedeći:

1. Definirati poljoprivredni prostor RH,
2. Procijeniti pritisak dušika i fosfora iz mineralnih i organskih gnojiva na području RH,
3. Analizirati potrošnju sredstava za zaštitu bilja na području RH,
4. Analizirati opterećenje površinskih i podzemnih voda iz stočarske proizvodnje,
5. Simulirati primjenu I Akcijskog programa zaštite vode od onečišćenja uzrokovanih nitratima iz poljoprivrede,
6. Analizirati poljoprivredu unutar županija i općina za procjenu pritiska na vode,
7. Definirati prirodnu ranjivost i osjetljivost tala na propuštanje onečišćivača iz poljoprivrednog zemljišta,
8. Analizirati iskustva država EU u provedbi Nitrarne direktive,

9. Osvrnuti se na prethodno utvrđena ranjiva područja u RH,
10. Ocijeniti postojeći monitoring površinskih i podzemnih voda u RH, i
11. Predložiti budući Monitoring stanja vode u RH s obzirom na pritiske iz poljoprivrede.

2 GRAFIČKI SAŽETAK PROJEKTA



3 KORIŠTENJE POLJOPRIVREDNIH POVRŠINA U RH

Autor:

Dr. sc. Vlado Kušan, OIKON d.o.o. Zagreb, Zavod za prirodne resurse

3.1 Uvod i cilj zadatka

Precizni i pouzdani podaci o načinu korištenja zemljišta u RH ne postoje. U Izvješću o stanju u prostoru RH za razdoblje 2008. - 2012. (Narodne Novine 61/2013) (u daljnjem tekstu Izvješće) navodi se: „Snimak stanja zemljišnih površina prema načinu stvarnog korištenja u Hrvatskoj statistički se ne provodi. Zbog toga se struktura korištenja površina (zemljišta) prikazuje usporedbom raspoloživih statističkih podataka i podataka iz PPŽ i PPUO/G.“ (PPŽ – prostorni plan županije; PPO/G – prostorni plan uređenja općine/grada). Struktura pokrova zemljišta prema istom izvješću prikazana je u tablici 1.

Tablica 1. Struktura pokrova zemljišta u RH u 2006. godini

Način korištenja zemljišta	Površina (ha)	Udio (%)
Čovjekom utjecane površine	203.738	3,6
Vodene površine	90.550	1,6
Poljoprivredne površine u privatnom vlasništvu	1.799.689	31,8
Poljoprivredne površine u državnom vlasništvu - neobrađene	633.853	11,2
Poljoprivredne površine u državnom vlasništvu - obrađene	260.332	4,6
Šume i šumsko zemljište	2.671.237	47,2
UKUPNO RH (kopnena površina)	5.659.400	100

Izvor: Izvješće o stanju u prostoru RH 2008. – 2012. (Narodne Novine 61/2013)(Ministarstvo poljoprivrede, Corine Land Cover, Agencija za zaštitu okoliša, 2010.)

U istom Izvješću je navedeno da je prema evidenciji prostornih planova županija i jedinica područne samouprave struktura korištenja zemljišta značajno drugačija (tablica 2).

Tablica 2. Prostorna struktura korištenja površina prema prostornim planovima županija

Struktura	ha	%
Izgrađeni dio GP naselja	264.582	4,68
Izgrađene strukture izvan GP naselja	100.363	1,77
Ostale neizgrađene površine	117.024	2,07
Površine infrastrukturnih sustava	126.205	2,23
Poljoprivredne površine isključive namjene	1.652.531	29,20
Šumske površine isključive namjene	2.576.948	45,54
Ostale poljoprivredne i šumske površine	728.365	12,87
Vodne površine	93.001	1,64
Republika Hrvatska	5.659.019	100,00

Izvor: Izvješće o stanju u prostoru RH 2008. – 2012 (Narodne Novine 61/2013)

Iz podataka koji su objavljeni u istom dokumentu i u istom poglavlju vidljivo je da površine nije moguće međusobno uspoređivati jer su kategorije pokrova i korištenja zemljišta različite. Ukoliko se podaci iz tablice 1 i tablice 2 svedu na iste kategorije načina korištenja zemljišta, kako je prikazano u tablici 3, uočljive su razlike u površinama kod svih kategorija korištenja zemljišta. Pritom su najveće razlike kod kategorija *čovjekom utjecane površine* i *poljoprivredne površine*. Ukoliko se kategorija *ostale poljoprivredne i šumske površine* pribroji kategoriji *poljoprivredne površine* razlika se donekle smanjuje, ali je još uvijek značajna.

Tablica 3. Procjena načina korištenja zemljišta prema jedinstvenim kategorijama usporedbom strukture pokrova zemljišta u RH u 2006. godini i prostorne strukture korištenja površina prema prostornim planovima županija (Narodne Novine 61/2013)

Način korištenja zemljišta	Struktura pokrova zemljišta u RH u 2006.		Prostorna struktura korištenja površina prema prostornim planovima županija	
	ha	%	ha	%
Čovjekom utjecane površine	203.738	3,6	491.150	8,7
Vodene površine	90.550	1,6	93.001	1,6
Poljoprivredne površine	2.693.874	47,6	1.652.531	29,2
Šume i šumsko zemljište	2.671.237	47,2	2.576.948	45,5
Ostale poljoprivredne i šumske površine		0	845.389	14,9
Republika Hrvatska	5.659.400	100	5.659.019	100,0

Osnovni problem koji se uočava u dokumentu koji bi trebao dati stvarnu sliku o korištenju prostora te biti podloga za strateško planiranje jest terminološka i metodološka nedosljednost. Naime, vrlo se često pojmovi „korištenje zemljišta“ i „pokrov zemljišta“

koriste kao sinonimi. Međutim, ta dva pojma podrazumijevaju zapravo različite podatke ili informacije.

„**Land cover**“ is the observed (bio)physical cover on the earth's surface.

When considering land cover in a very pure and strict sense it should be confined to describe vegetation and man-made features. Consequently, areas where the surface consists of bare rock or bare soil are describing *land* itself rather than *land cover*. Also, it is disputable whether water surfaces are real land cover. However, in practise, the scientific community usually describes those aspects under the term land cover (LCCS/FAO 2000).

Pojam „*pokrov zemljišta*“ odnosi se na podatak čime je zemljište pokriveno. Tako zemljište može biti pokriveno šumom, poljoprivrednim usjevima, travnjačkom ili grmolikom vegetacijom, vodom, prometnicama, naseljima i slično. Navedeni primjeri pokrova zemljišta donekle pokazuju i na koji se način neka površina koristi.

Pojam „*korištenja zemljišta*“ pak nije moguće jednoznačno definirati, jer se različiti pokrovi zemljišta koriste na različite načine.

„**Land use**“ is characterised by the arrangements, activities and inputs people undertake in a certain land cover type to produce, change or maintain it.

A more inclusive definition of land-use is often used in practice. 'Land use' actually includes near-surface water (see the definition of land). Any given area of land is usually used to satisfy multiple objectives or purposes(LCCS/FAO 2000).

Glavna razlika između načina korištenja zemljišta i pokrova zemljišta je u tome što je **pokrov zemljišta** posljedica (bio)fizičkih karakteristika zemljine površine (često je povezan s ekosustavima), a **način korištenja zemljišta** se očituje u funkcionalnoj dimenziji zemljišta sa stajališta potrebe čovjeka i njegovih gospodarskih aktivnosti.

Zemljište pokriveno poljoprivrednim usjevima (oranice, povrtnjaci, voćnjaci, vinogradi, maslinici i dr.) koristi se za poljoprivredu u širem smislu, ali njegovo korištenje može biti intenzivno, ekstenzivno ili pak površine mogu biti zapuštene. Ukoliko na taj način razlučimo pojmove „*korištenja zemljišta*“ i „*zemljišnog pokrova*“ tada možemo zaključiti da u RH nema na raspolaganju pouzdanih podataka o načinu korištenja zemljišta.

U Izvješću je također navedeno: „*Praćenje promjene stanja u korištenju prostora i pokrovu zemljišta omogućuje digitalna, ažurna baza podataka o pokrovu zemljišta prema*

nomenklaturi Corine Land Cover (CLC Hrvatska 2000. – 2006.) koji jedinstvenom EU metodologijom, na temelju satelitskih slika kartira pokrov. Time je olakšano praćenje stanja u korištenju prostora, ali prvenstveno omogućeno praćenje promjena tijekom vremena.“

CORINE Land Cover Hrvatska (CLC Hrvatska) predstavlja digitalnu bazu podataka o stanju i promjenama zemljišnog pokrova i namjeni korištenja zemljišta Republike Hrvatske za razdoblje 1980.-2006. Baza CLC Hrvatska je konzistentna i homogenizirana sa podacima pokrova zemljišta cijele Europske unije. CLC baza podataka izrađena je prema programu za koordinaciju informacija o okolišu i prirodnim resursima pod nazivom CORINE (COoRdination of INformation on the Environment) prihvaćenom od strane Europske unije i na razini Europske unije ocijenjena je kao temeljni referentni set podataka za prostorne i teritorijalne analize. U sklopu CLC Hrvatska nalaze se baze pokrova zemljišta (za 1980., 1990., referentnu 2000., referentnu 2006. i referentnu 2012. god.) te baze promjena (CLC change 1980-1990, 1980-2000, 1990-2000, 2000-2006 i 2006-2012)(<http://www.azo.hr/CORINELandCover>).

Stoga se podaci o pokrovu zemljišta na prostoru RH prema CLC Hrvatska bazama podataka mogu smatrati vjerodostojnijima. Za vrijeme rada na ovom projektu završena je i od strane tehničkog tima European Environmental Agency verificirana CLC baza podataka za 2012. godinu. Usporedimo li podatke o pokrovu zemljišta prema CLC Hrvatska za 2006. i 2012. (tablica 4) s podacima iz tablice 3 gdje su uspoređene procjene kategorija zemljišta objavljene u različitim dokumentima može se uočiti da su najveće razlike upravo u kategoriji *poljoprivredne površine* dok su u ostalim kategorijama te razlike uglavnom manje od 1 %.

Tablica 4. Kategorije pokrova zemljišta prema Corine Land Cover Hrvatska bazama za 2006. i 2012. godinu

Kategorije pokrova zemljišta	CLC Hrvatska 2006		CLC Hrvatska 2012	
	ha	%	ha	%
Čovjekom utjecane površine	189.853	3,4	194.134	3,4
Vodene površine	53.882	1,0	53.593	0,9
Poljoprivredne površine	2.541.908	44,9	2.540.403	44,9
Šume i šumsko zemljište	2.687.635	47,5	2.681.233	47,4
Ostale poljoprivredne i šumske površine	183.359	3,2	187.299	3,3
UKUPNO RH	5.658.643	100,0	5.658.674	100,0

Stoga je prvi cilj ovog zadatka u projektu bio provesti analizu stvarnog korištenja poljoprivrednih površina utvrđivanjem:

1. ukupne poljoprivredne površine u RH (ha)
2. obradive površine - prema vrstama kultura (oranice, vinogradi, voćnjaci)
3. površine pod livadama i pašnjacima.

Kao podloga za analizu korišteni su sljedeći izvori podataka: ARKOD (korištenje zemljišta i farme), Corine Land Cover (CLC Hrvatska) i Službena državna statistika. **ARKOD** je nacionalni sustav identifikacije zemljišnih parcela, odnosno evidencija uporabe poljoprivrednog zemljišta u Republici Hrvatskoj, <http://www.arkod.hr/>. Uspoređeni su podaci o namjeni i korištenju zemljišta i kultura prema ARKOD-u s CLC Hrvatska. Uočene razlike su dokumentirane i analizirane. Za potrebe procjene opterećenja voda iz poljoprivrede bilo je potrebno na temelju stanja u 2012. godini za koju je utvrđeno da postoje relevantni podaci izraditi prostorni prikaz procjene opterećenja u vidu:

1. karte korištenja poljoprivrednih površina u RH
2. karte zasijanih površina po kulturama.

3.2 Metodika izrade karata i korišteni materijali

3.2.1 Utvrđivanje površine poljoprivrednog zemljišta u RH

Zakonom o poljoprivrednom zemljištu (Narodne Novine 39/13) pod poljoprivrednim zemljištem podrazumijeva se sljedeće:

(1) Poljoprivrednim zemljištem u smislu ovoga Zakona smatraju se poljoprivredne površine: oranice, vrtovi, livade, pašnjaci, voćnjaci, maslinici, vinogradi, ribnjaci, trstici i močvare kao i drugo zemljište koje se uz gospodarski opravdane troškove može privesti poljoprivrednoj proizvodnji.

(2) Neobraslo šumsko zemljište i zemljište obraslo početnim ili degradacijskim razvojnim stadijima šumskih sastojina (makija, garig, šikare, šibljaci i drugo), a pogodno je za poljoprivrednu proizvodnju smatra se poljoprivrednim zemljištem.

Prema toj definiciji bi u RH na temelju CLC Hrvatska za 2012. godinu trebalo biti 3.384.828 ha poljoprivrednog zemljišta. Istovremeno, prema definiciji šume u Zakonu o šumama (Narodne Novine 140/05., 82/06., 129/08., 80/10., 124/10., 25/12., 68/12., 148/13, i 94/14.)

u RH ima 2.681.233 ha šuma (CLC Hrvatska 2012). Zbroj ta dva podatka daje površinu koja značajno premašuje ukupnu kopnenu površinu RH. Uvrštavanje površina iz stavka 2 Zakona o poljoprivrednom zemljištu u površinu poljoprivrednog zemljišta nerealno je iz razloga što su makije, garizi, šikare i šibljaci u RH nastali stoljetnom degradacijom prirodnih šuma i te se površine stoga nalaze u šumsko gospodarskom području RH, tj, obuhvaćene su šumsko-gospodarskim planovima. Za korištenje u poljoprivrednu namjenu te je površine prvo potrebni izdvojiti iz šumsko-gospodarskog područja.

Analizom različitih izvora podataka uočava se velika raznolikost u površinama poljoprivrednog zemljišta ovisno o metodici procjene (tablica 5).

Tablica 5. Površina poljoprivrednog zemljišta u RH procijenjena korištenjem različitih izvora

Godina	Ukupno poljoprivredno zemljište		Korišteno poljoprivredno zemljište		
	Izvješće o stanju		LPIS – inicijalni sloj*	ARKOD	Državni zavod za statistiku
	u prostoru RH 2008.-2012.	CLC Hrvatska			
2006		2.725.267			1.230.183
2007					1.201.756
2008					1.289.091
2009			1.789.984		1.299.582
2010	2.693.874				1.333.835
2011				1.010.732	1.326.083
2012	2.380.896	2.727.702		1.024.397	1.330.973

* LPIS Sustav za identifikaciju zemljišnih čestica (LPIS) koji se uspostavlja na temelju karata, korištenjem GIS-a (metode računalnog geografskog informacijskog sustava). Navedeni sustav predstavlja grafičku evidenciju svih zemljišnih površina koje se koriste za poljoprivrednu proizvodnju (<http://www.mps.hr/default.aspx?id=4789>).

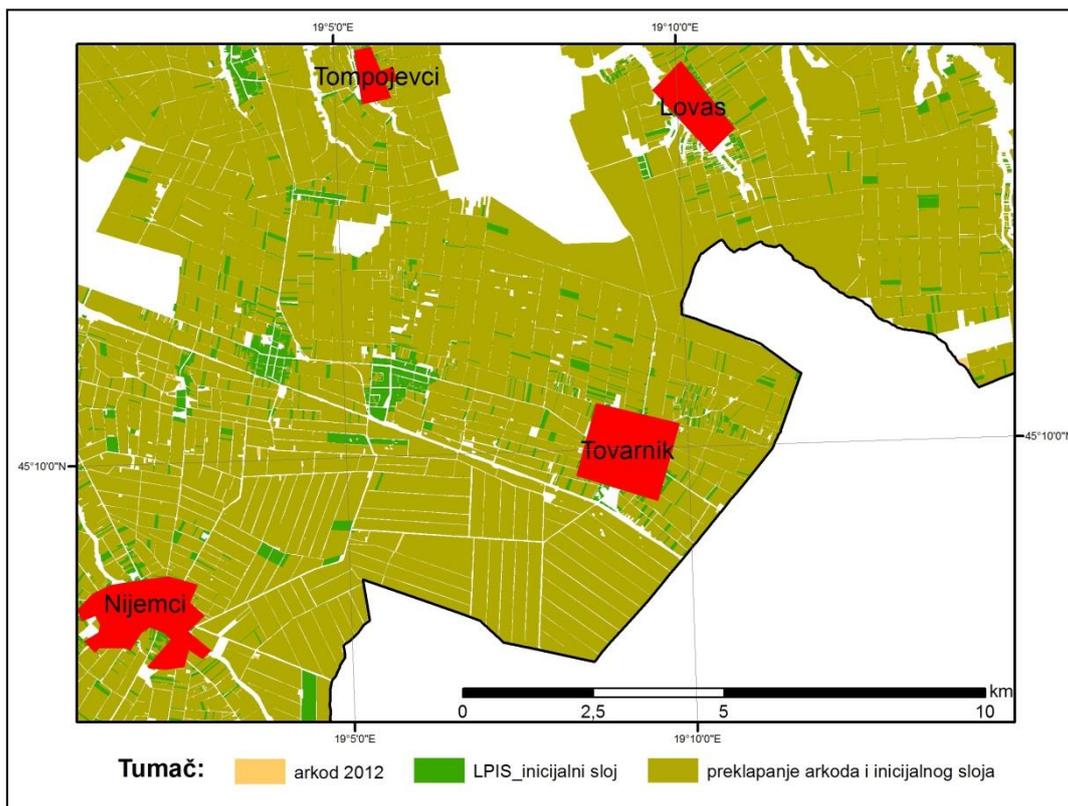
Razlike u površinama poljoprivrednog zemljišta iz navedenih izvora su velike. Površine procijenjene korištenjem podataka Državnog zavoda za statistiku (DZS) iz metodoloških razloga su značajno manje od onih procijenjenih iz CLC Hrvatska i izvješća. Površine DSZ značajno osciliraju tijekom godina, a upitno je na koje površine se ti podaci zapravo odnose. Nadalje, podaci DZS-a ne prikazuju prostornu razdiobu poljoprivrednog zemljišta. CLC baza podataka prikazuje nešto veću površinu od Izvješća o stanju u prostoru RH 2008.-2012. Razlog tome je što u pojedinim kategorijama, sukladno metodologiji, može biti određeni udjel šumske i grmolike vegetacije. Tako u kategoriji mozaika različitih poljoprivrednih površina sa značajnim udjelom prirodne vegetacije može biti do 30 % šumske i grmolike

vegetacije, a u kategorijama trajnih nasada (voćnjaci, vinogradi, maslinici) do 10 %. Nadalje, u kategoriji mozaika različitih načina poljoprivrednog korištenja nalaze se seoska naselja površine manje od 25 ha (što je najmanja površina kartiranja).

LPIS inicijalni sloj izrađen je tijekom 2009. i 2010. godine i poslužio je kao podloga za uspostavu ARKOD-a. Taj sloj izrađen je na temelju interpretacije aerosnimaka snimljenih 2007. – 2009. godine. Kartirane su kategorije poljoprivrednog korištenja zemljišta: oranice i vrtovi, staklenici, trajni nasadi (voćnjaci, vinogradi, maslinici i dr.), livade i pašnjaci, mozaik poljoprivrednih površina i ostali načini korištenja.

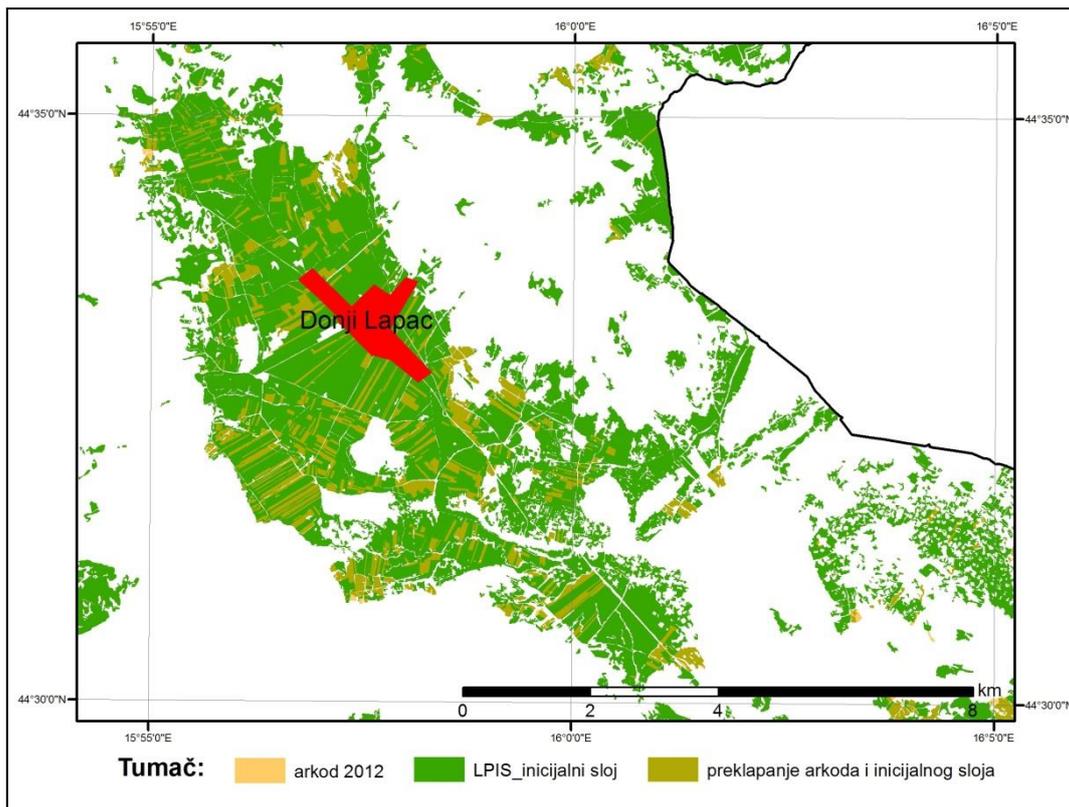
Stupanj preklapanja površina identificiranih LPIS inicijalnim slojem i ARKOD-om razlikuje se u različitim dijelovima Hrvatske.

Na slici 1 prikazano je da je u području istočne Slavonije (od Vukovara do Iloka) utvrđeno gotovo potpuno preklapanje LPIS inicijalnog sloja i parcela u ARKOD-u.

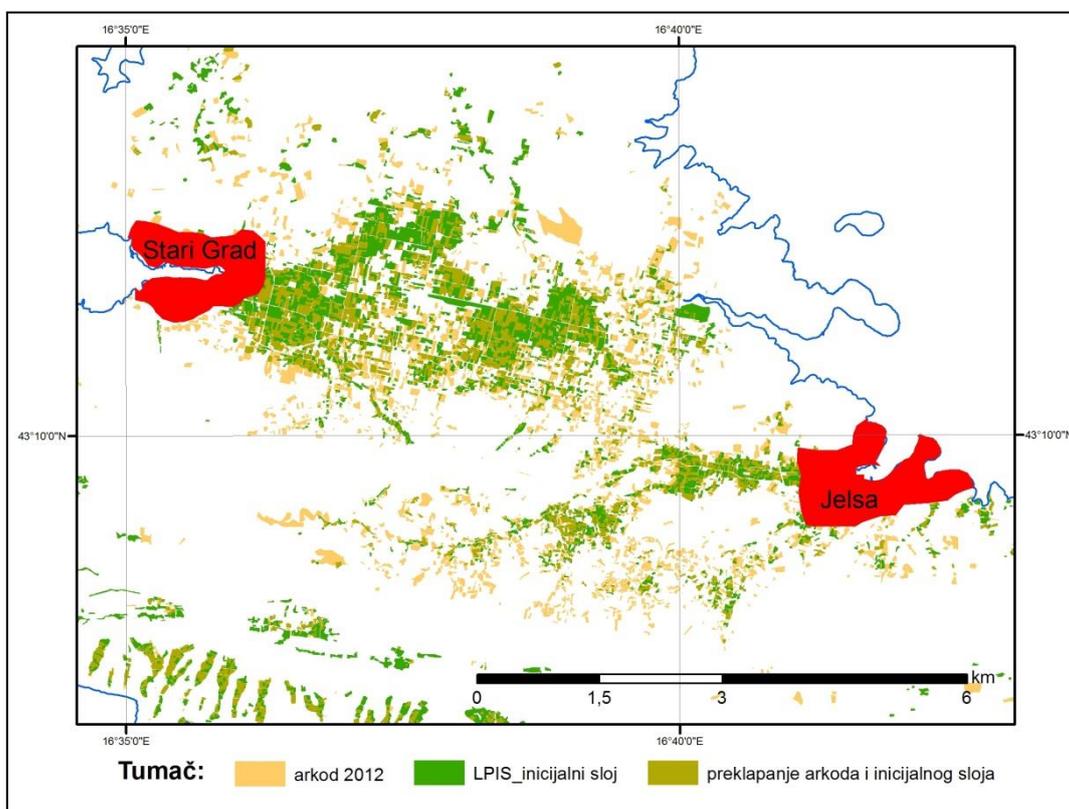


Slika 1. Preklapanje LPIS inicijalnog sloja i parcela u ARKOD-u u području istočne Slavonije (oko Tovarnika)

Za razliku od područja istočne Slavonije, u Lici je samo manji dio LPIS inicijalnog sloja registriran i u ARKOD-u (slika 2).

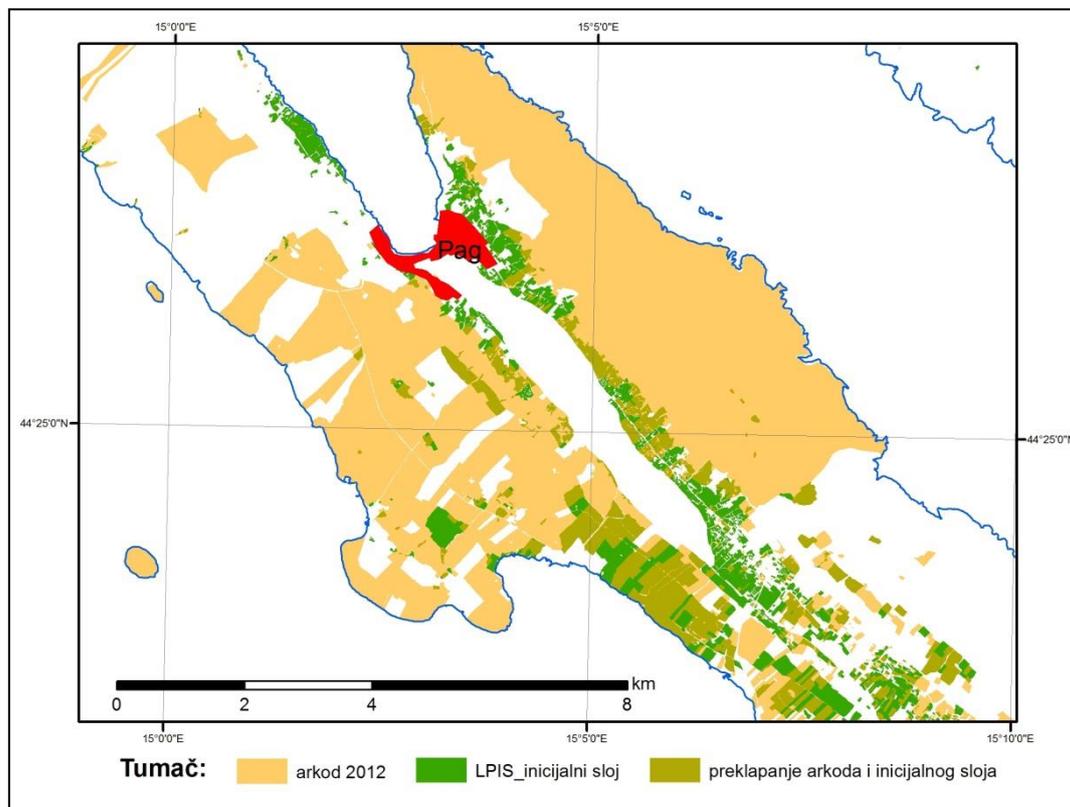


Slika 2. Preklapanje LPIS inicijalnog sloja i parcela u ARKOD-u na području Donjeg Lapca
 Na slici 3 je na primjeru Hvara prikazan slučaj kada značajan dio parcela registriranih u ARKOD-u nisu kartirane u LPIS inicijalnom sloju.



Slika 3. Preklapanje LPIS inicijalnog sloja i parcela u ARKOD-u na otoku Hvaru

Na otoku Pagu većina površina uključenih u ARKOD nije kartirana u LPIS inicijalnom sloju (slika 4).



Slika 4. Preklapanje LPIS inicijalnog sloja i parcela u ARKOD-u na otoku Pagu

3.2.2 Izrada karata

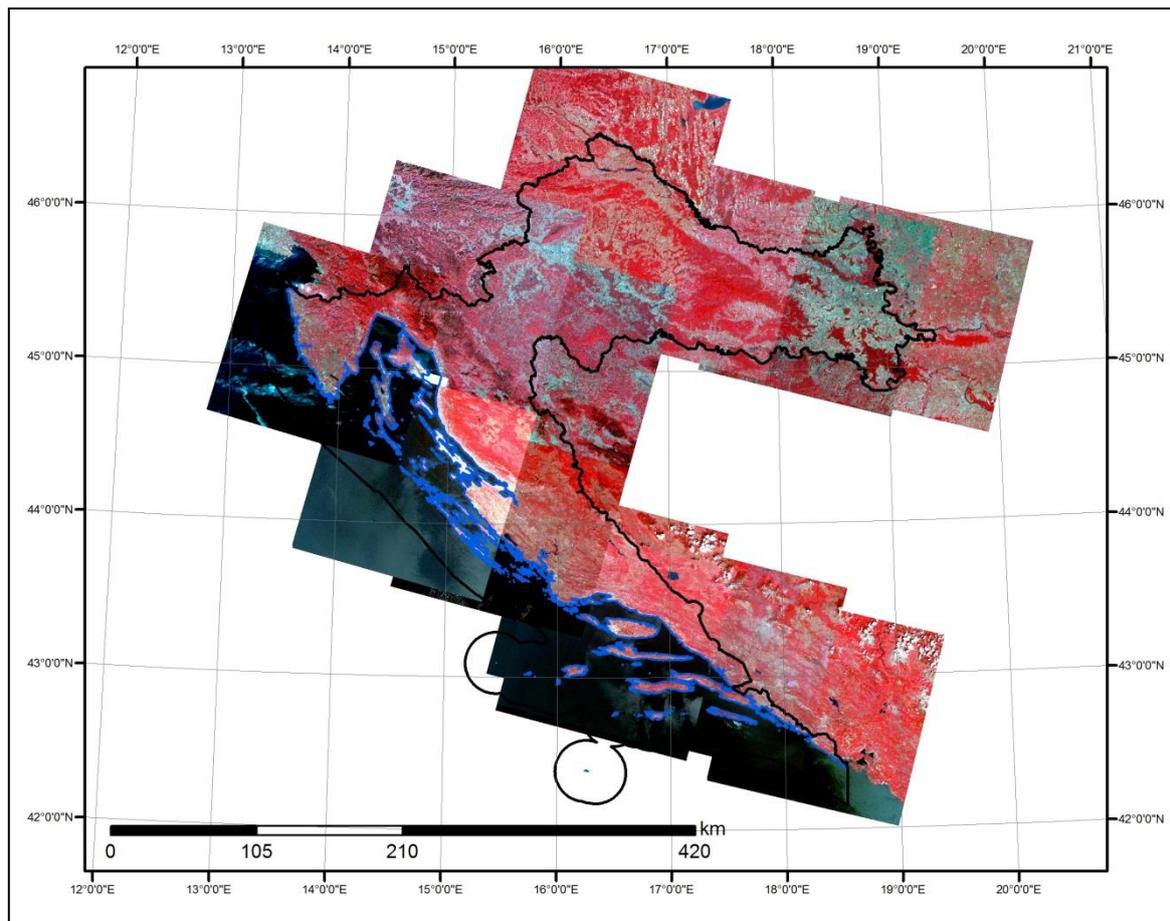
Za potrebe ovog projekta predviđeno je da se za izradu karte poljoprivrednog korištenja zemljišta u RH koristi CLC Hrvatska za 2012. godinu te da se ista nadopuni i korigira na temelju satelitskih snimaka. Naime, CLC baza se izrađuje s minimalnom površinom kartiranja od 25 ha pa se vrlo često zbog generalizacije površine neke kategorije manje od 25 ha (npr. naselja) moraju uklopiti u susjednu kategoriju (npr. mozaik različitih načina poljoprivrednog korištenja). Satelitske snimke su nabavljene iz seta satelitskih snimaka pomoću kojih je izrađen CLC Hrvatska za 2012. To su snimke sa satelita IRS – Resourcesat 01 snimljene senzorom LISS III. Prostorna rezolucija odnosno veličina piksela tih snimaka je 20 m. Snimke imaju četiri kanala (snimljenih dijelova spektra): zeleni, crveni, bliži infracrveni i srednji infracrveni što ih čini pogodnima za proučavanje vrste i stanja vegetacije. Cijela RH pokrivena je s 12 snimaka kako je to prikazano u tablici 6 i na slici 5.

K tome su kao pomoć pri interpretaciji korišteni i podaci iz ARKOD-a dobiveni od Agencije za plaćanje u poljoprivredi. Uz prostorne podatke o načinu korištenja za svaku ARKOD

parcelu tablično su dobiveni i podaci o kulturama zasijanima na tim parcelama za 2011. i 2012. godinu.

Tablica 6. Prostorni raspored, vrijeme snimanja i nazivi snimaka prikupljenih za analizu zasijanih površina

Stupac	Red	Datum snimanja	Naziv slike
31	37	25-09-2012	S31_R37_120925_Istra.tif
32	37	30-09-2012	S32_R37_120930_rijeka.tif
32	38	30-07-2012	S32_R38_120730_rab.tif
33	36	11-09-2012	S33_R36_120911_CROsz.tif
33	37	11-09-2012	S33_R37_120911_CROsred.tif
33	38	11-09-2012	S33_R38_120911_dalmacija.tif
34	36	23-08-2012	S34_R36_120823_Slavsred.tif
34	38	11-09-2012	S34_R38_120911_split.tif
35	36	22-08-2012	S35_R36_120822_Slav.tif
35	38	22-08-2012	S35_R38_120822_peljesac.tif
36	36	22-06-2012	S36_R36_120622_ist_sla.tif
36	38	08-06-2012	S36_R38_120608_dubrovnik.tif

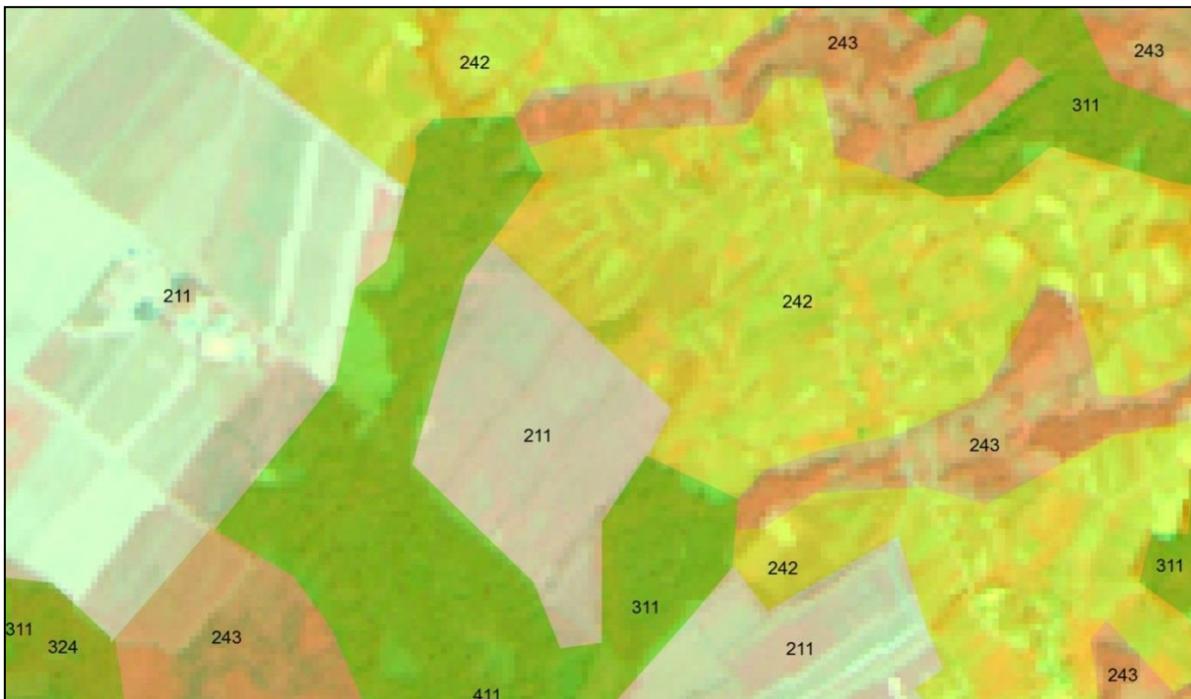


Slika 5. Satelitske slike koje su korištene za korekciju CLC Hrvatska za 2012.g.

Postupak izrade karte poljoprivrednog korištenja zemljišta podrazumijevao je da se preko satelitske snimke (slika 6) preklope podaci iz CLC Hrvatska za 2012.g. (slika 7) i iz ARKOD-a (slika 8) postave baze podataka.



Slika 6. Isječak satelitske snimke



Slika 7. Isječak satelitske snimke preklopljen s CLC Hrvatska 2012.g. *Legenda: 211 – oranice, 242 – mozaik različitih načina poljoprivrednog korištenja, 243 - mozaik različitih načina poljoprivrednog korištenja sa značajnim udjelom prirodne vegetacije, 311 – bjelogorične šume, 324 – zemljišta u zarastanju*



Slika 8. Isječak satelitske slike preklopljen s podacima iz ARKOD-a

Prvotno je bilo planirano da se na temelju načina korištenja i poljoprivredne kulture iz ARKOD-a kao ulaznih podataka provede digitalna (automatska) interpretacija odnosno klasifikacija satelitskih snimaka. Prihvatljiva točnost takve interpretacije može se ostvariti za površine veće od 100 piksela (u slučaju korištenih IRS snimaka to je 4 ha), a takvih površina u ARKOD-u ima samo 2,17 % dok je ostali dio parcela manji od te površine. Stoga je postalo upitno može li se digitalnom interpretacijom satelitskih snimaka postići zadana točnost od 85 %. Osim toga, projektnim zadatkom je bilo predviđeno da se karta korištenja poljoprivrednog zemljišta i karta kultura izradi za kategorije:

1. oranice (žitarice, kukuruz i ostalo);
2. trajni nasadi (voćnjaci, vinogradi i maslinici);
3. livade i pašnjaci.

Nakon analize svih ulaznih podataka definirano je da se karta izradi za kategorije načina korištenja i kulture kako slijedi:

1. oranice: žitarice, kukuruz, krmiva, duhan, šećerna repa, soja, suncokret, uljarice, krumpir, kupus, ostalo povrće;
2. trajni nasadi: vinogradi, voćnjaci, maslinici;
3. livade i pašnjaci te

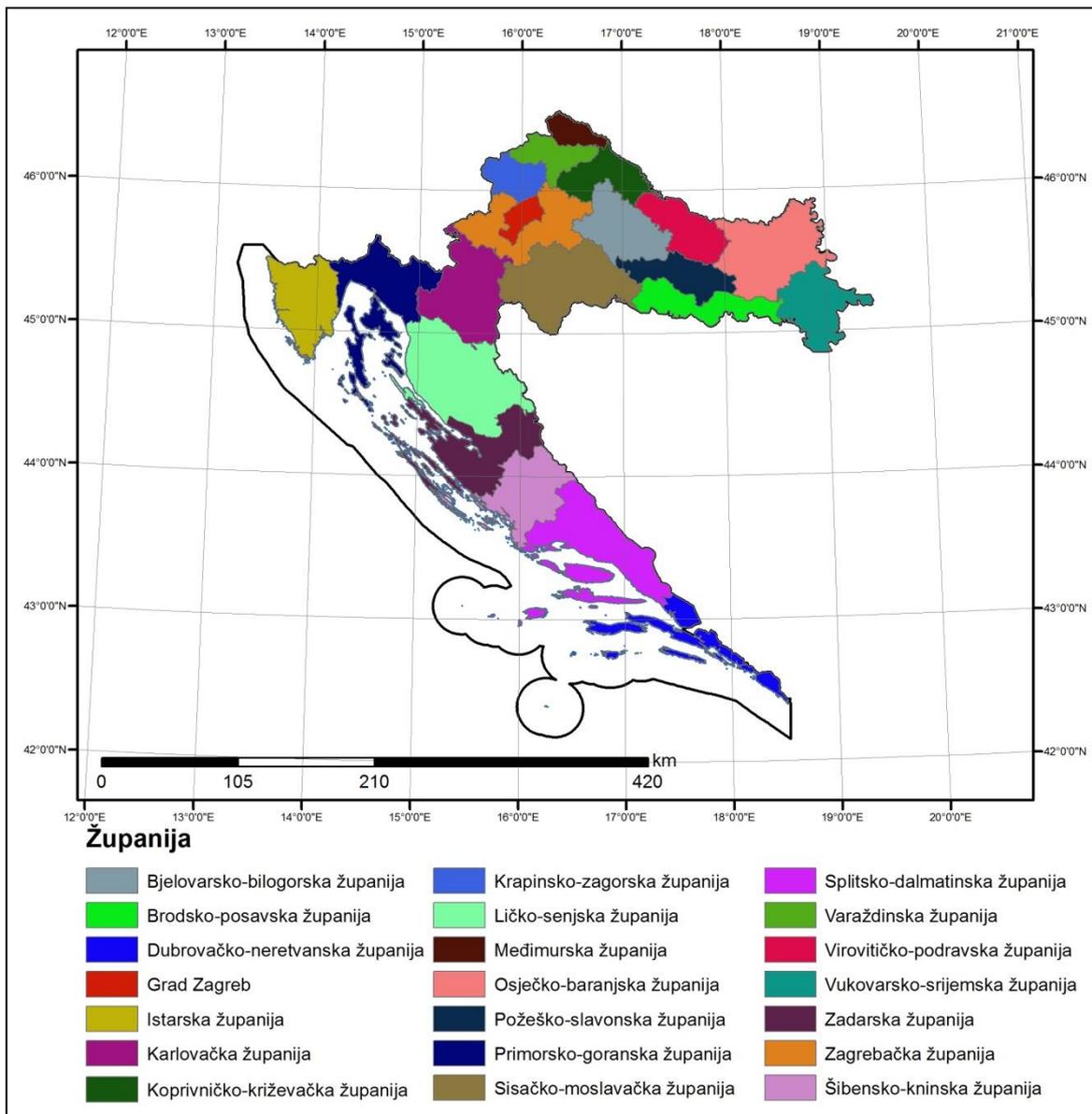
4. nekorišteno poljoprivredno zemljište.

Time je broj kategorija s 8 predviđenih projektnim zadatkom porastao na 17. Mnoge od navedenih kultura imaju sličnu fenologiju, osobito u kasno proljeće, kao na primjer duhan, soja, šećerna repa, krumpir, ostalo povrće, neke uljarice (bundeva). Stoga je njihovo razlikovanje na satelitskim snimkama nepouzđano. Zbog toga je samo jedan set satelitskih snimaka koje vremenski pokrivaju vegetacijsko razdoblje, ali su različita područja RH pokrivena snimkama iz različitih dijelova vegetacijskog razdoblja nedostatan. Za pouzdanu interpretaciju svih predviđenih kategorija bi cijelo područje RH trebalo biti pokriveno s dvije snimke iz različitih dijelova vegetacijskog razdoblja (proljeće – jesen). Zbog toga je planirana digitalna (automatska) interpretacija satelitskih snimaka u daljnjem radu zamijenjena vizualnom interpretacijom digitalnog ortofota (slika 9). Ta promjena je značajno povećala količinu potrebnog vremena za izradu projekta te samim time i produžila izvođenje istog. Naime, kartiranje na razini satelitskih snimaka rezolucije 20 m moguće je izvesti u mjerilu 1:100.000 s najmanjom površinom kartiranja oko 9 ha (Antonić i dr., 2005), dok je kartiranje na digitalnom ortofotu (rezolucija 0,4 m) uz uvažavanje podataka iz ARKODA (površine arkod parcela već od 200 m²) potrebno provesti u mjerilu 1:5.000 ha s najmanjom površinom kartiranja 0,5 ha. Kolika je razlika u obimu posla najbolje govori podatak da CLC 2012 baza podataka (mjerilo 1:100.000) sadrži 10.857 poligona poljoprivrednog zemljišta, a karta poljoprivrednih kultura RH iz ovog projekta sadrži 1.326.569 poligona. Ako se uzme u obzir da Arkod za 2012. godinu sadržava 854.675 parcela (poligona) to znači da je za izradu karte trebalo dodatno digitalizirati 471.894 poligona.

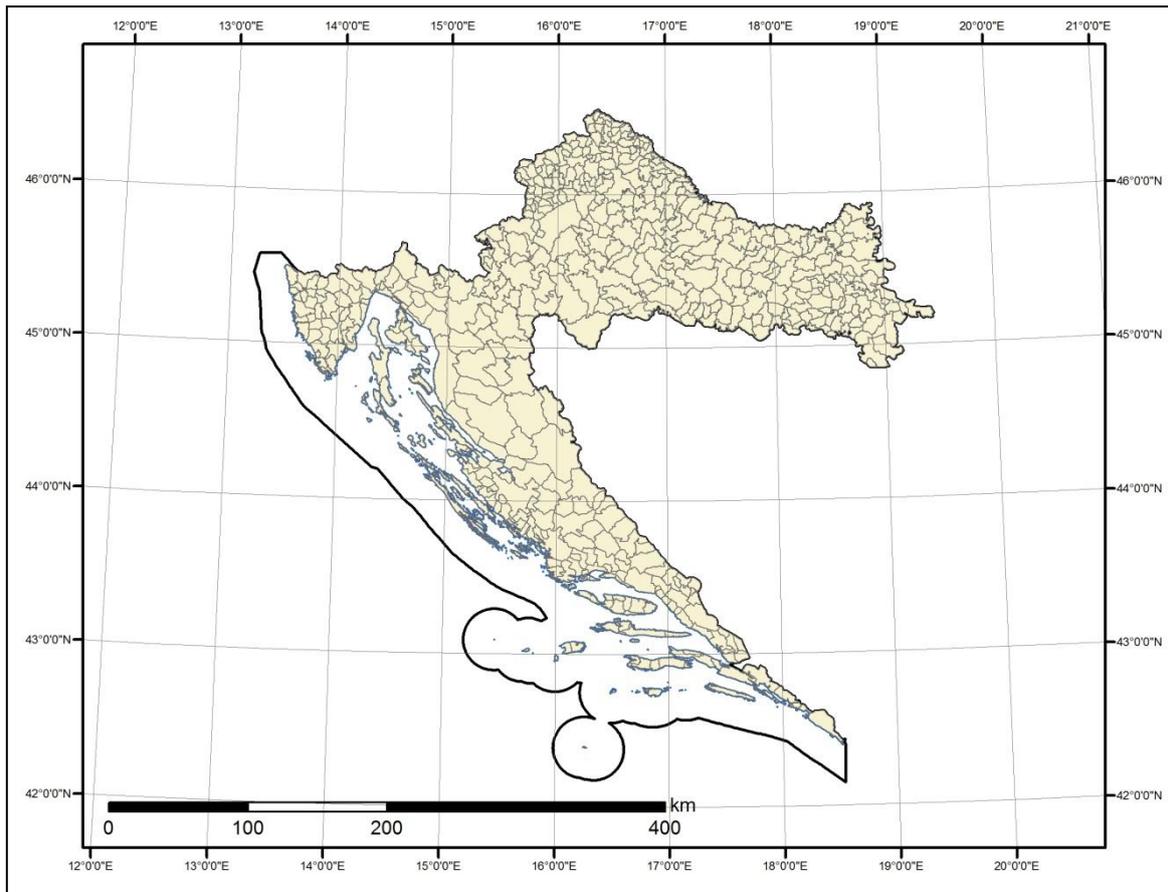


Slika 9. Digitalni ortofoto koji pokriva područje isječka iz satelitske snimke. *Izvor: geoportal, DGU*

Osim toga, projektnim zadatkom je bilo planirano da se karta korištenja poljoprivrednog zemljišta i karta kultura izrade na razini županija (slika 10). Tijekom promjene projektnog zadatka je također odlučeno da se te karte izrade na razini općina / gradova (slika11) što je također povećalo obim posla i produžilo izradu cijelog projekta. Povećanje obima poslova je nastalo zbog toga jer u RH ima 21 županija (slika 10) i 556 općina/gradova pa je kartiranje, analizu i ujednačavanje podataka trebalo raditi 556 puta u odnosu na 21 puta kada bi se radilo na razini županija.



Slika 10. Županije u RH



Slika 11. Općine u RH

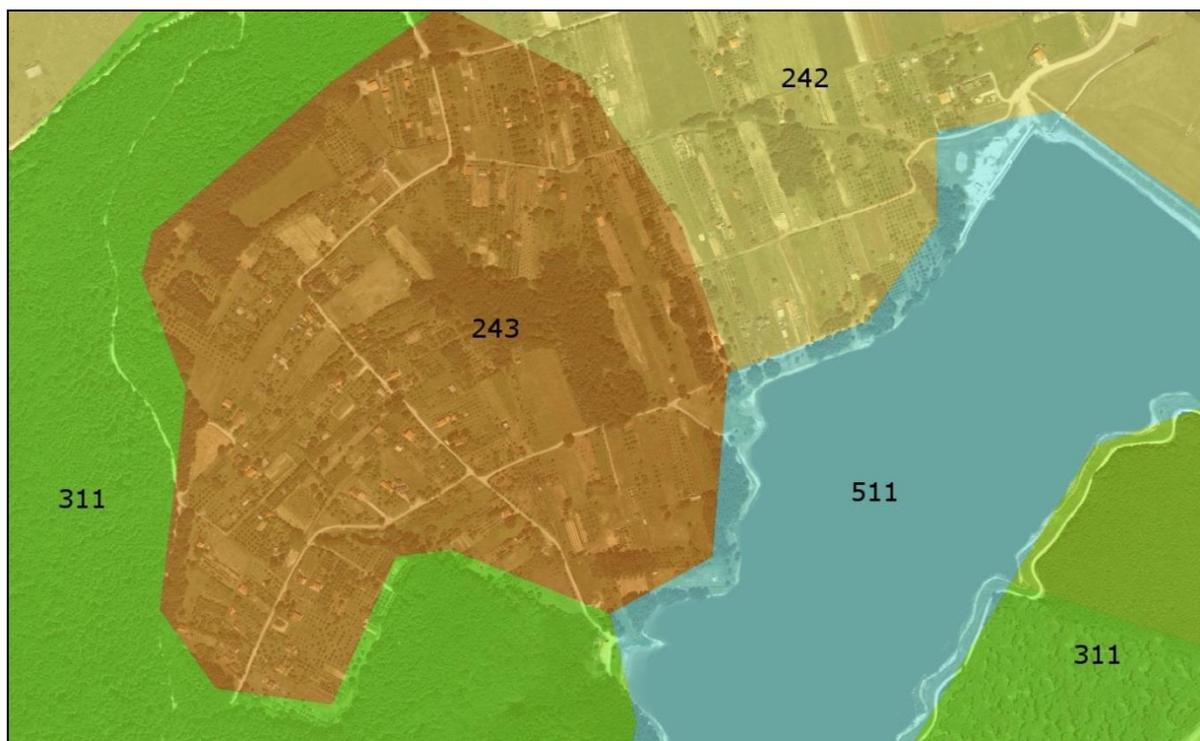
Postupak izrade karte korištenja zemljišta i karte kultura bio je da su se preko digitalnog ortofota preklopili podaci iz ARKODA (slika 12). Na taj način se utvrdio način korištenja pojedine parcele i kulture zasijane tijekom 2012. godine. Problem identificiran u ovoj fazi projekta je taj što veći dio parcela nije bio upisan u ARKOD za 2012. godinu, kako je to vidljivo na primjeru u slici 12. Udio poljoprivrednih površina obuhvaćenih ARKOD-om je različit po županijama. Najveći je na sjeveroistoku RH u Osječko-baranjskoj i Vukovarsko-srijemskoj županiji i iznosi oko 95 %. U sjevernom dijelu prema sjeverozapadu taj udio se smanjuje na 70 – 80 %. Prema jugu u središnjem dijelu također se smanjuje na oko 40 % u Ličko-senjskoj županiji. Dalje prema jugu u priobalnom dijelu RH taj postotak varira između 40 i 60 %.

U daljnjem postupku je preko digitalnog ortofota preklopljena CLC Hrvatska za 2012.g. (slika 13). Time je utvrđeno da je najveći dio površine poljoprivrednog zemljišta klasificiran kao mozaik različitih načina korištenja u poljoprivredi sa značajnim udjelom prirodne vegetacije (oznaka 243 u legendi) te kao mozaik različitih načina poljoprivrednog korištenja (242). Stoga je za te poligone ekspertnom procjenom utvrđeno koliki dio pojedinog poligona

pokriva pojedina kultura od interesa. Time je svakom pojedinom mozaičnom poligonu pridružen podatak o vrsti i količini kultura zasijanih odnosno uzgajanih (u slučaju trajnih nasada, livada i pašnjaka) u 2012. godini. Sličan postupak je primijenjen i na poligonima koji su u CLC Hrvatska za 2012.g. klasificirani kao oranice. Pritom je zadatak bio nešto jednostavniji u područjima u kojima je veliki udio ARKOD parcela u ukupnom poljoprivrednom zemljištu (slika 14). U tom slučaju je trebalo ekspertnom procjenom pridružiti kulturu samo manjem broju parcela koje nisu bile obuhvaćene ARKOD-om. Sljedeći problematični slučaj je kada je na području u kojem dominiraju oranice razmjerno mali broj parcela prijavljen u ARKOD (slika 15). Tada je bilo potrebno dodatno kartirati pojedine kulture od interesa na temelju njihove identifikacije na DOF-u.



Slika 12. ARKOD preklopljen preko digitalnog ortofota



Slika 13. CLC Hrvatska za 2012.g. preklopljen preko digitalnog ortofota (*Legenda: 242 - 242 – mozaik različitih načina poljoprivrednog korištenja, 243 - mozaik različitih načina poljoprivrednog korištenja sa značajnim udjelom prirodne vegetacije, 311 – bjelogorične šume, 511 – vodene površine*)



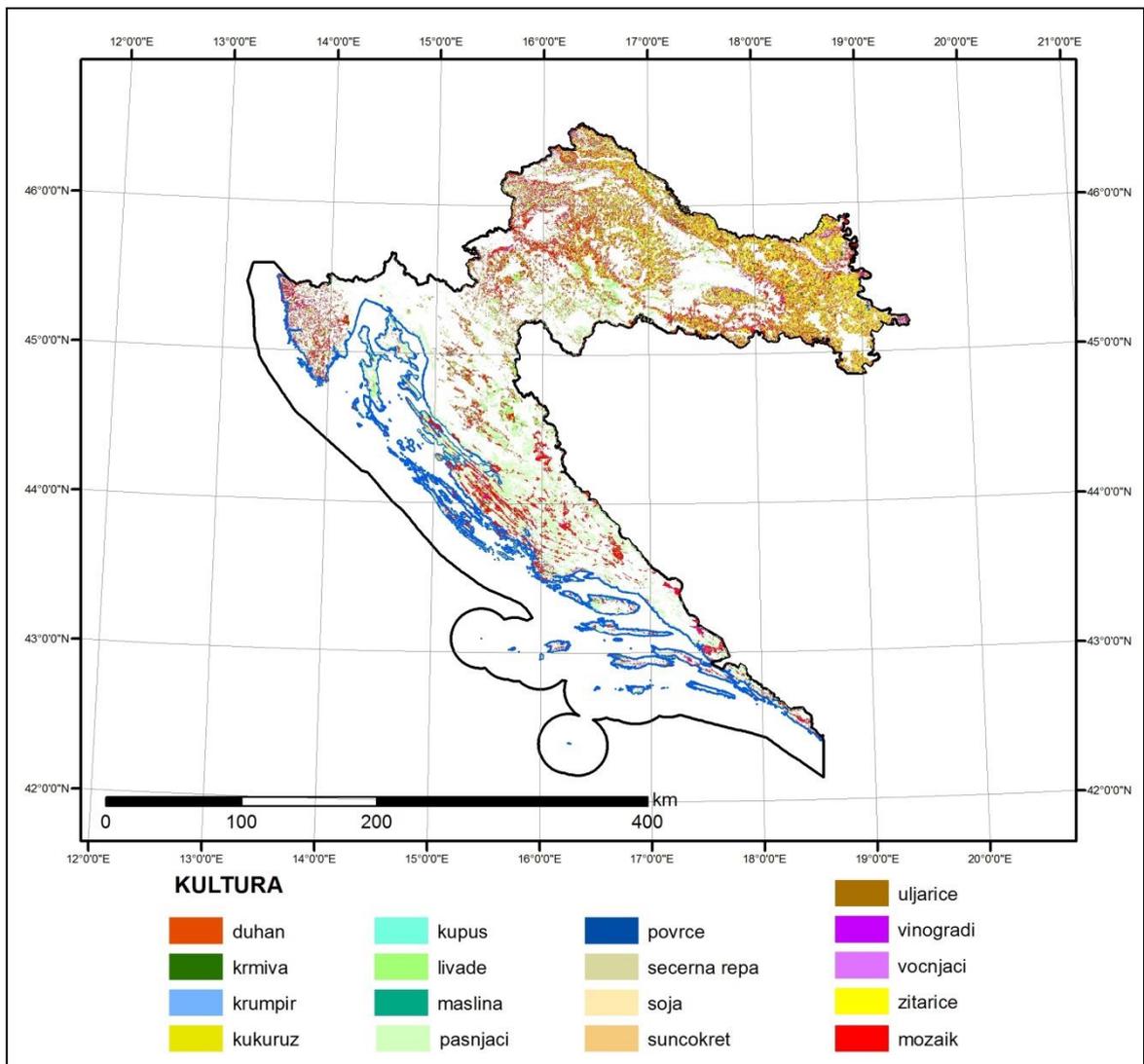
Slika 14. ARKOD preklopljen preko područja klasificiranog kao oranice (211) prema CLC Hrvatska za 2012.g.



Slika 15. Područje gdje je razmjerno mali broj parcela prijavljen u ARKOD (svjetlo plavo); velike površine pod kukuruzom, žitaricama i livadama trebalo je dodatno identificirati, ucrtati i klasificirati prema uzgajanoj kulturi

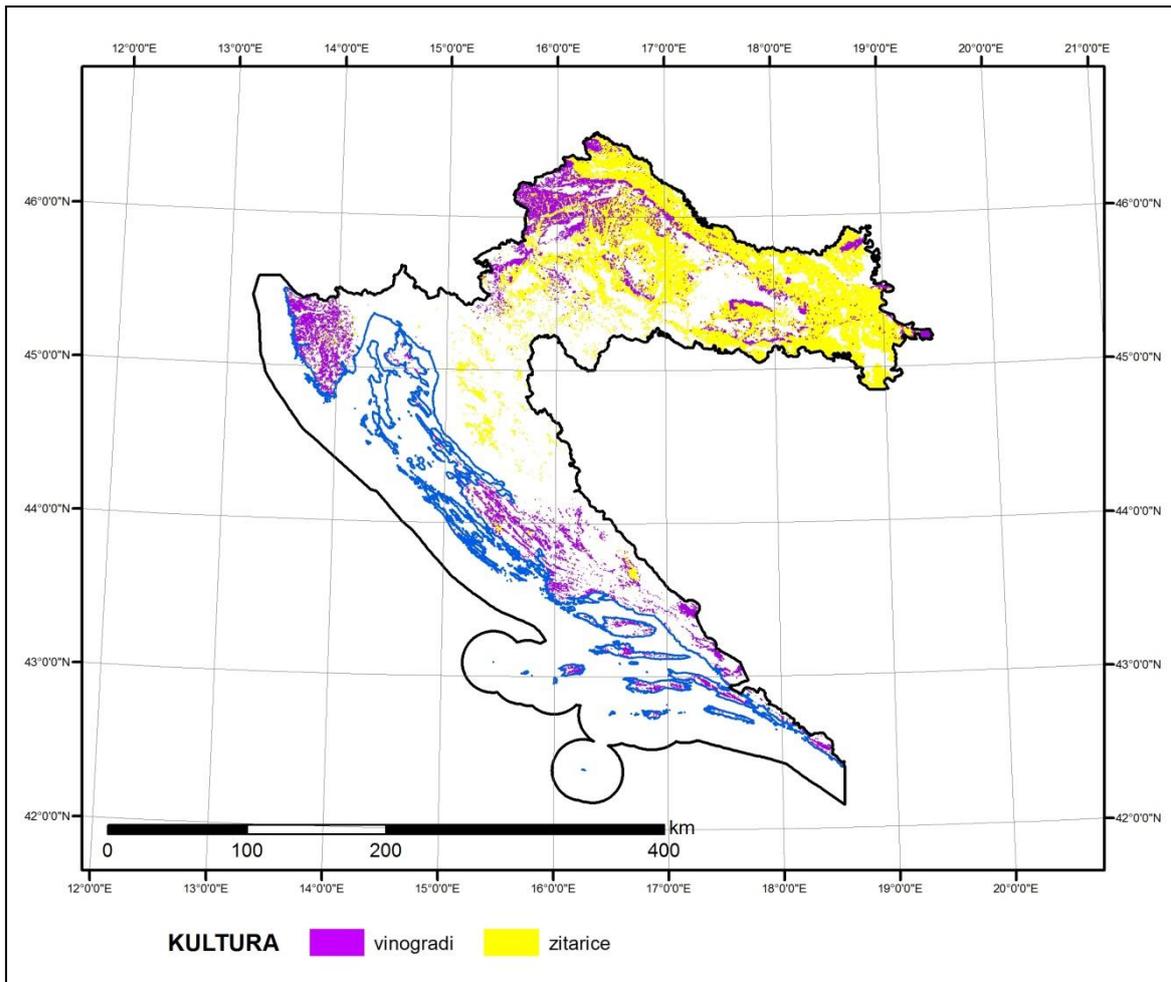
3.3 Rezultati

Na području RH ima ukupno 2.638.044 ha poljoprivrednog zemljišta, odnosno 46,6 % kopnene površine RH (tablica 7). Od te površine se koristi 1.891.309 ha (33,4 % od kopnene površine RH ili 71,7 % ukupnog poljoprivrednog zemljišta). Kao korišteno poljoprivredno zemljište uzete su sve površine pod poljoprivrednim kulturama te livade i pašnjaci. Kategorije pokrova zemljišta za koje je procijenjeno da pripadaju poljoprivrednom zemljištu ili su potencijalno poljoprivredno zemljište, a ne koriste se za tu namjenu (kamenjarski travnjaci, tršćaci, vlažni travnjaci, zemljišta u zarastanju) zauzimaju 746.735 ha (13,2 % kopnene površine RH ili 28,3 % ukupnog poljoprivrednog zemljišta). Korišteno poljoprivredno zemljište pod kulturama (bez livada i pašnjaka) smatra se obrađeno poljoprivredno zemljište. Takvog zemljišta je 2012. godine u RH bilo 1.116.332 ha što iznosi svega 42,3 % ukupnog poljoprivrednog zemljišta.

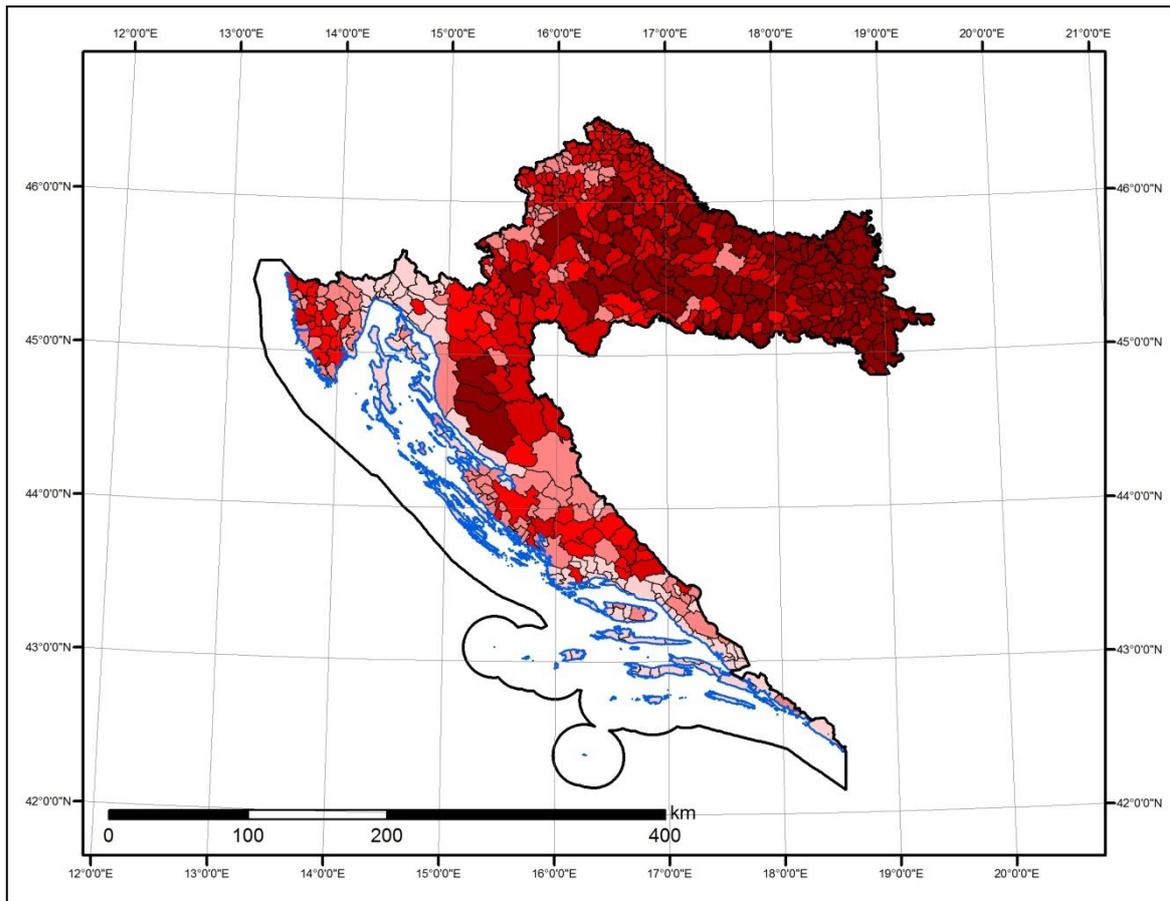


Slika 16. Karta poljoprivrednih kultura u RH 2012. godine

Izrađena karta se može koristiti na način da se analizira rasprostranjenost pojedine kulture na prostoru RH (slika 17) ili se podaci o kulturama zasijanima 2012. godine prikažu prema općinama/gradovima ukupno ili pojedinačno (slika 18 i slika 19).

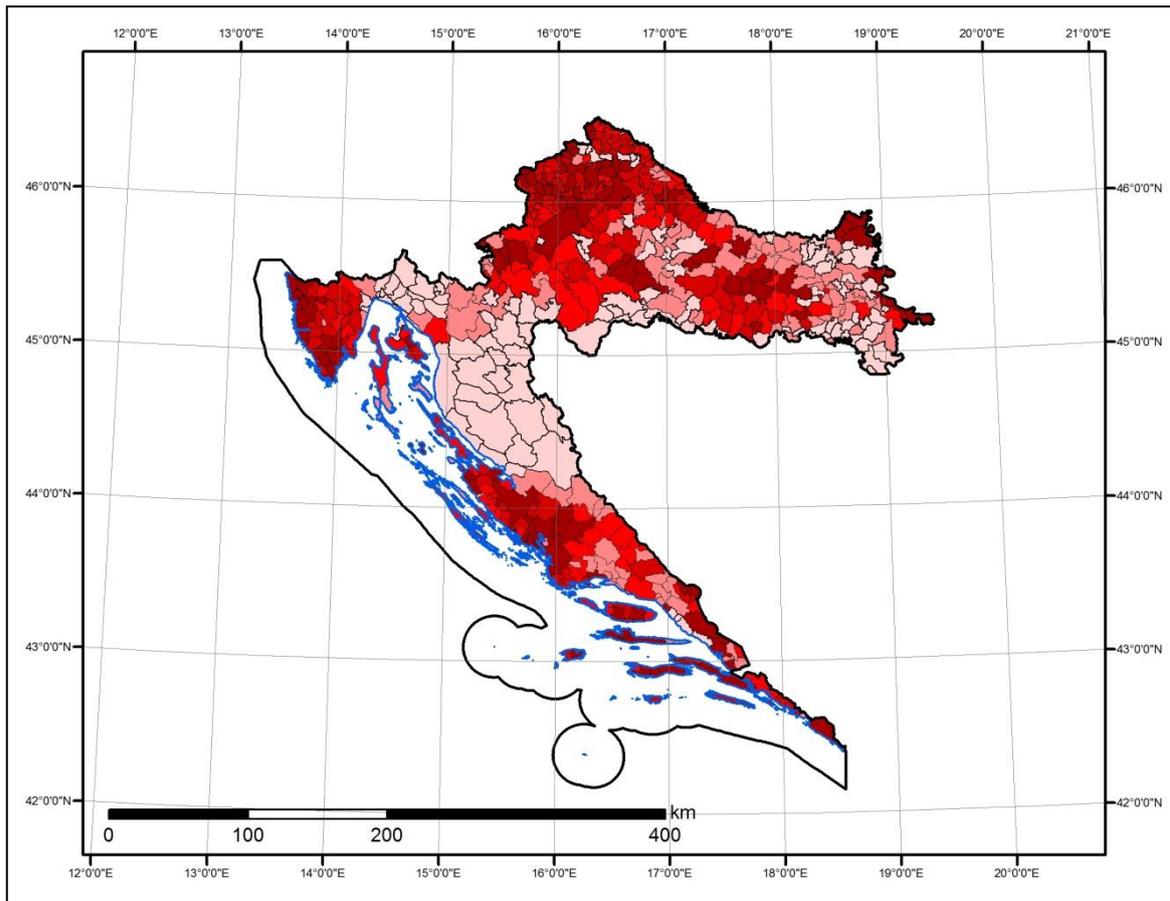


Slika 17. Karta rasprostranjenosti žitarica i vinograda u RH 2012. godine



Slika 18. Prostorna razdioba udjela žitarica na prostoru pojedine općine/grada u RH (razdioba udjela prema quantilama* – svjetlo crvena mali udio, tamno crvena veliki udio)

* *quantile is classification scheme for spatial data in GIS software. The range of possible values is divided into unequal-sized intervals so that the number of values is the same in each class. Classes at the extremes and middle have the same number of values.*



Slika 19. Prostorna razdioba udjela vinograda na prostoru pojedine općine/grada u RH (razdioba udjela prema quantilama* – svjetlo crvena mali udio, tamno crvena veliki udio)**quantile is classification scheme for spatial data in GIS software. The range of possible values is divided into unequal-sized intervals so that the number of values is the same in each class. Classes at the extremes and middle have the same number of values.*

Zbrajanjem površina pojedine kulture na razini županija utvrđena je površina pojedine kulture u svakoj županiji (tablica 7). Taj podatak je korišten za utvrđivanje potrošnje mineralnih i organskih gnojiva te pesticida u županijama. Naime, plodnost tla i tehnologija biljne proizvodnje razlikuju se po regijama RH ovisno o značajkama tala i agroekološkim uvjetima.

Og. od	Og. naziv	Og. status	Zup. id	Zupanija	Zlance	Kukuruz	Krnja	Duhari	Sesecma. id	Soja	Suncokret	Ljilanci	Kumpir	Kukuruz	Povince	Mnogograd	Voćnjaci	Maslini	Livadi	Pasnjaci	Melastolci
00019	ANDRIJAŠEVCI	0	16	Vukovarsko-srijemska	1046.31	696.64	31.72	0.00	99.12	349.62	4.28	0.00	2.50	4.38	208.75	0.00	21.12	0.00	0.79	2.61	348.22
00027	ANTUNOVAC	0	14	Osječko-baranjska	1680.88	921.64	452.46	0.00	332.64	222.99	330.38	37.65	1.33	0.40	31.81	0.00	141.34	0.00	5.82	0.65	36.07
00035	BABINA GREDA	0	16	Vukovarsko-srijemska	1744.05	1480.85	1040.39	1.73	95.18	314.02	0.00	0.00	2.07	0.00	8.07	0.00	61.54	0.00	824.50	573.66	714.99
00043	BAKAR	G	8	Primorsko-goranska	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.56	505.64	191.71
00051	BALE - VALLE	0	18	Istarska	74.89	0.00	96.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.56	0.00	41.58	41.20	6.78	181.04	739.24	295.69	1188.70
00060	BARBAN	0	18	Istarska	211.57	4.21	172.24	0.00	0.00	0.00	0.00	12.72	0.00	66.95	123.55	8.99	240.17	333.84	1010.24	1749.10	
00078	BARILOVIĆ	0	4	Karlovacka	534.71	796.52	277.91	0.00	0.00	0.00	0.00	42.47	0.00	9.95	3.99	66.21	0.00	1666.48	1440.01	1474.86	
00086	BAŠKA	0	8	Primorsko-goranska	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.07	43.97	7.71	1.17	492.87	1568.40	1209.26	
00094	BAŠKA VODA	0	17	Špiltsko-dalmatinska	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	173.06	0.06	258.61	0.00	104.22	89.68	
00108	BEBRINA	0	12	Brodsko-posavska	1804.18	2026.20	328.27	0.00	0.00	313.77	0.00	117.77	63.48	0.00	25.45	0.00	14.65	0.00	137.59	57.75	659.64
00116	BEDEKOVČINA	0	2	Krapinsko-zagorska	552.75	1294.24	251.20	0.00	0.00	0.00	36.64	20.83	0.00	9.17	146.93	50.15	0.00	656.64	190.01	249.98	
00124	BEDINJA	0	5	Varaždinska	13.61	80.22	20.25	0.00	0.00	0.00	3.38	7.15	0.00	4.32	54.59	11.10	0.00	926.58	830.88	378.91	
00132	BELI MANASTIR	G	14	Osječko-baranjska	1206.94	915.81	30.64	0.00	383.07	6.24	583.74	4.37	0.00	0.82	131.15	41.39	0.00	4.47	0.00	29.00	
00159	BELICA	0	20	Međimurska	399.86	433.42	29.98	0.00	1.20	0.00	19.81	1157.04	0.70	65.54	33.25	40.28	0.00	486.22	56.36	209.23	
00167	BELUŠĆE	G	14	Osječko-baranjska	1458.17	826.77	177.35	0.00	80.27	283.74	488.87	289.94	10.79	37.06	56.64	0.00	69.08	0.00	194.13	46.85	35.15
00175	BENKOVAC	G	13	Zadarska	153.11	73.81	252.02	0.00	0.00	0.00	124.88	106.82	392.80	1434.41	544.39	765.87	1447.16	15115.90	15554.28		
00183	BEREK	0	7	Bjelovarsko-bilogorska	689.71	1339.31	488.14	0.00	0.00	27.79	0.00	17.17	1.38	0.88	7.89	0.00	38.39	0.00	992.59	141.24	1157.71
00191	BERETINEC	0	5	Varaždinska	24.93	119.57	3.42	0.00	0.00	0.00	2.23	4.32	0.86	1.89	42.97	4.07	0.00	123.08	100.67	176.38	
00205	BIBINJE	0	13	Zadarska	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	2.74	0.87	0.45	2.55	0.20	1.56	445.12	
00213	BILJE	0	14	Osječko-baranjska	2762.88	1189.18	775.61	0.00	95.24	76.40	738.45	0.57	33.15	0.00	50.05	0.00	108.95	0.00	0.96	0.00	50.54
00221	BIOGRAD NA MORU	G	13	Zadarska	338.11	390.93	230.23	0.00	0.00	0.00	0.00	24.72	193.93	227.16	10.69	4.95	126.26	63.33	207.99	3.80	
00230	BIZOVAC	0	14	Osječko-baranjska	2061.28	1834.61	380.41	0.31	279.61	795.39	1022.69	0.00	20.76	5.02	58.58	0.00	370.10	0.00	52.58	0.32	59.83
00248	BJELOVAR	G	7	Bjelovarsko-bilogorska	2104.95	4772.79	477.47	0.00	0.00	79.56	0.00	116.03	32.10	1.12	61.39	8.03	119.78	0.00	304.15	407.52	2623.34
00256	BLATO	0	19	Dubrovačko-neretvanska	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.52	41.15	2.81	153.98	13.22	986.13	7.27	0.00	1663.49		
00264	BOGDANOVIĆI	0	16	Vukovarsko-srijemska	1007.60	1055.41	351.41	0.00	137.86	271.73	737.88	16.26	0.48	2.42	117.53	1.09	67.87	0.00	0.00	0.00	526.42
00272	BOL	0	17	Špiltsko-dalmatinska	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	38.42	0.16	10.25	0.00	732.61	337.61	
00299	BOROVO	0	16	Vukovarsko-srijemska	444.12	652.31	128.37	0.00	3.65	4.13	114.11	0.00	0.24	0.00	3.17	0.00	14.71	0.00	55.47	240.69	206.96
00302	BOSILJEVO	0	4	Karlovacka	173.32	134.48	171.53	0.00	0.00	0.00	0.00	88.59	0.00	13.91	1.26	3.62	0.00	234.85	690.64	460.97	
00329	BOSNJIACI	0	16	Vukovarsko-srijemska	1723.65	1025.34	444.79	0.73	186.64	781.66	25.99	41.10	0.14	0.00	43.47	0.00	52.46	0.00	26.43	4.00	510.22
00337	BROKOVJANI	0	1	Zagrebačka	598.95	1078.04	171.72	0.00	0.00	79.05	26.04	145.57	1.59	0.00	53.34	36.78	13.52	0.00	199.44	11.88	1663.42
00345	BRODOVEC	0	1	Zagrebačka	160.46	203.41	32.37	0.00	0.00	0.00	0.00	5.25	1.92	0.00	2.76	19.31	10.15	0.00	76.35	9.43	1825.05
00353	BRESTOVAC	0	11	Pozesko-slavonska	1692.34	2077.24	601.08	76.18	0.00	212.47	2.15	27.95	48.24	4.66	68.13	32.06	652.84	0.00	1740.80	967.99	8717.70
00361	BREZNIČA	0	5	Varaždinska	148.53	404.86	62.97	0.00	0.00	0.00	2.44	5.39	0.00	9.33	40.41	35.05	0.00	383.41	244.26	163.37	
00370	BRINJE	0	9	Licko-severska	487.32	328.87	489.03	0.00	0.00	0.00	0.00	113.92	0.07	11.23	0.00	51.43	0.00	679.43	1316.10	2384.42	
00388	BROD MORAVICE	0	8	Primorsko-goranska	0.00	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	1.02	0.71	0.00	0.04	0.00	17.82	36.39	601.59	
00396	BROD ŠTUPNIK	0	12	Brodsko-posavska	214.28	651.08	426.95	0.00	0.00	121.64	0.00	0.00	1.09	1.26	24.39	407.49	112.84	0.00	74.17	69.61	283.83
00400	BRTONIGLA - VERTENEGLIĆI	0	18	Istarska	118.83	39.39	96.36	0.00	0.00	0.00	0.00	8.75	0.00	27.79	265.10	9.93	104.11	159.85	176.12	805.68	
00418	BUDIŠČINA	0	2	Krapinsko-zagorska	320.05	588.38	130.07	0.00	0.00	0.00	0.00	37.34	13.29	0.00	3.25	76.43	25.57	0.00	691.71	48.61	147.04
00426	BLJE - BUJE	G	18	Istarska	193.38	387.07	87.38	0.00	0.00	0.00	0.00	5.23	0.00	24.01	689.17	19.58	186.26	45.37	724.19	1890.96	
00434	BUZET	G	18	Istarska	114.89	133.52	193.30	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00	15.38	0.00	64.33	47.62	16.18	224.62	556.89	1099.15	1975.53
00442	CERNA	0	16	Vukovarsko-srijemska	1234.79	683.59	247.50	0.00	265.70	853.13	22.48	4.59	44.94	4.40	34.24	0.00	49.07	0.00	17.60	5.63	484.37
00459	CERNIK	0	12	Brodsko-posavska	221.67	1203.61	534.45	2.72	0.00	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00	7.12	14.92	78.27	0.00	377.18	488.99	395.27

Slika 20. Isječak iz atributne tablice općina/gradova s procijenjenim kulturama

Tablica 7. Udio poljoprivrednih kultura po županijama (u hektarima površina)

Županija	ŽITARICE	KUKURUZ	KRMIVA	DUHAN	ŠEĆERNA REPA	SOJA	SUNCOKRET	ULJARICE	KRUMPIR	KUPUS	POVRĆE	VINOGRADI	VOĆNJACI	MASLINIK	LIVADE	PAŠNJACI	nekorišteno	UKUPNO (ha)
Bjelovarsko-bilogorska	24.490	41.520	9.401	82		1.811	83	1.080	747	28	704	547	2.032		17.974	4.083	32.335	136.920
Brodsko-posavska	34.640	34.467	6.460	5	1.730	4.646	1.671	762	325	30	1.500	684	2.360		2.937	2.324	12.756	107.297
Dubrovalčko-neretvanska	4	17	95						150	290	516	2.987	1.302	6.950	1.337	22.697	50.128	86.472
Grad Zagreb	3.899	7.050	882			31		13	44	39	296	233	184		4.251	3.211	3.199	23.334
Istarska	4.685	2.406	4.186				25	95	500	480	1.792	5.845	370	5.990	10.990	21.368	47.026	105.757
Karlovačka	9.325	16.220	6.608			166		226	748	132	289	308	879		24.591	29.143	27.018	115.652
Koprivničko-križevačka	16.941	35.881	8.425	85	362	210	89	1.708	317	43	634	1.170	1.061		16.468	11.969	3.037	98.401
Krapinsko-zagorska	8.681	23.162	5.152			2	2	370	408	1	249	2.628	930		16.999	3.102	4.784	66.471
Ličko-senjska	8.728	4.085	5.162						1.025	22	182	30	590	344	56.072	34.176	42.191	152.608
Međimurska	8.332	12.090	2.010		825	289	28	2.069	5.100	70	2.474	952	1.116		10.481	1.700	4.578	52.115
Osječko-baranjska	74.547	56.175	17.565	82	9.673	14.495	19.538	2.238	406	107	2.166	3.287	5.116		2.750	1.604	1.823	211.574
Požeško-slavonska	20.966	18.820	4.643	1.900	936	5.723	268	2.545	424	105	1.203	1.951	2.017		9.752	4.728	81.809	157.790
Primorsko-goranska	355	233	946					21	17	11	44	241	51	1.897	12.131	31.583	28.696	76.225
Sisačko-moslavačka	14.706	46.667	6.045		1	2.618	6	903	118	23	465	604	1.742		37.080	50.355	34.658	195.992
Splitsko-dalmatinska	3.054	5.160	3.324		0				850	300	996	2.740	560	7.355	7.344	64.748	87.385	183.816
Šibensko-kninska	1.907	998	1.565				1		17	11	114	2.013	233	3.903	7.070	80.917	87.586	186.333
Varaždinska	9.119	23.286	1.318	2	122	7	11	694	840	470	585	2.323	569		10.345	7.781	8.944	66.416
Virovitičko-podravska	23.142	28.076	6.862	4.483	1.800	8.275	2.906	2.135	269	121	4.438	476	2.071		11.146	2.824	9.534	108.556
Vukovarsko-srijemska	42.227	31.498	8.722	20	9.115	19.712	10.358	622	742	97	1.924	2.407	2.049		1.342	1.532	18.235	150.603
Zadarska	924	1.059	1.630						393	375	1.740	2.391	1.155	3.373	12.091	104.130	67.692	196.953
Zagrebačka	11.686	23.304	6.193			1.065	40	564	271	51	885	2.134	1.393		15.301	2.552	93.320	158.759
UKUPNO HR	322.359	412.177	107.195	6.658	24.565	59.052	35.027	16.047	13.712	2.805	23.194	35.950	27.780	29.811	288.451	486.527	746.735	2.638.044

Procijenjene površine poljoprivrednog zemljišta (tablica 7) značajno odstupaju od površina poljoprivrednog zemljišta u tablicama 1 – 5. Procjena točnosti i pouzdanosti utvrđivanja površina provedena je usporedbom podataka dobivenih primjenom navedene metodike s podacima ARKOD-a. Postupak procjene točnosti i pouzdanosti je proveden na uzorku od 500 poligona koji su slučajno odabrani za svaku kulturu. Naime GIS programi imaju mogućnost da na temelju seta poligona (*shape file* pojedine kulture) odaberu željeni broj (%) poligona jednako raspoređenih po prostoru *shape filea* bez obzira na njihovu veličinu. Pritom su kao točni poligoni uzeti oni koji su se poklapali s istom kulturom u ARKODU i oni poligoni za koje je prospekcijom na DOF-u utvrđeno da pripadaju ocjenjivanoj kulturi (na temelju sličnih parcela u okruženju). Svi poligoni za koje se nije moglo sa sigurnošću utvrditi da pripadaju traženoj kulturi klasificirani su kao netočni. Pritom je ocjena točnosti napravljena za sve kulture osim za kategoriju nekorišteno poljoprivredno zemljište jer se za mnoge površine te kategorije, osobito one u zarastanju ne može sa sigurnošću reći da su poljoprivredno zemljište.

Ocjena točnosti prikazana je u tablici 8. Pritom stupac „procijenjena površina“ predstavlja površinu pojedine kulture koja je dobivena opisanom metodologijom. Stupci za ARKOD 2012 predstavljaju površine (ha) pojedine kulture za koje je u 2012. godini tražen poticaj odnosno udio te površine u procijenjenoj. Stupci za „točnost interpretacije“ predstavljaju postotak točno klasificiranih poligona (%) i površinu izračunatu na temelju tih postotaka za koju se može sa sigurnošću reći da pripada toj kategoriji (ha).

Ukupna točnost procjene je 90,6 %, a kreće se od 74,9 % za kupus do 96,8 % za pašnjake. Iz tablice 8 je vidljivo da su povrtlarske kulture, kao što je krumpir, kupus i ostalo povrće, klasificirane s manjom točnošću (uglavnom < 80 %). S manjom točnosti (78,3 %) procijenjena i kategorija uljarice. Naime, u toj kategoriji se nalaze uljana repica i buča. Razlog manje točnosti procjene za te kulture je taj što su one s najmanjim udjelom upisane u ARKOD. Te se kulture uzgajaju na velikom broju malih parcela za osobne potrebe te ih je stoga vrlo teško precizno procijeniti (interpretirati).

Tablica 8: Procjena točnosti karte utvrđivanja zastupljenosti kultura na području RH za korišteno poljoprivredno zemljište

Kultura	Procijenjena površina (ha)	ARKOD 2012		Točnost interpretacije*	
		ha	%	%	ha
ŽITARICE	322.359	242.582	75,3	86,4	278.465
KUKURUZ	412.177	256.845	62,3	85,5	352.559
KRMIVA	107.195	73.032	68,1	87,0	93.246
DUHAN	6.658	5.961	89,5	88,7	5.907
ŠEĆERNA REPA	24.565	22.684	92,3	92,3	22.684
SOJA	59.052	53.022	89,8	89,8	53.022
SUNCOKRET	35.027	33.044	94,3	94,1	32.949
ULJARICE	16.047	11.976	74,6	78,3	12.569
KRUMPIR	13.712	8.493	61,9	79,1	10.851
KUPUS	2.805	1.023	36,5	74,9	2.102
POVRĆE	23.194	16.528	71,3	80,8	18.732
VINOGRADI	35.950	16.568	46,1	93,1	33.460
VOĆNJACI	27.780	22.163	79,8	94,8	26.338
MASLINIK	29.811	11.842	39,7	86,3	25.739
LIVADE	288.451	58.439	20,3	95,1	274.423
PAŠNJACI	486.527	39.204	8,1	96,8	471.016
ukupno RH	1.891.309	873.405	46,2	90,6	1.714.062

* Površine koje su u karti prikazane kao pojedinačne kulture (parcele) prema ARKOD-u i površine za koje se s velikom sigurnosti može reći da su ispravno intepretirane prema kulturi

S obzirom na ciljanu razinu točnosti od 85 % može se zaključiti da je utvrđivanje površina po kulturama u RH primijenjenom metodikom zadovoljavajuće preciznosti te da može poslužiti za daljnje analize i proračune. Ovom analizom postignuta je ukupna točnost od 90,6 % s tim da samo četiri kulture (gore opisano) nisu zadovoljile taj kriterij.

3.4 Literatura

Narodne Novine 6/2013. Izvješće o stanju u prostoru Republike Hrvatske 2008. - 2012.

Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja RH, Zagreb

*** (2006): Izvješće o stanju okoliša Varaždinske županije 2002. – 2005., Upravni odjel za zaštitu okoliša i komunalno gospodarstvo Varaždinske županije, Varaždin, 68 str.

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

*** (2011): Razvojna strategija Šibensko-kninske županije 2011. – 2013., Regionalna razvojna agencija Šibensko-kninske županije, Šibenik, 192 str.

*** (2011): Županijska razvojna strategija Virovitičko-podravske županije 2011. – 2013., VIDRA - agencija za regionalni razvoj Virovitičko-podravske županije, Virovitica, 239. Str.

*** (2012): Program ruralnog razvoja Zadarske županije 2012. – 2014., ZADRA d.o.o., Zadar, 157 str.

*** (2013.): Izvješće o stanju u prostoru Virovitičko-podravske županije za razdoblje 2009-2013. godine, Zavod za prostorno-uređenje Virovitičko-podravske županije, Virovitica, 99 str.

Antonić, O., Kušan, V., Bakran-Petricioli, T., Alegro, A., Gottstein-Matočec, S., Peternel, H., Tklačec, Z. (2005): Klasifikacija staništa RH, Drypis 1/1-2, online

(<http://www.drypis.info/Tekućegodište/Klasifikacijastaništa/tabid/126/Default.aspx>)

Jelić, L. i Mihelčić, D. (2011): Navodnjavanje požeške regije, Hidroprojekt – ing d.o.o., Zagreb, 19 str.

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

Kukić, D. (2014): Tržište tradicijskih hrvatskih poljoprivrednih – prehrambenih proizvoda, diplomski rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 47 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.

LCCS - Land Cover Classification System (2000) Classification Concepts and User Manual.

Di Gregorio, A., and Jansen, L.J.M. Environment and Natural Resources Service,
GCP/RAF/287/ITA Africover - East Africa Project and Soil Resources, Management and
Conservation Service. FAO, Rome.

Marcuš, R. (2013): Međimurska županija u brojkama 2012., Ured državne uprave u
Međimurskoj županiji, Čakovec, 152 str.

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

Pavčić, M. (2007): Osječko - baranjska županija u brojkama, Osječko- baranjska županija,
Osijek, 69 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.

Petrić, L. (2005): Regionalni operativni program Splitsko-dalmatinske županije, Ekonomski
fakultet Sveučilišta u Splitu, Splitsko-dalmatinska županija, 292 str.

Šimanović, M., Bago, I., Kanižaj, Ž., Valentić, M., Grlica, A. (2013): Poljoprivredna proizvodnja
u 2012., Statističko izvješće 1485, Državni zavod za statistiku, Zagreb, 32 str.

Turski, J., Dzelzkaleja, M., Georgievski, D. (2007): Poljoprivredna razvojna strategija Sisačko –
moslavačke županije, Danish Agricultural Advisory Service, 181 str.

Zakon o poljoprivrednom zemljištu (NN 39/13.)

Zakon o šumama (NN 140/05., 82/06., 129/08., 80/10., 124/10., 25/12., 68/12., 148/13, i
94/14.)

<http://www.azo.hr/CORINELandCover>

<http://www.arkod.hr/>

<http://www.mps.hr/default.aspx?id=4789>

Prilog

Popis izrađenih karata

1. Karta poljoprivrednog zemljišta za 15 kategorija u RH 2012. godine
2. Karta poljoprivrednih kultura prema općinama /gradovima u RH za 2012. godinu

Obje karte su izrađene u obliku Esri geodatabase.

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

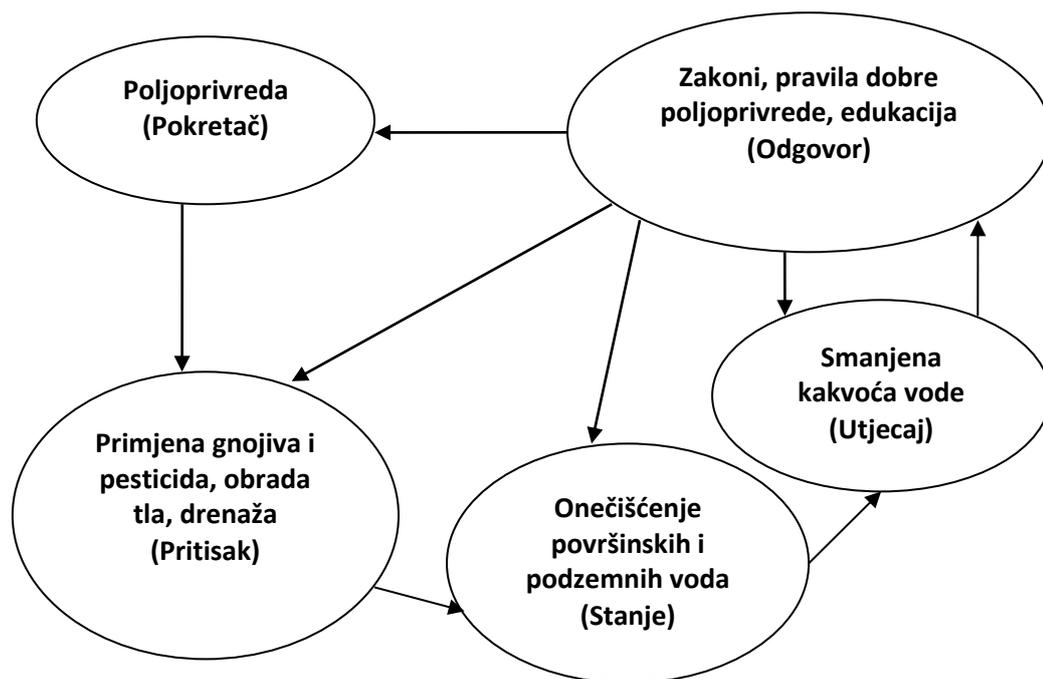
Prof. dr. sc. Milan Poljak, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za ishranu bilja

Prof. dr. sc. Zdenko Lončarić, Sveučilište u Osijeku Poljoprivredni fakultet, Zavod za agroekologiju

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

4.1 Uvod

Odnos između poljoprivrede i okoliša vrlo je kompleksan, a uvjetovan je značajkama podneblja, tla i reljefa, ekonomskim uvjetima u kojima se poljoprivreda organizira, razini tehnologije te cjelokupnog sustava gospodarenja prakticiranog 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,...). Razvitak i definiranje indikatora – pokazatelja pritiska provedeno je sukladno ciljevima održivog razvitka, a koriste se na međunarodnoj, nacionalnoj, regionalnoj i lokalnoj razini. Pokazatelji su prikazani na slici 1.



Slika 1. DPSIR (Driving force, Pressure, State, Impact, Response ili Pokretač, Pritisak, Stanje, Utjecaj, Odgovor)

Danas se indikatori koriste kako bi se prikazale veze između poljoprivrede i potencijalnih opasnosti po onečišćenje vode. U slučaju postojanja dovoljnog broja relevantnih podataka mogu se utvrditi područja na kojima postoji potencijalna opasnost za onečišćenje voda, odrediti pravci djelovanja, te provoditi mjere nadzora provedbe programa.

Cilj rada je utvrditi pritisak dušika i fosfora, kao posljedicu primjene mineralnih i organskih gnojiva na prostoru Hrvatske, kako bi se odredila područja u kojima je potrebno pratiti kakvoću voda, u kontekstu provedbe Nitratne direktive. Za rad su korišteni podatci iz 2012. godine.

4.2 Metode rada

1. Na temelju svih dostupnih podataka izračunata je ukupna količina mineralnih gnojiva prodana u Hrvatskoj u 2012. 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 prema županijama.
3. Na temelju dodatnih dostupnih podataka (potrošnja po kulturama FAO, 1999. g.), te razgovora s ključnim distributerima gnojiva, savjetodavaca i predstavnika većih

poljoprivrednih poduzeća, procijenjen je pritisak gnojidbe mineralnim dušikom i fosforom po županijama. Uz to, proveden je proračun procjene gnojidbe dušikom s obzirom na ostvarene prinose kukuruza i ozime pšenice, kao naših najzastupljenijih kultura. Za ostale kulture procijenjena je prosječna gnojidba temeljem analize dostupnih podataka i vlastite prosudbe autora. Na temelju prethodno prikupljenih podataka o prostornom rasporedu poljoprivrednih površina, prinosa poljoprivrednih kultura, te potrošnji gnojiva i pojedinih aktivnih tvari izrađen je model koji predviđa količine N i P za gnojidbu svakog usjeva i za svaku županiju. Potreba za svako hranjivo je funkcija relevantnih varijabli koje utječu na potrebu primjene gnojiva, tj. aplikacije hranjiva. U tablici 1 je prikazana procijenjena gnojidba mineralnim dušikom u 2012. godini.

4. Na temelju zastupljenosti različitih kultura po županijama utvrđeni su udjeli dušika iz organskih gnojiva (tablica 2).

5. Procjena primjene dušika iz organskih gnojiva na livadama, pašnjacima i na nekorištenim poljoprivrednim površinama prikazana je u tablici 3.

6. Na temelju podataka o poljoprivrednim površinama po županijama i kulturama, ukupna količina fosfora (izražena kao P_2O_5) procijenjena je kao 30 % od primjene mineralnog dušika, te 50 % u odnosu na količine dušika iz organskih gnojiva.

Tablica 1. Procjena gnojidbe mineralnim dušikom za 2012. godinu (u kg N ha⁻¹) – podatci korišteni za izračun

Županija	Žitarice	Kukuruz	Krmne kulture	Duhan	Š. repa	Soja	Suncokret	Uljarice	Krumpir	Kupus	Povrće	Vinogradi	Voćnjaci	Maslinici	Livade
Bjelovarsko-bilogorska	120	120	40	30		60	100	100	120	140	140	50	60		60
Brodsko-posavska	120	140	50	30	160	60	100	100	120	140	140	50	70		60
Dubrovačko-neretvanska	80	100	30						140	140	180	50	90	90	20
Grad Zagreb	100	130	50			60		100	80	140	140	50	70		40
Istarska	100	120	30				100	80	140	140	160	50	80	90	60
Karlovačka	100	120	50			60		80	100	120	140	50	70		40
Koprivničko-križevačka	110	130	40	30	160	60	100	100	120	120	120	50	60		60
Krapinsko-zagorska	100	130	40			60	100	100	80	140	140	40	70		40
Ličko-senjska	80	100	30						100	120	120	40	30	70	20
Međimurska	120	130	30		160	60	110	100	140	150	150	40	80		60
Osječko-baranjska	125	145	50	30	155	75	110	105	120	150	150	50	80		60
Požeško-slavonska	120	140	50	30	160	60	110	110	120	140	150	50	80		60
Primorsko-goranska	80	100	30				110	100	80	140	100	40	40	80	20
Sisačko-moslavačka	110	130	40		160	60		100	80	140	120	50	60		40
Splitsko-dalmatinska	80	100	30						100	140	120	40	80	70	20
Šibensko-kninska	60	100	30				100		80	140	120	40	80	70	20
Varaždinska	120	120	50	30	160	60	100	100	120	140	140	40	70		40
Virovitičko-podravska	120	140	50	30	160	60	110	105	120	140	140	40	80		60
Vukovarsko-srijemska	120	140	50	30	155	65	110	105	120	150	140	50	70		60
Zadarska	80	100	30						120	140	160	40	80	80	20
Zagrebačka	100	120	50			60	100	100	100	140	120	40	60		30

Tablica 2. Procjena udjela dušika iz organskih gnojiva, za 2012. godinu (u kg N ha⁻¹) – podatci korišteni za izračun

Županija	Žitarice	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 3. Procjena primjene dušika iz organskih gnojiva na livadama, pašnjacima i nekorištenom zemljištu za 2012. godinu

Županija	Površina korištenih pašnjaka, ha u 2012. godini	Površina korištenih livada, ha u 2012. godini	Ukupna površina korištenih pašnjaka i livada, ha u 2012. godini	Organski dušik primijenjen na livadama i pašnjacima, t N	Nekorištene poljoprivredne površine, ha u 2012. godini	Organski dušik raspodijeljen na nekorištene poljoprivredne površine, t N
Bjelovarsko-bilogorska	4.083	17.974	22.057	912	32.335	228
Brodsko-posavska	2.324	2.937	5.261	192	12.756	21
Dubrovačko-neretvanska	22.697	1.337	24.034	29	50.128	29
Grad Zagreb	3.211	4.251	7.463	36	3.199	2
Istarska	21.368	10.990	32.358	153	47.026	66
Karlovačka	29.143	24.591	53.733	168	27.018	72
Koprivničko-križevačka	11.969	16.468	28.437	510	3.037	27
Krapinsko-zagorska	3.102	16.999	20.101	102	4.784	11
Ličko-senjska	34.176	56.072	90.248	277	42.191	277
Međimurska	1.700	10.481	12.181	143	4.578	8
Osječko-baranjska	1.604	2.750	4.354	352	1.823	19
Požeško-slavonska	4.728	9.752	14.480	181	81.809	20
Primorsko-goranska	31.583	12.131	43.714	131	28.696	131
Sisačko-moslavačka	50.355	37.080	87.435	562	34.658	141
Splitsko-dalmatinska	64.748	7.344	72.092	202	87.385	202
Šibensko-kninska	80.917	7.070	87.987	231	87.586	231
Varaždinska	7.781	10.345	18.126	145	8.944	16
Virovitičko-podravska	2.824	11.146	13.969	327	9.534	36
Vukovarsko-srijemska	1.532	1.342	2.873	174	18.235	19
Zadarska	104.130	12.091	116.221	362	67.692	362
Zagrebačka	2.552	15.301	17.852	483	93.320	54
UKUPNO HR	486.527	288.451	774.977	5.670	746.735	1.971

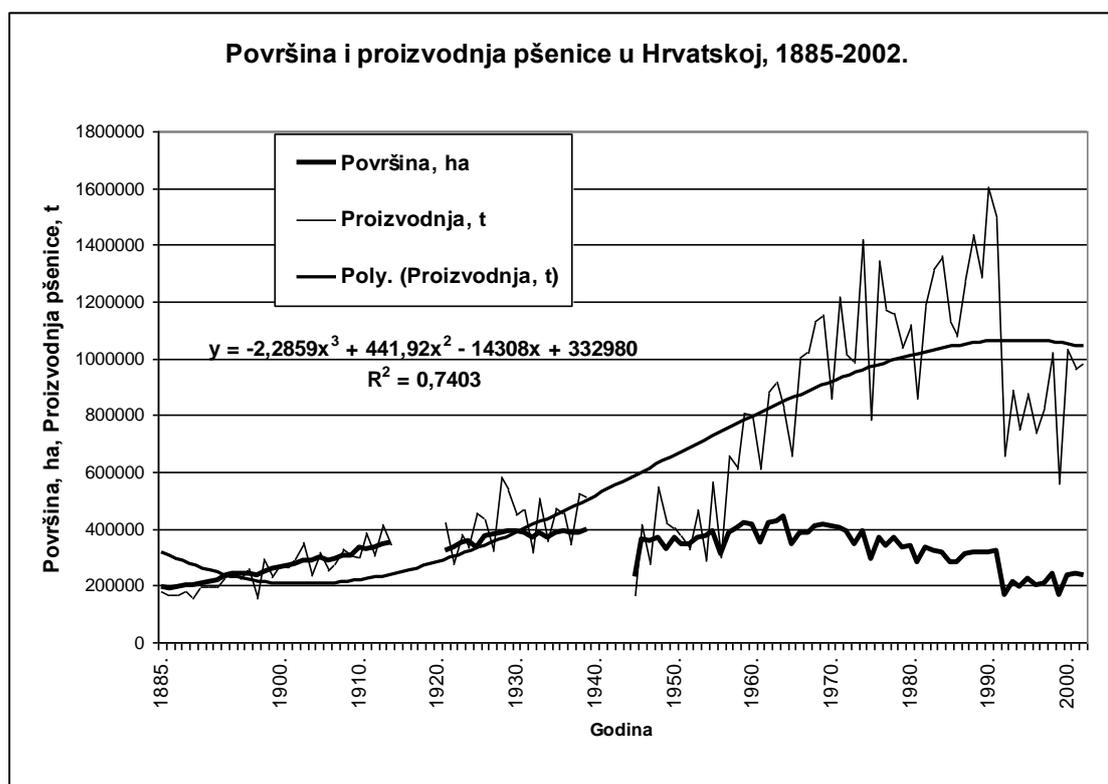
4.3 Rezultati

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 Hrvatskoj

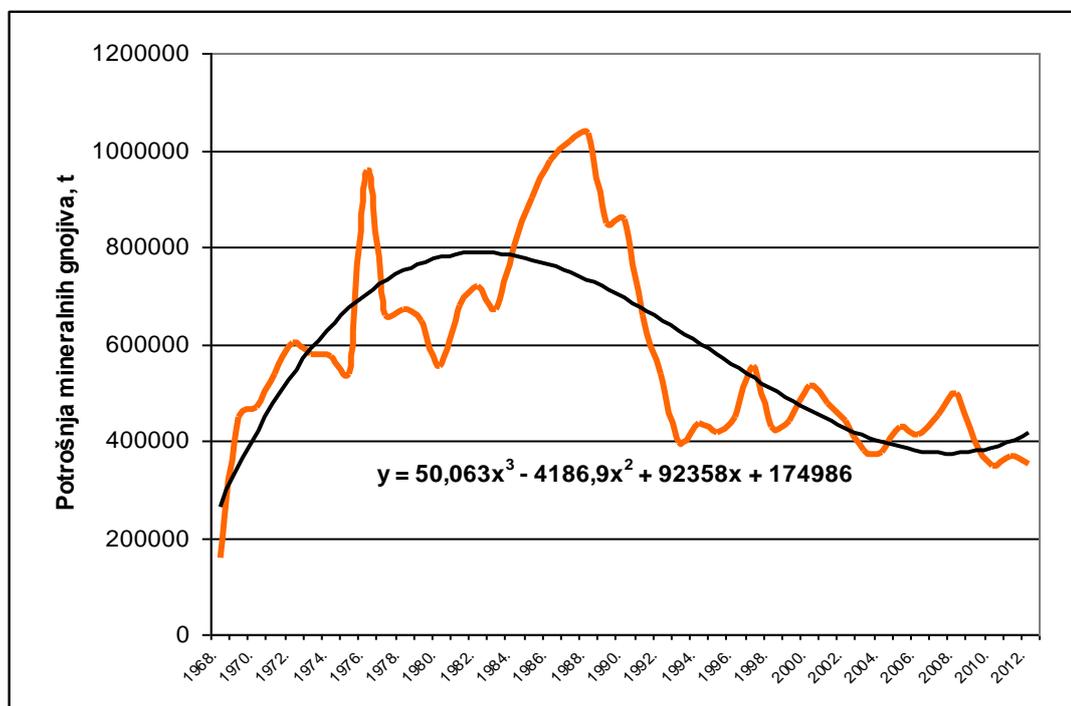
Proizvodnja mineralnih gnojiva, potražnja i cijene poljoprivrednih proizvoda te druge specifične okolnosti u svijetu utjecale su na povećanje primjene biljnih hranjiva putem gnojidbe, posebice poslije 2. Svjetskog rata. U Hrvatskoj je značajnija primjena mineralnih gnojiva započela 60-tih godina prošlog stoljeća. U grafikonu 1 prikazana je proizvodnja ozime pšenice u Hrvatskoj u razdoblju od 1885. do 2002. godine.



Grafikon 1. Površine pod pšenicom i proizvodnja pšenice u Hrvatskoj od 1885. do 2002.

Primjena mineralnih gnojiva utjecala je na promjenu „kronično“ negativne bilance hranjiva koja je ograničavala biljnu proizvodnju na mnogim gospodarstvima. Na grafikonu 1 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.

Potrošnja mineralnih gnojiva u Hrvatskoj u širem prosjeku u posljednjih nekoliko godina varira od 400 do 450 tisuća t mineralnih gnojiva godišnje, a ta je količina znatno manja od potrošnje prije 1990. godine (grafikon 2).



Grafikon 2. Potrošnja mineralnih gnojiva u Hrvatskoj (Izvor: Petrokemija d.d. Kutina)

4.3.1.2 Potrošnja mineralnih gnojiva u Hrvatskoj 2012. godine

U 2012. godini osim prodaje gnojiva iz proizvodnog asortimana Petrokemije d.d., u Hrvatskoj je potrošeno još oko 78 000 t mineralnih gnojiva iz uvoza, što čini ukupnu količinu od 422 000 t mineralnih gnojiva (tablica 4).

Tablica 4. Potrošnja mineralnih gnojiva u Hrvatskoj 2012. godine

Godina	Ukupno	Petrokemija	Uvoz	Udjel Petrokemija, %	Udjel uvoz, %
2012.	421.915	344.156	77.759	81,6	18,4

Izvor: Petrokemija d.d.

Ukupna distribucija aktivne tvari za tri glavna biljna hranjiva, dušik, fosfor i kalij, prikazana je u tablici 5. Prema tome, 58 % ukupne aktivne tvari gnojiva odnosi se na N, 23 % na K, a svega 19 % na P. Od ukupne količine, u 2012. godini uvezeno je 14,3 % N te oko 20 % P i K, dok se preostala količina odnosi na domaću proizvodnju.

Tablica 5. Potrošnja aktivne tvari mineralnih gnojiva, 2012. godina

Aktivna tvar	N	P (kao P ₂ O ₅)	K (kao K ₂ O)
Domaća proizvodnja	117.515	37.442	43.777
Uvoz	19.637	8.887	10.601
Ukupno	137.152	46.328	54.378
%	58	19	23
% Uvoza u ukupnom	14,3	19,2	19,5

Izvor: Petrokemija d.d.

4.3.1.3 Potrošnja mineralnih gnojiva u Hrvatskoj prije 2012. godine

Pravilnikom o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva (Narodne Novine 56/08) propisana su opća načela dobre poljoprivredne prakse u korištenju gnojiva, razdoblje u tijeku godine kada nije dozvoljena primjena gnojiva na poljoprivrednim tlima, način primjene gnojiva na nagnutim terenima, vodom zasićenim tlima, plavljenom, smrznutom ili snijegom prekrivenom tlu, uvjeti za primjenu gnojiva blizu vodotoka, postupci primjene mineralnog i organskog gnojiva, veličina i svojstva spremnika za stajski gnoj.

Visoke koncentracije NO₃⁻ u površinskim i podzemnim vodama iznad dopuštenih granica za vodu za piće obično se povezuju s poljoprivredom kao izvorom tzv. „raspršenog dušika“. Važno pitanje, koje treba posebno naglasiti da u Hrvatskoj osim poljoprivrede postoje i brojni drugi izvori dušika koji čak dominiraju u nekim dijelovima Hrvatske u kojima se pojavljuje onečišćenost vode nitratima. Pitanje otpadnih voda iz domaćinstava u mjestima gdje nije izgrađen kvalitetan sustav odvodnje kanalizacijskih i otpadnih voda, zatim pitanje industrijskih otpadnih voda i dušika u njima te način njihovog zbrinjavanja ovdje bi svakako trebalo promatrati izdvojeno od utjecaja iz poljoprivrede. Raspored i intenzitet oborina, fizikalna, kemijska i biološka svojstva tla te faza razvitka usjeva i evapotranspiracija značajno utječu na ispiranje dušika iz tla. Ispiranje NO₃-N iz tla ovisi o koncentracijama NO₃⁻ u otopini tla i količini vode koja se procjeđuje kroz masu tla (Addiscott i sur., 1991, Meissner i sur., 1999, Pratt, 1984). Svi biljno uzgojni zahvati, uključujući i gnojidbu, moraju osigurati dovoljne količine dušika za različite usjeve, pri čemu se postavlja uvjet da se smanji mogućnost za gubitke dušika ispiranjem. Intenzitet gnojidbe dušikom presudno utječe na koncentraciju NO₃-N u vodi (Köhler i sur., 2006, Mesić i sur., 2003). U tablici 6 prikazana je potrošnja Nmin u Hrvatskoj prema podacima FAO, te je vidljivo da se potrošnja dušika iz mineralnih gnojiva u Hrvatskoj u razdoblju od 1992.-2001. godine kretala od 30 do 56 kg N ha⁻¹ poljoprivredne površine, ili od 60 do 105 kg N ha⁻¹ obradive površine.

Tablica 6. Potrošnja mineralnog dušika u Hrvatskoj prema FAO za razdoblje 1992.-2001.

	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 prikazani u statističkom godišnjaku bitno razlikuju. Prema statističkim podacima koje objavljuje FAO potrošnja dušika iz mineralnih gnojiva u Hrvatskoj u razdoblju od 1996.-2008. godine se kretala od 46 do 133 kg N ha⁻¹ poljoprivredne površine, ili od 71 do 181 kg N ha⁻¹ obradive površine (tablica 7).

Tablica 7. Potrošnja mineralnog dušika u Hrvatskoj prema FAO, 1996.-2008.

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Potrošnja mineralnih dušičnih gnojiva 1000 t	102	152	95	99	116	120	130	124	145	125	114	131	171
Poljoprivredna površina (1000 ha)	1935	1941	2048	2032	1169	1178	1181	1196	1176	1211	1230	1202	1288
Obradiva površina i trajni nasadi (1000 ha)	1111	1108	1218	1197	911	923	928	935	917	946	957	932	946
kg N/ha poljoprivredne površine	53	78	46	49	99	102	110	104	123	103	93	109	133
kg N/ha obradive površine i trajnih nasada	92	137	78	83	127	130	140	133	158	132	119	141	181

Problem koji se javlja u prikazu potrošnje mineralnih gnojiva u Hrvatskoj uvjetovan je s činjenicom da su podaci o potrošnji mineralnih gnojiva prikazani 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 količina 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. Sukladno promjenama u broju stoke koja se uzgaja 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 prema kulturama

U Hrvatskoj nema pouzdanih podataka o potrošnji mineralnih gnojiva prema kulturama. Postoje analize koje je radio FAO, za sve zemlje, pa tako i za Hrvatsku. Temeljem procjene eksperata prikazana je potrošnja mineralnih gnojiva prema kulturama u tablici 8.

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 prema kulturama. Nadalje, u svim se uzgojnim područjima agrotehnika bitno razlikuje, što je također dijelom posljedica različite plodnosti tla, različitih klimatskih uvjeta, veličine gospodarstva, itd.

Isto tako, potrebno je naglasiti da se bitno razlikuje utjecaj gnojidbe dušikom od primjerice utjecaja gnojidbe fosforom, jer se dušik, kao vodeće biljno hranjivo primjenjuje redovito, dok se fosfor može i izostaviti bez većeg negativnog utjecaja na prinos. Zato se u vremenima krize obično smanjuje intenzitet gnojidbe fosforom i kalijem, dok se dušik nastoji zadržati u okvirima potrebe kulture. Za potrebe izračuna pritiska dušikom i fosforom 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, pod kojima se u Hrvatskoj nalaze i najveće površine, vjerojatno je moguće dobiti bolju preciznost nego kod kultura koje se uzgajaju na manjim površinama.

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 9 za dušik i u tablici 10 za fosfor (P_2O_5). S obzirom na stanje u našoj poljoprivredi danas, kao i na opće trendove u smanjenju intenziteta gnojidbe u Europi, teško je vjerovati da bi Hrvatska u prosjeku danas bila na razini EU 15 na prijelazu u novo tisućljeće.

Tablica 8. Procijenjena potrošnja aktivne tvari mineralnih gnojiva u Hrvatskoj prema kulturi (FAO, prema EFMA-IFA, 1999.)

(EFMA-IFA), 1999. g.	Površina (tisuća ha)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ukupno
		Prosjek (kg/ha)			Potrošnja (tisuća 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 9. Potrošnja dušika iz mineralnih gnojiva prema kulturama za EU 15, kg N ha⁻¹, 1999./2000. godina

Kultura	N kg ha ⁻¹ EU 15 1999/2000 g.	Najmanje	Oznaka države	Najviše	Oznaka države
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
Šećerna repa	126	90	IT	180	IE
Uljana 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
Gnojeni travnjaci	90	15	IT	243	NL

Izvor: IRENA INDICATOR FACT SHEET

Tablica 10. Potrošnja P (P₂O₅) iz mineralnih gnojiva prema kulturama za EU 15, kg P₂O₅ ha⁻¹, 1999./2000. godina

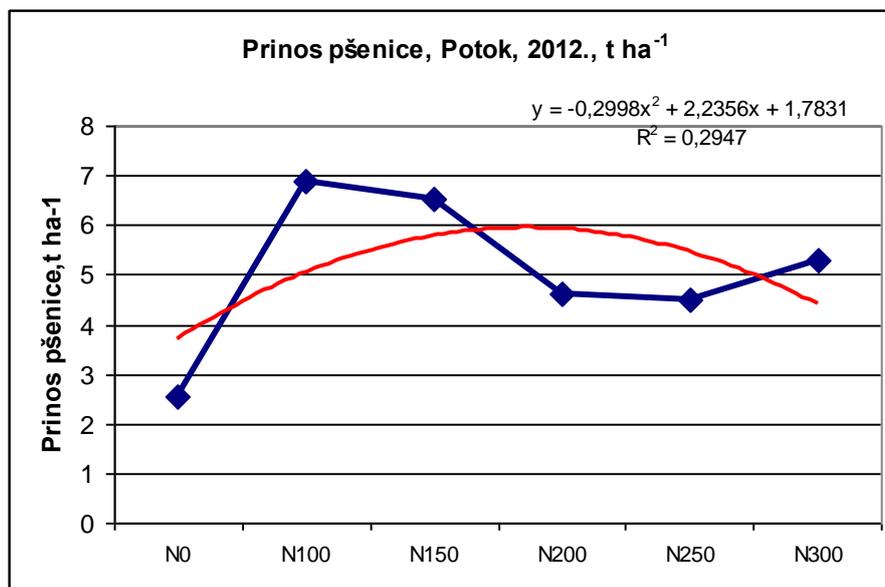
Kultura	P ₂ O ₅ kg ha ⁻¹ EU 15 1999/2000 g.	Najmanje	Oznaka države	Najviše	Oznaka države
Pšenica	42	9	NL	60	IE
Ječam	40	9	NL	60	IE
Raž, zob	32	7	NL	60	IE
Kukuruz za zrno	68	35	NL	115	ES
Krumpir	86	35	DK	220	IE
Šećerna repa	67	35	DK	130	IE
Uljana repica	44	16	DK	75	ES
Suncokret, soja, lan	28	0	IE	50	IT
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
Gnojeni travnjaci	19	5	IT	30	ES

Izvor: IRENA INDICATOR FACT SHEET

4.3.2.1 Žitarice

O problematici utvrđivanja prosječnih primijenjenih količina N za strne žitarice može se govoriti u kontekstu ukupne proizvodnje u Hrvatskoj, o uobičajenoj gnojdbenoj praksi, udjelu kultura koje se kao strne žitarice uzgajaju u pojedinoj županiji te o razini znanja o potrebi kulture poljoprivrednika.

Za ilustraciju problematike utvrđivanja utjecaja gnojidbe N na prinos pšenice kao naše najzastupljenije strne žitarice, korišteni su rezultati poljskog pokusa u Popovači s rastućim količinama gnojidbe N (grafikon 3). 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. Razlog tome leži u činjenici da je vodni režim u tlu 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 mineralne dušične gnojidbe.



Grafikon 3. Prinos zrna ozime pšenice na pokusu s gnojdbom dušikom, t/ha (Izvor: Mesić i sur., vlastita istraživanja)

Na temelju podataka koje objavljuje DZS (tablica 11) prosječni prinos ozime pšenice u razdoblju 2008 – 2012. iznosio je 5,1 t zrna, što je danas razmjerno nizak prinos. Za studiranu godinu 2012. prosječni prinos ozime pšenice u Hrvatskoj iznosi 5,3 tone. Kada bi se količina dušika potrebnog za gnojdbu 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 pojedine 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⁻¹.

Tablica 11. Površina, ukupna proizvodnja i prinos ozime pšenice u Hrvatskoj, 2008. – 2012.

Godina	Površina, ha	Uk. 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
Prosjek 2008. – 2012.	168.433	851.521	5,1

Izvor: DZS. Poljoprivredna proizvodnja u 2012. Zagreb, 2013.

Ako se u jednadžbu iz grafikona 3, $Y = -0,2998x^2 + 2,2356x + 1,7831$, za vrijednost x uvrste vrijednosti koeficijenta od 1,1 do 2,0 (tablica 12), što se referira na količine N_{min} od 10 do 100 kg N ha⁻¹, to znači da je za prinos od 5,1 t ha⁻¹ zrna pšenice dovoljna gnojidba od oko 100 kg N_{min} .

Tablica 12. Prikaz koeficijenta x za vrijednosti Y i izračun gnojidbe N_{min}

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. Ova vrijednost korištena je kao polazna u procjeni gnojidbe, a korigirana je u skladu s procjenom različitosti intenziteta gnojidbe prema županijama (tablica 13).

Tablica 13. Prikaz procijenjenih količina dušika primijenjenih za žitarice prema županijama

Županija	Žitarice, ha	kg Nmin ha ⁻¹	t N	Norg t	kg N ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	24.490	120	2.939			2.939	120
Brodsko-posavska	34.640	120	4.157			4.157	120
Dubrovačko-neretvanska	4	80	0,3			0,3	80
Grad Zagreb	3.899	100	390			390	100
Istarska	4.685	100	469			469	100
Karlovačka	9.325	100	932			932	100
Koprivničko-križevačka	16.941	110	1.864			1.864	110
Krapinsko-zagorska	8.681	100	868			868	100
Ličko-senjska	8.728	80	698			698	80
Međimurska	8.332	120	1.000			1.000	120
Osječko-baranjska	74.547	125	9.318			9.318	125
Požeško-slavonska	20.966	120	2.516			2.516	120
Primorsko-goranska	355	80	28			28	80
Sisačko-moslavačka	14.706	110	1.618			1.618	110
Splitsko-dalmatinska	3.054	80	244			244	80
Šibensko-kninska	1.907	60	114			114	60
Varaždinska	9.119	120	1.094			1.094	120
Virovitičko-podravska	23.142	120	2.777			2.777	120
Vukovarsko-srijemska	42.227	120	5.067			5.067	120
Zadarska	924	80	74			74	80
Zagrebačka	11.686	100	1.169			1.169	100
UKUPNO HR	322.359	102	37.337			37.337	102

Prema procjeni na ukupno 322.359 ha zasijanih strnim žitaricama u Hrvatskoj 2012. godine, za gnojidbu je ukupno primijenjeno 37.337 t Nmin. Norg prikazan je za kulture 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 možemo zanemariti.

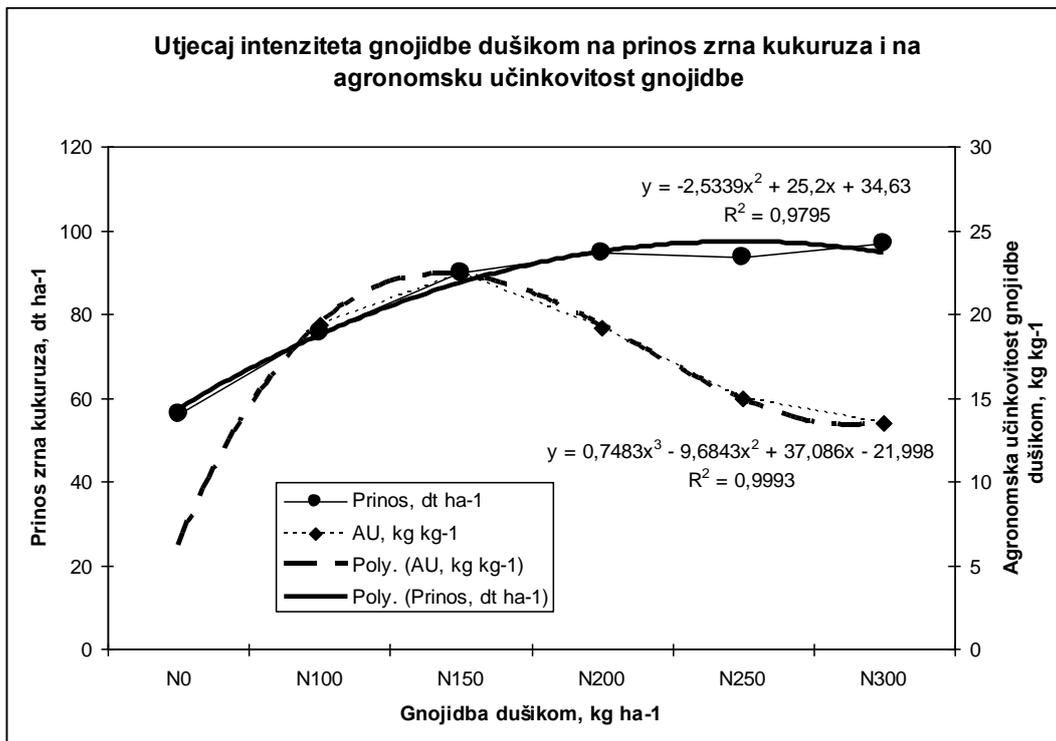
4.3.2.2 Kukuruz

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

Za potrebu analize stanja i prikaza prosječne gnojidbe za kukuruz korišteni su rezultati dugogodišnjih istraživanja učinaka gnojidbe rastućim količinama N (provodi se od 1996. g.) Utjecaj gnojidbe N na prinos kukuruza (pokusno polje u Popovači) prikazan je na grafikonu 4. Prinos zrna kukuruza povećavao se s gnojidbom N do 200 kg ha⁻¹, nakon čega povećanje količine ovog hranjiva nije utjecalo na povećanje prinosa. Jednadžba koja opisuje utjecaj gnojidbe N na prinos za 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 dušika primijenjenog u gnojidbi).



Grafikon 4. Utjecaj gnojidbe Nmin na prinos zrna kukuruza i na agronomsku učinkovitost gnojidbe (Izvor: Mesić i sur. – vlastita istraživanja)

Istovremeno, agronomska učinkovitost gnojidbe N 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 gnojidbe dušikom

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

Na temelju podataka koje objavljuje DZS (tablica 14) prosječni prinos u razdoblju 2008. – 2012. iznosio je 6,5 t zrna kukuruza, što je razmjerno nizak prinos. Za studiranu godinu 2012.

prosječni prinos kukuruza u Hrvatskoj vrlo je mali i iznosi svega 4,3 tone. Kada bi se količina N određivala prema visini ovakvog prosječnog prinosa, ona bi u stvari bila vrlo niska. Ipak, treba reći da na prinos, osim gnojidbe utječe i ostala razina agrotehnike, vremenske prilike pojedinih godine te općenito povoljnost uvjeta za uzgoj kukuruza u pojedinom području. Zato smo modeliranje proveli na prosječno ostvaren prinos zrna od 6,5 t ha⁻¹.

Tablica 14. Površina, ukupna proizvodnja i prinos kukuruza u Hrvatskoj, 2008. – 2012.

Godina	Površina, ha	Uk. 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
Prosjeck 2008. – 2012.	302.406	1.957.306	6,5

Izvor: DZS. Poljoprivredna proizvodnja u 2012. Zagreb, 2013.

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 15), što su količine Nmin od 105, 110, 115 i 120 kg N ha⁻¹, to znači da je za prinos od 65 dt zrna kukuruza, tj. 6,5 t ha⁻¹ kukuruza dovoljna gnojidba od oko 120 kg Nmin. Ovdje treba naglasiti da je u nas redovita praksa i primjena organskih gnojiva pred kukuruz, kao našu najrasprostranjeniju okopavinu.

Tablica 15. 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 količina N primijenjena za kukuruz u 2012. godini iznosila je oko 120 kg N ha⁻¹.

S obzirom na rezultat modela te prema spoznaji o agrotehnici kukuruza na pojedinim županijama u Hrvatskoj u tablici 16 je prikazan raspored primjene N iz mineralnih i organskih gnojiva.

Tablica 16. Prikaz procijenjenih količina N primijenjenih za kukuruz prema županijama

Županija	Kukuruz, ha	kg Nmin ha ⁻¹	t N	N org t	kg N ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	41.520	120	4.982	3.849	93	8.832	213
Brodsko-posavska	34.467	140	4.825	1.550	45	6.375	185
Dubrovačko-neretvanska	17	100	2	0		2	100
Grad Zagreb	7.050	130	917	201	29	1.118	159
Istarska	2.406	120	289	62	26	350	146
Karlovačka	16.220	120	1.946	865	53	2.811	173
Koprivničko-križevačka	35.881	130	4.665	3.275	91	7.939	221
Krapinsko-zagorska	23.162	130	3.011	1.114	48	4.125	178
Ličko-senjska	4.085	100	408	364	89	772	189
Međimurska	12.090	130	1.572	1.228	102	2.800	232
Osječko-baranjska	56.175	145	8.145	5.242	93	13.387	238
Požeško-slavonska	18.820	140	2.635	703	37	3.338	177
Primorsko-goranska	233	100	23	20	86	43	186
Sisačko-moslavačka	46.667	130	6.067	1.975	42	8.042	172
Splitsko-dalmatinska	5.160	100	516	103	20	619	120
Šibensko-kninska	998	100	100	51	51	151	151
Varaždinska	23.286	120	2.794	2.001	86	4.795	206
Virovitičko-podravska	28.076	140	3.931	978	35	4.908	175
Vukovarsko-srijemska	31.498	140	4.410	2.387	76	6.797	216
Zadarska	1.059	100	106	62	59	168	159
Zagrebačka	23.304	120	2.796	2.740	118	5.537	238
UKUPNO HR	412.177	122	54.140	28.770		82.911	201

Prema procjeni na ukupno 412.177 ha zasijanih kukuruzom u Hrvatskoj 2012. godine, za kukuruz je ukupno primijenjeno 54.140 t N iz mineralnih gnojiva, 28.870 t N iz organskih gnojiva, što ukupno čini 82.911 t N. Ukupno to čini 201 kg N primijenjenog za kukuruz. Može se pretpostaviti da je ta gnojidba dovoljna za puno više prinose kukuruza nego što se bilježe u statističkim izvorima. Može se, dalje, pretpostaviti i da postoji čitav niz drugih elementa, od obrade tla, zaštite, agrotehničkih rokova, plodnosti tla i drugo, koji uz razinu znanja poljoprivrednika utječu na realizaciju prosječnog prinosa.

4.3.2.3 Ostale kulture

Na gotovo 39 % posto korištenih poljoprivrednih površina u Hrvatskoj se uzgajaju žitarice i kukuruz (tablica 17). Istovremeno, za gnojidbu ovih kultura troši se oko 69 % mineralnih dušičnih gnojiva, a prema modelu se 61 % N iz organskih gnojiva koristi primarno za kukuruz. Ako se u obzir uzme i površina livada i pašnjaka, koja čini još 41 % ukupnih korištenih poljoprivrednih površina, a na kojima se prema korištenom modelu primijeni 8,4 % ukupno

utrošenih mineralnih dušičnih gnojiva, te 12,1 % ukupno Norg iz primijenjenih organskih gnojiva, može se zaključiti da se sve ostale kulture uzgajaju na preostalih 20,2 % površina, na njima se primijeni preostala količina od 22,3 % Nmin te 26,5 % Norg.

Tablica 17. Udjel žitarica i kukuruza u ukupnim korištenim poljoprivrednim površinama i potrošnji Nmin i Norg

Udio žitarica i kukuruza	ha	t Nmin	t Norg
HR Žitarice	322.359	37.337	
HR Kukuruz	412.177	54.140	28.770
Ukupno žitarice i kukuruz	734.536	91.477	28.770
Ukupno Hrvatska	1.891.309	132.132	46.845
Ukupno Hrvatska, %	100	100	100
Ukupno žitarice i kukuruz, %	38,8	69,2	61,4
Ukupno livade i pašnjaci	774.977	11.141	5.670
Ukupno livade i pašnjaci, %	41,0	8,4	12,1
Sve ostale kulture	381.796	29.514	12.404
Sve ostale kulture, %	20,2	22,3	26,5

Procijenjena nesigurnost modela iznosi 20 % što se smatra prihvatljivim s obzirom na nedostatak detaljnijih informacija o potrošnji gnojiva po županijama, kao niti statistike prinosa ostvarenih u pojedinim područjima. U sličnim domaćim i međunarodnim aktivnostima u procjeni emisije iz poljoprivrede kao vjerodostojni koriste se slični postupci, često i s većom procijenjenom nesigurnosti (National Inventory Report - NIR).

Izračun potrošnje N za ostale kulture prikazan je u nastavku. S obzirom na veliki broj kultura, raznolikost prakse u primjeni gnojiva, raznolikost agroekoloških uvjeta te razmjerno velikog broja ostalih pokazatelja koji utječu na primjenu gnojiva, koristili smo ekspertno procijenjene podatke za primjenu Nmin i Norg na prostoru cijele Hrvatske. Izračun za krmne kulture prikazan je u tablici 18.

Tablica 18. Prikaz procijenjenih količina dušika primijenjenih za krmne kulture, po županijama

Županija	Krmne kulture, ha	kg N _{min} ha ⁻¹	N _{min} t	N _{org} t	kg N ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	9.401	40	376	586	62	962	102
Brodsko-posavska	6.460	50	323	262	40	585	90
Dubrovačko-neretvanska	95	30	3	0		3	30
Grad Zagreb	882	50	44	28	32	72	82
Istarska	4.186	30	126	93	22	218	52
Karlovačka	6.608	50	330	139	21	470	71
Koprivničko-križevačka	8.425	40	337	767	91	1.104	131
Krapinsko-zagorska	5.152	40	206	72	14	278	54
Ličko-senjska	5.162	30	155	334	65	489	95
Međimurska	2.010	30	60	97	48	158	78
Osječko-baranjska	17.565	50	878	602	34	1.480	84
Požeško-slavonska	4.643	50	232	54	12	286	62
Primorsko-goranska	946	30	28	93	98	121	128
Sisačko-moslavačka	6.045	40	242	298	49	540	89
Splitsko-dalmatinska	3.324	30	100	34	10	134	40
Šibensko-kninska	1.565	30	47	36	23	83	53
Varaždinska	1.318	50	66	72	55	138	105
Virovitičko-podravska	6.862	50	343	65	9	408	59
Vukovarsko-srijemska	8.722	50	436	193	22	629	72
Zadarska	1.630	30	49	21	13	70	43
Zagrebačka	6.193	50	310	456	74	766	124
UKUPNO HR	107.195	40,5	4.691	4.302	39,8	8.993	78,4

Prema prikazanim rezultatima za uzgoj krmnih kultura koji se provodi na 107.195 ha utroši se 4.691 t N iz mineralnih gnojiva te još 4.302 t N iz organskih gnojiva. To ukupno daje prosječni intenzitet gnojidbe na razini Hrvatske od 78,4 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 podatka o eventualno združenoj sjetvi, detaljniju analizu nije bilo moguće provesti.

U tablici 19 prikazana je modelom predviđena gnojidba duhana.

Tablica 19 – Prikaz procijenjenih količina dušika primijenjenih za duhan prema županijama

Županija	Duhan ha	kg Nmin ha ⁻¹	t N	N org t	kg N ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	82	30	2			2	30
Brodsko-posavska	5	30					30
Dubrovačko-neretvanska	0						
Grad Zagreb	0						
Istarska	0						
Karlovačka	0						
Koprivničko-križevačka	85	30	3			3	30
Krapinsko-zagorska	0						
Ličko-senjska	0						
Međimurska	0						
Osječko-baranjska	82	30	2			2	30
Požeško-slavonska	1.900	30	57			57	30
Primorsko-goranska	0						
Sisačko-moslavačka	0						
Splitsko-dalmatinska	0						
Šibensko-kninska	0						
Varaždinska	2	30				0	30
Virovitičko-podravska	4.483	30	134			134	30
Vukovarsko-srijemska	20	30	1			1	30
Zadarska	0						
Zagrebačka	0						
UKUPNO HR	6.658	30	200			200	30

S obzirom na negativan utjecaj intenzivne gnojidbe N na kakvoću duhana, kao prosječna količina gnojidbe određena je ona sa 30 kg čistog N po hektaru. Prema takvoj prosječnoj gnojidbi za ukupno 6.658 ha pod duhanom utrošeno je ukupno 200 t N iz mineralnih gnojiva.

Sljedeća analizirana kultura je šećerna repa. Izlazni podatci modela za gnojidbu N šećerne repe prikazani su u tablici 20.

Tablica 20. Prikaz procijenjenih količina dušika primijenjenih za šećernu repu, prema županijama

Županija	Šećerna repa ha	kg Nmin ha ⁻¹	t N	N org t	kg N ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	0						
Brodsko-posavska	1.730	160	277	65	38	342	198
Dubrovačko-neretvanska	0						
Grad Zagreb	0						
Istarska	0						
Karlovačka	0						
Koprivničko-križevačka	362	160	58	21	59	79	219
Krapinsko-zagorska	0						
Ličko-senjska	0						
Međimurska	825	160	132	19	24	152	184
Osječko-baranjska	9.673	155	1.499	283	29	1.783	184
Požeško-slavonska	936	160	150	54	58	204	218
Primorsko-goranska	0						
Sisačko-moslavačka	1	160	0		0	0	160
Splitsko-dalmatinska	0						
Šibensko-kninska	0						
Varaždinska	122	160	20			20	160
Virovitičko-podravska	1.800	160	288	81	45	369	205
Vukovarsko-srijemska	9.115	155	1.413	386	42	1.799	197
Zadarska	0						
Zagrebačka	0						
UKUPNO HR	24.565	159	3.837	910	37	4.747	192

Uzgoj šećerne repe u Hrvatskoj provodi se u dijelu županija u kojima za to postoje dobri ekološki, ali i ekonomski i organizacijski uvjeti. Prema rezultatu modela za ukupno 24.565 ha šećerne repe utrošeno je 3.837 t N iz mineralnih te još 910 t N iz organskih gnojiva. Prosječni je intenzitet gnojidbe 192 kg ha⁻¹ N, od čega je mineralni značajniji s udjelom od 159 kg ha⁻¹, a preostala količina od 37 kg ha⁻¹ je iz organskih gnojiva.

Soja ima različitu primjenu N ovisno o provedbi bakterizacije sjemena, značajkama tla na kojem se uzgaja, posebice pH vrijednosti, udjelu humusa, vodozračnih odnosa u tlu i drugo (tablica 21).

Tablica 21. Prikaz procijenjenih količina dušika primijenjenih za soju prema županijama

Županija	Soja ha	kg N ha ⁻¹	t N	Norg t	kg N ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	1.811	60	109			109	60
Brodsko-posavska	4.646	60	279			279	60
Dubrovačko-neretvanska	0						
Grad Zagreb	31	60	2			2	60
Istarska	0						
Karlovačka	166	60	10			10	60
Koprivničko-križevačka	210	60	13			13	60
Krapinsko-zagorska	2	60					60
Ličko-senjska	0						
Međimurska	289	60	17			17	60
Osječko-baranjska	14.495	75	1.087			1.087	75
Požeško-slavonska	5.723	60	343			343	60
Primorsko-goranska	0						
Sisačko-moslavačka	2.618	60	157			157	60
Splitsko-dalmatinska	0						
Šibensko-kninska	0						
Varaždinska	7	60					60
Virovitičko-podravska	8.275	60	496			496	60
Vukovarsko-srijemska	19.712	65	1.281			1.281	65
Zadarska	0						
Zagrebačka	1.065	60	64			64	60
UKUPNO HR	59.052	61	3.859			3.859	61

Prema ovim rezultatima na 59.052 ha na kojima se uzgaja soja troši se 3.859 t Nmin, uz prosječni intenzitet gnojidbe od 61 kg Nmin ha⁻¹.

U tablici 22 prikazani su podatci o površinama i gnojidbi N za suncokret.

Tablica 22. Prikaz procijenjenih količina N primijenjenih za suncokret, po županijama u RH

Županija	Suncokret ha	kg N ha ⁻¹	t N	Norg t	kg N ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	83	100	8		0	8	100
Brodsko-posavska	1.671	100	167	44	26	211	126
Dubrovačko-neretvanska	0						
Grad Zagreb	0						
Istarska	25	100	3		0	3	100
Karlovačka	0						
Koprivničko-križevačka	89	100	9		0	9	100
Krapinsko-zagorska	2	100	0		0	0	100
Ličko-senjska	0						
Međimurska	28	110	3		0	3	110
Osječko-baranjska	19.538	110	2.149	283	15	2.432	125
Požeško-slavonska	268	110	29		0	29	110
Primorsko-goranska	0	110	0		0	0	110
Sisačko-moslavačka	6						
Splitsko-dalmatinska	0		0				
Šibensko-kninska	1	100	0			0	100
Varaždinska	11	100	1		0	1	100
Virovitičko-podravska	2.906	110	320	81	28	400	138
Vukovarsko-srijemska	10.358	110	1.139	386	37	1.525	147
Zadarska	0						
Zagrebačka	40	100	4		0	4	100
UKUPNO HR	35.027	104	3.833	793	8	4.627	112

Prema rezultatu modela za ukupno 35.027 ha pod suncokretom korišteno je 3.833 t Nmin te još 793 t Norg. Prosječni je intenzitet gnojidbe N 112 kg ha⁻¹ N, od čega je mineralni značajniji s udjelom od 104 kg ha⁻¹, a preostala količina od 8 kg ha⁻¹ je iz organskih gnojiva.

Osim suncokreta, određena je i površina pod ostalim uljaricama. Rezultati modela prikazani su u tablici 23.

Tablica 23. Prikaz procijenjenih količina N primijenjenih za uljarice prema županijama u RH

Županija	Uljarice ha	kg N ha ⁻¹	t N	Norg t	kg N ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	1.080	100	108			108	100
Brodsko-posavska	762	100	76			76	100
Dubrovačko-neretvanska							
Grad Zagreb	13	100	1			1	100
Istarska	95	80	8			8	80
Karlovačka	226	80	18			18	80
Koprivničko-križevačka	1.708	100	171			171	100
Krapinsko-zagorska	370	100	37			37	100
Ličko-senjska							
Međimurska	2.069	100	207			207	100
Osječko-baranjska	2.238	105	235			235	105
Požeško-slavonska	2.545	110	280			280	110
Primorsko-goranska	21	100	2			2	100
Sisačko-moslavačka	903	100	90			90	100
Splitsko-dalmatinska							
Šibensko-kninska							
Varaždinska	694	100	69			69	100
Virovitičko-podravska	2.135	105	224			224	105
Vukovarsko-srijemska	622	105	65			65	105
Zadarska							
Zagrebačka	564	100	56			56	100
UKUPNO HR	16.047	99	1.649			1.649	99

Za preostale površine pod uljaricama – 16.047 ha utrošeno je 1.649 tona Nmin. Prema modelu za ostale uljarice u pojedinim županijama primjena N varirala je od 80 do 110 kg, s prosječnom gnojidbom Nmin od 99 kg ha⁻¹.

Modelom predviđena potrošnja N za krumpir prikazana je u tablici 24.

Tablica 24. Prikaz procijenjenih količina dušika primijenjenih za krumpir, prema županijama

Županija	Krumpir ha	kg Nmin ha ⁻¹	t N	Norg t	kg N ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	747	120	90	37	50	127	170
Brodsko-posavska	325	120	39	11	33	50	153
Dubrovačko-neretvanska	150	140	21	5	30	26	170
Grad Zagreb	44	80	3	3	64	6	144
Istarska	500	140	70	37	74	107	214
Karlovačka	748	100	75	58	78	133	178
Koprivničko-križevačka	317	120	38	21	67	59	187
Krapinsko-zagorska	408	80	33	43	106	76	186
Ličko-senjska	1.025	100	103	39	38	141	138
Međimurska	5.100	140	714	292	57	1.006	197
Osječko-baranjska	406	120	49	35	87	84	207
Požeško-slavonska	424	120	51	22	51	73	171
Primorsko-goranska	17	80	1	1	60	2	140
Sisačko-moslavačka	118	80	9	12	105	22	185
Splitsko-dalmatinska	850	100	85	27	32	112	132
Šibensko-kninska	17	80	1	2	105	3	185
Varaždinska	840	120	101	60	72	161	192
Virovitičko-podravska	269	120	32	16	60	48	180
Vukovarsko-srijemska	742	120	89	77	104	166	224
Zadarska	393	120	47	17	42	64	162
Zagrebačka	271	100	27	14	52	41	152
UKUPNO HR	13.712	110	1.678	831	65	2.509	175

Prema rezultatu modela za ukupno 13.712 ha na kojima je uzgajan krumpir korišteno je 1.678 t Nmin, te još 831 t Norg. Prosječni je intenzitet gnojidbe 175 kg ha⁻¹ N, od čega je mineralni značajniji s udjelom od 110 kg ha⁻¹, a preostala količina od 65 kg ha⁻¹ je iz organskih gnojiva.

Kupus je sljedeća kultura koja je izdvojena s obzirom na površine na kojima se uzgaja u Hrvatskoj. Rezultati modela za N gnojidbu kupusa prikazani su u tablici 25.

Tablica 25. Prikaz procijenjenih količina dušika primijenjenih za kupus, prema županijama

Županija	Kupus ha	kg Nmin ha ⁻¹	t N	Norg t	kg N ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	28	140	4	2	82	6	222
Brodsko-posavska	30	140	4	2	73	6	213
Dubrovačko-neretvanska	290	140	41	2	7	43	147
Grad Zagreb	39	140	6	3	71	8	211
Istarska	480	140	67	12	26	80	166
Karlovačka	132	120	16	12	88	27	208
Koprivničko-križevačka	43	120	5	4	99	9	219
Krapinsko-zagorska	1	140	0	0	0	0	140
Ličko-senjska	22	120	3	0	0	3	120
Međimurska	70	150	11	0	0	11	150
Osječko-baranjska	107	150	16	0	0	16	150
Požeško-slavonska	105	140	15	0	0	15	140
Primorsko-goranska	11	140	2	1	91	3	231
Sisačko-moslavačka	23	140	3	0	0	3	140
Splitsko-dalmatinska	300	140	42	7	23	49	163
Šibensko-kninska	11	140	1	1	69	2	209
Varaždinska	470	140	66	48	103	114	243
Virovitičko-podravska	121	140	17	13	107	30	247
Vukovarsko-srijemska	97	150	15	4	40	18	190
Zadarska	375	140	52	8	22	61	162
Zagrebačka	51	140	7	0	0	7	140
UKUPNO HR	2.805	139	392	119	42	511	181

Na ukupnoj površini pod kupusom od 2,805 ha primijenjeno je u prosjeku za Hrvatsku ukupno 181 kg ha⁻¹ N, od čega je prosječno 139 kg iz mineralnih, a 42 kg N iz organskih gnojiva. Ukupno se za potrebe gnojidbe kupusa troši 511 tona N, od čega je 392 t iz mineralnih, a 119 t iz organskih gnojiva.

U tablici 26 prikazani su podatci za zbirnu kategoriju povrće. S obzirom da u tu kategoriju ulazi razmjerno veliki broj kultura, a primjena N se bitno razlikuje, postavili smo model na razmjerno visoke količine mineralnog, te nešto manje organskog N.

Tablica 26. Prikaz procijenjenih količina dušika primijenjenih za povrće, prema županijama u RH

Županija	Povrće ha	kg Nmin ha ⁻¹	t N	N org t	kg N ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	704	140	99	70	100	169	240
Brodsko-posavska	1.500	140	210	94	62	304	202
Dubrovačko-neretvanska	516	180	93	5	9	97	189
Grad Zagreb	296	140	41	22	76	64	216
Istarska	1.792	160	287	62	34	348	194
Karlovačka	289	140	40	17	60	58	200
Koprivničko-križevačka	634	120	76	43	67	119	187
Krapinsko-zagorska	249	140	35	14	58	49	198
Ličko-senjska	182	120	22	8	43	30	163
Međimurska	2.474	150	371	195	79	566	229
Osječko-baranjska	2.166	150	325	213	98	537	248
Požeško-slavonska	1.203	150	180	65	54	245	204
Primorsko-goranska	44	100	4	3	68	7	168
Sisačko-moslavačka	465	120	56	50	107	105	227
Splitsko-dalmatinska	996	120	120	69	69	188	189
Šibensko-kninska	114	120	14	7	64	21	184
Varaždinska	585	140	82	48	82	130	222
Virovitičko-podravska	4.438	140	621	278	63	899	203
Vukovarsko-srijemska	1.924	140	269	193	100	462	240
Zadarska	1.740	160	278	83	48	361	208
Zagrebačka	885	120	106	88	99	194	219
UKUPNO HR	23.194	137,6	3.330	1.625	68,6	4.955	206,2

Razmjerno velika površina na kojoj se u Hrvatskoj uzgajaju različite vrste povrća iznosi 23.194 ha. Prema postavljenom modelu, u Hrvatskoj se u prosjeku za povrće troši 137.6 kg Nmin po hektaru, te još 68,6 kg N iz organskih gnojiva. Zajedno to iznosi 206,2 kg N, što je visoka vrijednost, u većini slučajeva dovoljna za visoku razinu proizvodnje.

U tablici 27 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, itd.

Tablica 27. Prikaz procijenjenih količina dušika primijenjenih za vinograde, prema županijama u RH

Županija	Vinogradi ha	kg Nmin ha ⁻¹	t N	N org t	kg N ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	547	50	27	23	43	51	93
Brodsko-posavska	684	50	34	22	32	56	82
Dubrovačko-neretvanska	2.987	50	149	45	15	195	65
Grad Zagreb	233	50	12	11	48	23	98
Istarska	5.845	50	292	216	37	508	87
Karlovačka	308	50	15	12	38	27	88
Koprivničko-križevačka	1.170	50	58	43	36	101	86
Krapinsko-zagorska	2.628	40	105	145	55	250	95
Ličko-senjska	30	40	1	2	51	3	91
Međimurska	952	40	38	58	61	97	101
Osječko-baranjska	3.287	50	164	142	43	306	93
Požeško-slavonska	1.951	50	98	76	39	173	89
Primorsko-goranska	241	40	10	12	50	22	90
Sisačko-moslavačka	604	50	30	25	41	55	91
Splitsko-dalmatinska	2.740	40	110	123	45	233	85
Šibensko-kninska	2.013	40	81	111	55	191	95
Varaždinska	2.323	40	93	145	62	238	102
Virovitičko-podravska	476	40	19	24	51	43	91
Vukovarsko-srijemska	2.407	50	120	116	48	236	98
Zadarska	2.391	40	96	66	28	162	68
Zagrebačka	2.134	40	85	105	49	191	89
UKUPNO HR	35.950	45,2	1.638	1.521	44,2	3.159	89,4

Primjena Nmin na svih 35.950 ha pod vinogradima iznosi od 1.638 t (tablica 27). Istovremeno, model prikazuje i prosječnu primjenu od 1.521 t N iz organskih gnojiva. Ukupno se za potrebe uzgoja vinograda troši 3.159 t N. Prosječne količine Nmin iznose 45,2 kg ha⁻¹, organskog 44,2 kg ha⁻¹, što ukupno prosječno iznosi 89,4 kg ha⁻¹ N iz oba izvora.

U tablici 28 prikazana je predviđena gnojidba za voćnjake. U slučaju voćnjaka također je veći broj čimbenika koji utječu na postavljanje modela gnojidbe N. Tu se radi o razmjerno velikim oscilacijama prema vrsti voća, području uzgoja, intenzitetu agrotehnike općenito. Isto, nije isto radi li se o mladom voćnjaku, voćnjaku u punom rodu, intenzivnom ili ekstenzivnom sustavu uzgoja, itd.

Tablica 28. Prikaz procijenjenih količina dušika primijenjenih za voćnjake, prema županijama

Županija	Voćnjaci ha	kg N ha ⁻¹	t N	N org t	kg N ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	2.032	60	122	117	58	239	118
Brodsko-posavska	2.360	70	165	131	55	296	125
Dubrovačko-neretvanska	1.302	90	117	23	17	140	107
Grad Zagreb	184	70	13	11	61	24	131
Istarska	370	80	30	12	33	42	113
Karlovačka	879	70	61	58	66	120	136
Koprivničko-križevačka	1.061	60	64	85	80	149	140
Krapinsko-zagorska	930	70	65	58	62	123	132
Ličko-senjska	590	30	18	23	40	41	70
Međimurska	1.116	80	89	58	52	148	132
Osječko-baranjska	5.116	80	409	283	55	693	135
Požeško-slavonska	2.017	80	161	108	54	270	134
Primorsko-goranska	51	40	2	4	79	6	119
Sisačko-moslavačka	1.742	60	105	124	71	229	131
Splitsko-dalmatinska	560	80	45	27	49	72	129
Šibensko-kninska	233	80	19	11	47	30	127
Varaždinska	569	70	40	36	64	76	134
Virovitičko-podravska	2.071	80	166	81	39	246	119
Vukovarsko-srijemska	2.049	70	143	116	56	259	126
Zadarska	1.155	80	92	41	36	134	116
Zagrebačka	1.393	60	84	105	76	189	136
UKUPNO HR	27.780	69,5	2.010	1.514	54,8	3.524	124,3

Prema rezultatima primjene modela na 27.780 ha voćnjaka u Hrvatskoj se primijeni ukupno 3.524 t N, od čega je 2.010 t iz mineralnih, a 1.514 t N iz organskih gnojiva. Na taj način primjenjuje se prosječno 124,3 kg ha⁻¹ ukupnog N, od čega je mineralni prosječno 69.5 kg ha⁻¹, a organski 54,8 kg ha⁻¹.

U tablici 29 prikazani su modelirani rezultati potrošnje N za potrebe uzgoja maslina.

Tablica 29. Prikaz procijenjenih količina N primijenjenih za maslinike, prema županijama u RH

Županija	Maslinici ha	kg N ha ⁻¹	t N	N org t	kg N ha ⁻¹	Ukupno t N	Ukupno kg N ha ⁻¹
Bjelovarsko-bilogorska	0						
Brodsko-posavska	0						
Dubrovačko-neretvanska	6.950	90	625	34	5	659	95
Grad Zagreb	0			0			
Istarska	5.990	90	539	124	21	663	111
Karlovačka	0			0			
Koprivničko-križevačka	0			0			
Krapinsko-zagorska	0			0			
Ličko-senjska	344	70	24	8	23	32	93
Međimurska	0			0			
Osječko-baranjska	0			0			
Požeško-slavonska	0			0			
Primorsko-goranska	1.897	80	152	66	35	218	115
Sisačko-moslavačka	0			0			
Splitsko-dalmatinska	7.355	70	515	295	40	810	110
Šibensko-kninska	3.903	70	273	146	37	419	107
Varaždinska	0			0			
Virovitičko-podravska	0			0			
Vukovarsko-srijemska	0			0			
Zadarska	3.373	80	270	116	34	386	114
Zagrebačka	0						
UKUPNO HR	29.811	78,6	2.398	788	27,8	3.186	106,4

Na ukupnoj površini maslinika od 29.811 ha primijenjeno je u prosjeku za Hrvatsku ukupno 106,4 kg ha⁻¹ N, od čega je prosječno 78,6 kg iz mineralnih, a 27,8 kg N iz organskih gnojiva. Ukupno se za potrebe gnojidbe maslinika troši 3.186 tona N, od čega je 2.398 t iz mineralnih, a 788 t iz organskih gnojiva.

4.3.3 Potrošnja dušika iz mineralnih i organskih gnojiva

4.3.3.1 Prikaz potrošnje dušika na korištenom poljoprivrednom zemljištu u 2012. godini

Prema provedenim postupcima modeliranja i procjene u Hrvatskoj je u 2012. godini utrošeno 132.132 t N iz mineralnih gnojiva te 46 845 t N iz organskih gnojiva (tablica 30).

Tablica 30. Površina korištenog poljoprivrednog zemljišta i potrošnja dušika iz mineralnih i organskih gnojiva za 2012. godinu

Županija	Površina korištenog poljopr. zemljišta, ha, u 2012. godini	Dušik iz mineralnih gnojiva primijenjen na korištenom poljopr. zemljištu, t N	Dušik iz organskih gnojiva primijenjen na korištenom poljopr. zemljištu, t N	Ukupni dušik primijenjen na korištenom poljoprivrednom zemljištu, t N	Utrošak dušika iz mineralnih gnojiva na 1 ha korištenog poljoprivrednog zemljišta, kg N/ha	Utrošak dušika iz organskih gnojiva na 1 ha korištenog poljoprivrednog zemljišta, kg N/ha	Ukupni utrošak dušika iz mineralnih i organskih gnojiva na 1 ha korištenog poljoprivrednog zemljišta, kg N/ha
Bjelovarsko-bilogorska	104.585	9.945	5.597	15.542	95	54	149
Brodsko-posavska	94.542	10.733	2.372	13.104	114	25	139
Dubrovačko-neretvanska	36.344	1.078	143	1.221	30	4	34
Grad Zagreb	20.135	1.599	315	1.914	79	16	95
Istarska	58.731	2.837	771	3.608	48	13	61
Karlovačka	88.634	4.429	1.329	5.758	50	15	65
Koprivničko-križevačka	95.364	8.347	4.768	13.116	88	50	138
Krapinsko-zagorska	61.687	5.040	1.549	6.589	82	25	107
Ličko-senjska	110.417	2.553	1.054	3.607	23	10	33
Međimurska	47.537	4.843	2.093	6.936	102	44	146
Osječko-baranjska	209.750	24.444	7.435	31.879	117	35	152
Požeško-slavonska	75.981	7.332	1.263	8.595	97	17	113
Primorsko-goranska	47.529	495	330	825	10	7	17
Sisačko-moslavačka	161.334	9.860	3.047	12.907	61	19	80
Splitsko-dalmatinska	96.431	1.923	887	2.810	20	9	29
Šibensko-kninska	98.748	792	596	1.387	8	6	14
Varaždinska	57.472	4.840	2.556	7.396	84	44	129
Virovitičko-podravska	99.022	10.038	1.943	11.980	101	20	121
Vukovarsko-srijemska	132.368	14.530	4.031	18.561	110	30	140
Zadarska	129.261	1.306	776	2.082	10	6	16
Zagrebačka	65.439	5.167	3.992	9.159	79	61	140
UKUPNO HR	1.891.309	132.132	46.845	178.976	67	24	91

Posljednji detaljni izračun potrošnje N iz mineralnih i organskih gnojiva izrađen je za 2000. godinu, a prikazan je studiji „Procjena stanja, uzroka i veličine pritiska poljoprivrede na vodne resurse i more na području Republike Hrvatske“ (Mesić i sur., 2002). U tablici 31

prikazana je razlika u procijenjenoj potrošnji mineralnog i organskog N u Hrvatskoj u 2000. i 2012. godini.

Tablica 31. Usporedba potrošnje N iz mineralnih i iz organskih gnojiva za 2000. i 2012. godinu po županijama u RH

Županija	Mineralna gnojiva			Organska gnojiva			Ukupni dušik		
	Potrošnja dušika, t, 2000 g.	Potrošnja dušika, t, 2012 g.	Razlika	Potrošnja dušika, t, 2000 g.	Potrošnja dušika, t, 2012 g.	Razlika	Potrošnja dušika, t, 2000 g.	Potrošnja dušika, t, 2012 g.	Razlika
Bjelovarsko-bilogorska	7.560	9.945	2.385	6.594	5.597	-997	14.154	15.542	1.388
Brodsko-posavska	7.695	10.733	3.038	2.613	2.372	-241	10.308	13.104	2.796
Dubrovačko-neretvanska	498	1.078	580	290	143	-147	788	1.221	433
Grad Zagreb	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Istarska	1.645	2.837	1.192	1.835	771	-1.064	3.480	3.608	128
Karlovačka	1.318	4.429	3.111	2.348	1.329	-1.019	3.666	5.758	2.092
Koprivničko-križevačka	6.966	8.347	1.381	6.106	4.768	-1.338	13.072	13.116	44
Krapinsko-zagorska	2.941	5.040	2.099	3.297	1.549	-1.748	6.238	6.589	351
Ličko-senjska	365	2.553	2.188	1.916	1.054	-862	2.281	3.607	1.326
Međimurska	3.391	4.843	1.452	2.326	2.093	-233	5.717	6.936	1.219
Osječko-baranjska	18.402	24.444	6.042	3.833	7.435	3.602	22.235	31.879	9.644
Požeško-slavonska	9.553	7.332	-2.221	2.062	1.263	-799	11.615	8.595	-3.020
Primorsko-goranska	132	495	363	1.560	330	-1.230	1.692	825	-867
Sisačko moslavačka	4.690	9.860	5.170	3.467	3.047	-420	8.157	12.907	4.750
Splitsko-dalmatinska	1.807	1.923	116	2.767	887	-1.880	4.574	2.810	-1.764
Šibensko-kninska	2.368	792	-1.576	1.090	596	-494	3.458	1.387	-2.071
Varaždinska	4.646	4.840	194	3.880	2.556	-1.324	8.526	7.396	-1.130
Virovitičko-podravska	9.183	10.038	855	2.046	1.943	-103	11.229	11.980	751
Vukovarsko-srijemska	16.347	14.530	-1.817	2.639	4.031	1.392	18.986	18.561	-425
Zadarska	1.306	1.306	0	1.836	776	-1.060	3.142	2.082	-1.060
Zagrebačka i grad Zagreb	9.658	6.766	-2.892	7.560	4.307	-3.253	17.218	11.073	-6.145
UKUPNO	110.471	132.132	21.661	60.064	46.845	-13.219	170.535	178.976	8.441

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

Na temelju prikazanih podataka moguće je zaključiti da se u Hrvatskoj u vremenu od 2000. do 2012. godine povećala potrošnja Nmin, a smanjila se primjena Norg. Povećanje primjene Nmin ukupno iznosi 21.661 t pri čemu je u nekim županijama zabilježen i pad potrošnje N (Požeško-slavonska, Šibensko-kninska, Vukovarsko-srijemska te Zagrebačka i Grad Zagreb). Smanjenje potrošnje Norg u 2012. godini iznosi -13.219 t N pri usporedbi sa stanjem u 2000. godini. Povećanje je zabilježeno u samo dvije županije – Osječko-baranjskoj i Vukovarsko-srijemskoj. Ukupna količina N u 2012. veća je od one primijenjene u 2000. g. za 8.441 tonu.

4.3.3.2 Količina dušika koja se prema procjeni ne koristi u poljoprivredi

Preostala količina N_{min} može se objasniti kao N koji se koristi na druge svrhe, a ne za poljoprivredu, kao što su sportski tereni, površine pod ukrasnim biljem, okućnice i sl. Količina N_{min} koja se koristi za druge namjene utvrđena modelom (5.021 t N) prikazana u tablici 32.

Tablica 32. Procjena potrošnje N_{min} za nepoljoprivredne svrhe

Potrošnja mineralnog dušika u 2012. godini	t N
Ukupna potrošnja mineralnog dušika u RH	137.152
Potrošnja N u poljoprivredi	132.131
Procjena potrošnje N za nepoljoprivredne svrhe	5.021

4.3.4 Procjena potrošnje fosfornih gnojiva

Ispiranje P 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 P koja se primjenjuje u gnojidbi. Detaljan prikaz potrošnje P iz mineralnih i iz organskih gnojiva izrađen za 2000. godinu, kada su podatci o prodaji mineralnih gnojiva bili evidentirani prema županijama (tablica 33).

Tablica 33. Fosfor iz mineralnih i organskih gnojiva, 2000. god., po županijama u RH

Županija	Mineralni fosfor			Organski fosfor			Ukupni fosfor		
	Potrošnja fosfora, t	kg P ₂ O ₅ /ha polj. površine	kg P ₂ O ₅ /ha obradive površine	Potrošnja fosfora, t	kg P ₂ O ₅ /ha polj. površine	kg P ₂ O ₅ /ha obradive površine	Potrošnja fosfora, t	kg P ₂ O ₅ /ha polj. površine	kg P ₂ O ₅ /ha obradive 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 na to da se gnojidba P određuje više prema značajkama tla, a tek onda prema potrebama kulture, kao i da se evidencija prodaje mineralnih gnojiva više ne vodi prema županijama, što izračun čini gotovo nemogućim, postavili smo model u kojem se primjena fosfornih gnojiva računa kao postotni iznos primjene dušičnih gnojiva. Ukupna količina P (P₂O₅) iz mineralnih gnojiva procijenjena je kao 35 % od primjene Nmin, dok je udjel P u organskim gnojivima dobiven uobičajenim računskim postupkom.

Rezultati proračuna prikazani su u tablici 34. U tablici 35 prikazana je usporedba potrošnje P u 2000. i 2012. godini po županijama u RH.

Tablica 34. Površina korištenog poljoprivrednog zemljišta i procijenjena potrošnja P iz mineralnih i organskih gnojiva za 2012. godinu

Županija	Površina korištenog poljoprivrednog zemljišta, ha	Fosfor (P) iz mineralnih gnojiva primijenjen na korištenom poljoprivrednom zemljištu, t	Fosfor (P) iz organskih gnojiva, t	Fosfor (P) iz organskih gnojiva primijenjen na korištenom poljoprivrednom zemljištu, t	Ukupni fosfor (P) primijenjen na korištenom poljoprivrednom zemljištu, t	Ukupni fosfor (P) primijenjen na nekorištenom poljoprivrednom zemljištu, t	Utrošak fosfora iz mineralnih gnojiva na 1 ha korištenog poljoprivrednog zemljišta, kg P/ha	Utrošak fosfora iz organskih gnojiva na 1 ha korištenog poljoprivrednog zemljišta, kg P/ha	Ukupni utrošak fosfora iz mineralnih i organskih gnojiva na 1 ha korištenog poljoprivrednog zemljišta, kg P/ha
Bjelovarsko-bilogorska	104.585	1.519	1124	1079	2.598	45	15	10	25
Brodsko-posavska	94.542	1.639	500	493	2.132	7	17	5	23
Dubrovačko-neretvanska	36.344	165	40	32	196	8	5	1	5
Grad Zagreb	20.135	244	65	64	308	1	12	3	15
Istarska	58.731	433	190	173	606	17	7	3	10
Karlovačka	88.634	676	302	278	954	25	8	3	11
Koprivničko-križevačka	95.364	1.275	962	945	2.220	17	13	10	23
Krapinsko-zagorska	61.687	770	347	343	1.113	4	12	6	18
Ličko-senjska	110.417	390	316	236	626	80	4	2	6
Međimurska	47.537	740	467	462	1.202	4	16	10	25
Osječko-baranjska	209.750	3.734	1555	1531	5.265	24	18	7	25
Požeško-slavonska	75.981	1.120	277	271	1.391	6	15	4	18
Primorsko-goranska	47.529	76	117	81	156	36	2	2	3
Sisačko-moslavačka	161.334	1.506	674	645	2.151	30	9	4	13
Splitsko-dalmatinska	96.431	294	278	216	510	61	3	2	5
Šibensko-kninska	98.748	121	219	151	272	68	1	2	3
Varaždinska	57.472	739	604	599	1.339	5	13	10	23
Virovitičko-podravska	99.022	1.533	419	412	1.945	8	15	4	20
Vukovarsko-srijemska	132.368	2.219	845	833	3.052	12	17	6	23
Zadarska	129.261	200	311	207	407	104	2	2	3
Zagrebačka	65.439	789	863	850	1.639	13	12	13	25
UKUPNO HR	1.891.309	20.182	10.474	9.901	30.083	573	10	5	15

Tablica 35. Procjena potrošnje P u 2000. i 2012. g. po županijama u RH

Županija	Mineralna gnojiva			Organska gnojiva			Ukupni fosfor		
	Potrošnja P, t, 2000 g.	Potrošnja P, t, 2012 g.	Razlika	Potrošnja P, t, 2000 g.	Potrošnja P, t, 2012 g.	Razlika	Potrošnja P, t, 2000 g.	Potrošnja P, t, 2012 g.	Razlika
Bjelovarsko-bilogorska	950	1.519	568	1.376	1.124	-252	2.326	2.643	317
Brodsko-posavska	1.399	1.639	241	568	500	-69	1.967	2.139	172
Dubrovačko-neretvanska	142	165	22	64	40	-24	206	204	-2
Grad Zagreb	-		-	-		-			
Istarska	467	433	-34	516	190	-326	983	623	-360
Karlovačka	378	676	298	512	302	-210	891	979	88
Koprivničko-križevačka	1.132	1.275	143	1.241	962	-279	2.372	2.237	-136
Krapinsko-zagorska	422	770	347	384	347	-36	806	1.117	311
Ličko-senjska	112	390	278	836	316	-520	948	706	-242
Međimurska	823	740	-83	611	467	-144	1.434	1.206	-227
Osječko-baranjska	3.666	3.734	67	785	1.555	771	4.451	5.289	838
Požeško-slavonska	1.668	1.120	-548	419	277	-142	2.087	1.397	-690
Primorsko-goranska	50	76	25	336	117	-219	386	192	-194
Sisačko moslavačka	881	1.506	625	717	674	-43	1.598	2.180	582
Splitsko-dalmatinska	486	294	-192	580	278	-302	1.066	571	-494
Šibensko-kninska	474	121	-353	245	219	-27	720	339	-380
Varaždinska	787	739	-48	1.035	604	-430	1.822	1.343	-479
Virovitičko-podravska	2.083	1.533	-550	434	419	-14	2.517	1.953	-565
Vukovarsko-srijemska	3.062	2.219	-842	550	845	295	3.612	3.064	-547
Zadarska	352	200	-152	363	311	-52	715	511	-204
Zagrebačka i grad Zagreb	1.593	1.034	-559	1.694	928	-766	3.287	1.962	-1.326
UKUPNO	20.929	20.182	-747	13.265	10.474	-2.791	34.194	30.656	-3.537

4.4 Zaključak

Za potrebe studijskog rada izrađen je model za prikaz prostorne potrošnje mineralnog i organskog dušika i fosfora u Hrvatskoj. Prema rezultatima prikazanim u prethodnim poglavljima može se zaključiti da je u Hrvatskoj u 2012. godini ukupno primijenjeno 137.152 t mineralnog dušika, od čega je, prema rezultatima korištenog modela 132.131 t primijenjena za poljoprivredu, a 5.021 t za nepoljoprivredne svrhe. Uz to, primijenjeno je i 48.815 t dušika iz organskih gnojiva, od čega 46.845 t na korištenim, a 1.971 t na zapuštenim i nekorištenim površinama.

Prema količinama utrošenog fosfora (P) riječ je o procijenjenih 20.182 t iz mineralnih gnojiva, te još 10.474 t iz organskih gnojiva.

Prostorni raspored prikazan je prema županijama, pa može poslužiti za daljnji postupak definiranja pritiska poljoprivrede dušikom i fosforom u Hrvatskoj.

4.5 Literatura

*** Godišnja izvješća za projekt „Gnojidba dušikom prihvatljiva za okoliš“ od 1996. do 2012. godine, arhiva Zavoda za opću proizvodnju bilja, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.

*** (2004). 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

*** (2009): Assessment of Fertilizer Use by Crop at the Global Level 2006/07 – 2007/08, International Fertilizer Industry Association

*** (2012): Fertilizer Consumption by Nutrient, International Fertilizer Industry Association

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2002): Fertilizer Use by Crop, Fifth edition

FAO (2006): Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin: Fertilizer Use by Crop

Heffer, P. (2009): Assessment of Fertilizer Use by Crop at the Global Level 2006/07 – 2007/08, International Fertilizer Industry Association

Mesić, M. i sur. (2002): Procjena stanja, uzroka i veličine pritisaka poljoprivrede na vodne resurse i more na području republike Hrvatske, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za opću proizvodnju bilja, studija, 213 str.

USDA-ERS - U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service (2010): Fertilizer Use and Prices, dostupno na <http://www.ers.usda.gov/data/fertilizeruse/> (pristupljeno rujan 2010).

5 ANALIZA POTROŠNJE SREDSTAVA ZA ZAŠTITU BILJA

Autor:

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

5.1 Uvod

Štetni organizmi (bolesti, štetnici i korovi) poljoprivrednim usjevima nanose velike štete. Öerke (2005) navodi da bez provođenja mjera zaštite od štetnih organizama gubitak prinosa na svjetskom nivou iznosi oko 50% potencijalnog prinosa. Prema istom izvoru, čak i uz provođenje mjera zaštite, gubitak prinosa iznosi oko 29%. Slične podatke za Hrvatsku navodi i Maceljki (1995).

Povijest zaštite poljoprivrednih usjeva od štetnih organizama je vrlo duga. Još je Homer 1000 godina pr. Krista spominjao sumpor kao tvar koja odvraća neke štetočinje. Krajem 19. i početkom 20. stoljeća uz sumpor, soli bakra (Francuska i Engleska) i soli željeza (SAD) i neke druge anorganske soli koriste se u zaštiti vinove loze i strnih žitarica od bolesti i korova.

Kao početak primjene modernih sintetičkih organskih pesticida navodi se sredina 20. stoljeća, odnosno 10-tak godina nakon što su pronađeni insekticidi klorirani ugljikovodici, fungicidi karbamati i hormonski herbicidi. Njihova intenzivna primjena („era kemije“) poklapa se s tzv. „Zelenom revolucijom“, odnosno s razdobljem intenzivne primjene mineralnih gnojiva, sofisticirane mehanizacije i oplemenjivanja bilja (hibridizacije) u poljoprivrednoj proizvodnji.

Međutim, već 20-tak godina nakon uvođenja i njihove široke primjene, uočene su negativne posljedice pesticida na zdravlje ljudi i okoliš općenito. Zbog navedenog, nastoji se poljoprivrednu proizvodnju obavljati na način koji istovremeno obuhvaća i zaštitu okoliša. Stoga se konac 20. st. s pravom naziva početkom „ere ekologije“. *Konvencionalnu* poljoprivrednu proizvodnju se nastoji zamijeniti *integriranom*, ekološki prihvatljivijom proizvodnjom koja teži uravnoteženju ekonomskih interesa i senzibiliziranju odgovornosti prema okolišu. Prema tome, svi dionici proizvodnje hrane se nalaze pred velikom obvezom i

izazovom zvanom „*Save and Grow*“ (FAO, 2011), što znači proizvoditi više hrane a istovremeno čuvati okoliš.

S obzirom da je primjena pesticida još uvijek (i dugo će biti) glavni način suzbijanja štetnih organizama, pesticidi predstavljaju potencijalni rizik za kontaminaciju voda i okoliša općenito.

Stoga je **cilj analize potrošnje pesticida** na temelju utrošenih količina u odnosu na način korištenja poljoprivrednog zemljišta, utvrditi potencijalno opasne pesticide za vode. Podaci o vrsti, utrošenoj količini i mjestu trošenja (kulturi) mogu biti značajna pomoć u monitoringu voda (EUROSTAT, 2008).

Iako je utrošena količina neke aktivne (djelatne) 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 pedoklimatskih značajki okoliša. Tako je s gledišta svojstava pesticida, potencijalni rizik za okoliš određen topljivošću u vodi, afinitetom prema pojedinim fazama i sastavnicama pojedinih faza tla, naponom para (volatilnošću), sposobnošću sorpcije (usvajanje od strane biljke) i adsorpcije (vezanje na organsku tvar i mineralne koloide gline), brzinom i načinom razgradnje (fotokemijski, kemijski i mikrobiološki) dr.

S gledišta pedoklimatskih značajki okoliša perzistentnost pesticida u tlu određuju reljefni položaj, tip tla, sadržaj organske tvari te sadržaj i vrsta čestica gline. Uz navedene značajke krute faze tla, veliki značaj imaju i plinovita, a osobito tekuća i biofaza tla (mikrobiološka aktivnost).

Klimatske prilike, istovremeno s navedenim čimbenicima, također znatno utječu na ponašanje pesticida u okolišu. U prvom redu to se odnosi na količinu i raspored oborina i na temperaturu tla i zraka koje u interakciji s tipom tla određuju tijek i brzinu razgradnje pesticida (van der Zweep, 1960).

Iz navedenog je vidljivo da je interakcija navedenih čimbenika vrlo kompleksan i često nedokučiv sustav. Stoga je u cilju smanjenja negativnog utjecaja pesticida na vode i na agroekosustav općenito, nužno temeljito poznavanje navedenih činitelja u svim područjima primjene pesticida. Uvažavajući sve navedeno, agronomskoj struci je „nametnut“ izazov zvan

„održiva primjena pesticida“, odnosno takova primjena kojom će se spriječiti gubici prinosa od štetočinja bez znatnijeg utjecaja na okoliš.

Glavni putovi dospjeća pesticida u vode su difuzni i točkasti izvori. U difuzne izvore (polj. površine) kontaminacije voda pripadaju: hlapljenje, spiranje (npr. erozija), ispiranje kroz profil tla, ispiranje kroz drenažne cijevi i zanošenje (drift). Kontaminacija iz točkastih izvora uglavnom se odnosi na mjesta punjenja i pranja strojeva za aplikaciju te ambalaža i ostaci pesticida.

Sva navedena problematika kao i promet i primjena pesticida regulirana je predmetnom legislativom EU koja je gotovo u potpunosti preuzeta ili ugrađena u zakonsku regulativu RH. Glavna zakonska regulativa i dokumenti sadrže niz mjera i obveza različitih dionika poljoprivrede kojima je cilj dugoročno gledano smanjiti negativan učinak na zdravlje ljudi i životinja, na vode i okoliš općenito. U glavnu legislativu navedenog pripadaju:

Zakon o održivoj uporabi pesticida (NN 14/2014),

Zakon o provedbi Uredbe (EZ) br. 1107/2009 o stavljanju na tržište sredstava za zaštitu bilja (NN 80/2013),

Pravilnik o uspostavi akcijskog okvira za postizanje održive uporabe pesticida (NN 142/2012)

Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/2013),

Pravilnik o integriranoj proizvodnji poljoprivrednih proizvoda (NN 137/2012 i 59/2014).

Za područje održive uporabe pesticida, važnost imaju i sljedeći dokumenti Ministarstva poljoprivrede (dostupni na web stranicama Ministarstva):

Nacionalni akcijski plan za postizanje održive uporabe pesticida-NAP,

Načela dobre poljoprivredne prakse,

Tehnološke upute za integriranu proizvodnju i dr.

5.2 Materijal i metode rada

S obzirom na to da pesticidi obuhvaćaju veliki broj različitih kemijskih supstancija (aktivnih tvari) koje se po namjeni, vremenu i mjestu primjene te broju korisnika znatno razlikuju, metode prikupljanja i analize podataka o pesticidima su vrlo kompleksne i zahtjevne. Pregledom literature je utvrđeno da je problem u manjoj ili većoj mjeri jednako izražen u svim zemljama EU. Metodologija prikupljanja statističkih podataka o pesticidima opisana je u

brošuri EUROSTAT-a (2008) i vrlo sličnoj OECD-a (Tomas, 1999). Navedeni izvori predlažu način prikupljanja podataka koji sugerira opcije: osobno kontaktiranje reprezentativnog uzorka poljoprivrednih proizvođača (prema broju i veličini posjeda); telefonsko kontaktiranje reprezentativnog uzorka poljoprivrednih proizvođača; komuniciranje istih poštom ili elektronskom poštom; obveza korisnika poljoprivrednih proizvođača o povratnoj informaciji o korištenju pesticida ili predlažu opciju korištenja statističkih podataka o prodaji pesticida.

Općenito je poznato da o hrvatskoj poljoprivrednoj proizvodnji imamo vrlo malo pouzdanih statističkih podataka na temelju kojih bi bilo moguće slijediti sugestije navedenih izvora. Podatke o potrošnji pesticida u Hrvatskoj objavljivali su Maceljki (1997) i Igrc Barčić (2002). U navedenim izvorima metodologija prikupljanja i obrade podataka nije detaljnije opisana.

Problematika prikupljanja podataka za analizu potrošnje pesticida bila je izražena i u ovom projektu. Anketiranje poljoprivrednih proizvođača nije bilo prihvatljivo iz više razloga. Naime, poznato je da u RH posjedi i proizvodne parcele po veličini znatno variraju (nemamo podatak o broju proizvođača u odnosu na veličinu posjeda) zbog čega je teško napraviti reprezentativan uzorak. Obvezu vođenja očevidnika o primjeni pesticida imaju samo korisnici poticaja, a velik broj proizvođača nije u sustavu.

S obzirom na to da Hrvatska nema vlastitu proizvodnju pesticida, činilo se da carinska služba može biti kvalitetan izvor podataka. Međutim, carina kao institucija ne vodi detaljnu evidenciju o uvozu pesticida. Slično je utvrđeno i za Gospodarsku komoru. Statističkih podataka o prodaji pesticida u vrijeme realizacije projekta nismo imali.

Stoga je odlučeno analizu potrošnje pesticida u Hrvatskoj obaviti na temelju podataka Hrvatskih voda za 2012. Naime, temeljem *Pravilnika o obračunavanju i plaćanju naknade za zaštitu voda* (NN 83/2010) vlasnici i distributeri pesticida bili su dužni dostavljati podatke za proizvodnju i/ili uvoz sredstva za zaštitu bilja proizvedenog i/ili stavljenog na tržište Republike Hrvatske. Procijenjeno je da su podaci za potrebe ovog projekta dovoljno pouzdani. Za usporedbu s analiziranim podacima, korišteni su i podaci (još uvijek nepotpuni) Ministarstva poljoprivrede o potrošnji pesticida za 2013. Korisno je napomenuti da je na snazi Uredba EZ 1185/2009 o statističkim podacima o pesticidima (do krajnjih korisnika) koja

će u budućnosti olakšati dostupnost i točnost podataka o ukupnoj potrošnji pesticida u Hrvatskoj.

Budući da se radi o relativno velikom broju podataka koji su, ovisno o namjeni i specifičnosti pojedine skupine pesticida, podaci su sistematizirani i obrađeni na sljedeći način:

1. Aktivne tvari (s pripadajućim količinama) su razvrstane u skupine prema namjeni (herbicidi, fungicidi, zoocidi) pesticida (tablica 1),

2. Unutar pojedine skupine pesticida aktivne tvari su razvrstane u pripadajuće kemijske skupine te je:

a) na osnovi prosječne propisane dozacije za svaku a. t. unutar skupine izračunata tretirana površina i detaljno prikazana potrošnja po kulturama (tablice od 2 do 7);

b) na temelju registrirane namjene zbirno je prikazana potrošnja pojedine skupine pesticida po kulturama (tablica 8 i karte od 1 do 4);

c) na temelju udjela pojedine županije u ukupnoj površini kulture, izračunata je ukupna potrošnja svih pesticida po županiji (tablica 9 i karta 5) i

d) ukupna potrošnja po županiji i kulturi (tablica 10 i karta 6).

3. Tablično (11) je prikazano pet najviše korištenih a.t. iz svake skupine pesticida.

Ovakav način prikaza podataka omogućuje i olakšava Ministarstvu poljoprivrede provođenje i postizanje općih i posebnih ciljeva, odnosno provođenje mjera i planiranje strategije održive uporabe pesticida (NAP).

Osim ekspertne procjene voditelja ove dionice projekta, kod analize su konzultirani relevantni subjekti potrošnje pesticida (distributeri, korisnici, znanstvenici specijalisti).

Na kraju ovog poglavlja informativno je prikazana pripadnost aktivnih tvari pojedinoj kemijskoj skupini za svaku skupinu pesticida (prilozi 1, 2 i 3).

5.3 Rezultati analize potrošnje pesticida u Hrvatskoj za 2012. godinu

U Hrvatskoj je u 2012. bilo službeno registrirano 210 aktivnih tvari (a. t.) pesticida na osnovi kojih je registrirano 734 pripravka. U tablici 1 je prikazan broj aktivnih tvari, ukupna potrošnja i postotni udjel pojedine skupine pesticida u Hrvatskoj za 2012. godinu.

Tablica 1. Broj aktivnih tvari, ukupna potrošnja i postotni udjel pojedine skupine pesticida

Skupina pesticida	Broj a. t.	Kg a. t.	Udjel u potrošnji, %
Herbicidi	56	1 031 533	46,8
Fungicidi	65	1 106 456	50,2
Zoocidi	36	67 197	3,0
Ukupno	157	2 205 186	100

Iz prikaza je vidljivo da je u Hrvatskoj tijekom 2012. godine utrošeno **2 205 186** kg a. t. pesticida. Prema udjelu pojedine skupine pesticida, vidljivo je da herbicidi (46,8 %) i fungicidi (50,2 %) u ukupnoj potrošnji sudjeluju s podjednakim udjelom. Udjel zoocida s gledišta utrošenih količina iznosi samo 3 %. Iz prikazanog se također vidi da je u 2012. u Hrvatskoj primjenjivano 157 a. t. što čini oko 74,8 % od ukupnog broja (210) registriranih a.t. pesticida (Cvjetković i sur., 2012).

Prema podacima o strukturi poljoprivredne proizvodnje ukupno obrađeno zemljište u Hrvatskoj iznosi 1.116.331 ha. Na temelju ukupne potrošnje a. t. pesticida (2 205 186 kg) može se zaključiti da se u Hrvatskoj prosječno utroši oko 2 kg a. t. pesticida po ha obrađenog zemljišta.

Navedeni podaci su teško usporedivi s potrošnjom po jedinici površine u ostalim zemljama EU. Usporedivost je upitna u prvom redu zbog različitog načina korištenja polj. zemljišta. Prema podacima EEA (European Environment Agency) za razdoblje 1999-2001. potrošnja pesticida po hektaru za tadašnje (1999.) zemlje EU (EU-15) se kretala od 2,2 kg do 3,5 kg/ha. Međutim, važno je naglasiti da ova analiza obuhvaća prosječnu potrošnju na ukupnom poljoprivrednom zemljištu (i površine gdje se pesticidi ne primjenjuju). Prema navedenom, može se zaključiti da je prosječna potrošnja po jedinici površine u Hrvatskoj (2 kg/ha) niža nego u zemljama EU-15, jer je u ovom projektu analiza prosječne potrošnje računata samo na obrađenom zemljištu, odnosno samo na površinama gdje se pesticidi primjenjuju.

Prema podacima Maceljki (1997) ukupna potrošnja pesticida u 1995. iznosila je znatno više, 3 418 050 kg (herbicidi 59,6 %, fungicidi 33,4 %, insekticidi 6 %). Prema podacima TISUP-a (cit. Igrc Barčić, 2002) za 1999. potrošnja je iznosila 3 171 530 kg (herbicidi 60,3 %, fungicidi 34,7 %, insekticidi 4,6 %). Vidljivo je da je u 2012. utrošeno za oko milijun kg pesticida manje nego u analiziranim godinama navedenih izvora.

S obzirom na to da je razlika između podataka u ovom projektu i podataka o potrošnji u navedenim izvorima znatna, nužno je navesti moguća obrazloženja. Zanimljivo je da je potrošnja fungicida u 2012. (1 106 456 kg) gotovo jednaka potrošnji u 1995. (1 141 840 kg). To može upućivati da tijekom razdoblja 1995-2012. u suzbijanju bolesti nije bilo značajnijih promjena.

Razlika između podataka u navedenim godinama (1995. i 2012.) najviše je izražena kod skupine herbicida (2 037 420 kg, odnosno 1 031 533 kg) i insekticida (204 140 kg, odnosno 67 197 kg). Podatke iz navedenih izvora teško je uspoređivati s podacima za 2012. jer su se tijekom razdoblja 1995-2012. u području zaštite bilja događale značajne promjene s gledišta registriranih aktivnih tvari i primjene pesticida općenito. Činjenica je da je primjena pesticida i registracija novih (ekotoksikološki povoljnijih), odnosno zaštita bilja općenito, vrlo dinamičan proces. U navedenom razdoblju s tržišta je povučeno na desetke a.t. pesticida (Directiva 91/414/EEC). Konvencionalne pesticide koji su korišteni u visokim dozacijama, zamijenili su moderni pesticidi koji se koriste u znatno nižim dozacijama po jedinici površine od ranije korištenih. Uz to, znanost i struka su istraživali i uveli u praksu različite mogućnosti racionalne i ekološki prihvatljive primjene pesticida.

U tablici 1a su prikazani podaci o analizi pojedinih skupina pesticida.

Tablica 1a. Struktura analiziranih podataka

Skupina pesticida	Ukupno kg	Analizirana količina			Neanalizirano
		po kulturama	ostale namjene	ukupno analizirano	
	1+2+3	1	2	1+2	3
Herbicidi	1 031 533	951 854	63 144	1 014 998	16535
Fungicidi	1 106 456	975 519	115 001	1 090 520	15 936
Zoocidi	67 197	57 205	9 992	67 197	0
Ukupno	2 205 186	1 984 578	188 137	2 172 715	34 471

Iz prikazanog je vidljivo da je u Hrvatskoj je u 2012. utrošeno 1 031 533 kg različitih **herbicida** (a.t.). Od navedene količine detaljno je analizirana potrošnja 41 aktivne tvari,

odnosno 1 014 998 kg (1+2), što čini 98,4 % od ukupne potrošnje. Neanalizirane aktivne tvari (15 a.t.) su utrošene u neznatnim (1,6 %) količinama (16 535 kg) i zbog praktičnih razloga njihova potrošnja nije prikazivana ni po kulturama niti po županijama.

Analizirane a.t. dalje će u tekstu biti prikazivane po utrošku po kulturama (1) i kao „ostale namjene“ (2) za sve tri skupine pesticida.

U Hrvatskoj je u 2012. godini utrošeno 1 106 456 kg različitih aktivnih tvari iz skupine **fungicida**. Od navedene količine detaljno je analizirano 50 aktivnih tvari, odnosno 1 090 520 kg (98,5 % ukupne potrošnje). Neanalizirane aktivne tvari (1,5 %) odnose se na primjenu koja nije obuhvaćena ovim projektom, a najvećim dijelom odnosi se na fungicide za tretiranje sjemena i primjenu u zaštićenim prostorima, okućnicama i sl.

Kod analize potrošnje **zoocida** (67 197 kg), analizirane su sve a.t., također prema potrošnji po kulturama (57 205 kg) i potrošnji za ostale namjene (9 992 kg).

5.3.1 Analiza potrošnje herbicida

Herbicidi se prema agro roku primijenjuju prije ili neposredno nakon nicanja poljoprivrednih usjeva, odnosno u vrijeme kad je pokrovnost tla usjevom vrlo mala (do 5 %). Zbog toga najveći dio utrošenih herbicida dospijeva na površinu tla odakle se, kako je u uvodnom poglavlju navedeno, kompleksnim procesima raspoređuje po svim fazama tla.

Herbicide je, ovisno o potrebi, moguće razvrstati na više načina. Za potrebe ovog projekta poslužit ćemo se razvrstavanjem po kemijskoj pripadnosti. Naime, pripadnost kemijskoj skupini pretpostavlja slično ponašanje pojedinih a. t. u okolišu (i biljci). Stoga je u tablici 2 prikazana ukupna potrošnja herbicida u odnosu na kemijsku pripadnost.

Iz prikazanog je vidljivo da a.t. herbicida potječu iz 28 kemijskih skupina. Prema utrošenim količinama izdvaja se skupina **kloracetamida** s 28,4 %, skupina **triazini** i **triazinoni** sa 17,6 %, i herbicidi iz skupine **aminofosfonata** s udjelom od 26,7 %. Ove četiri skupine s 10 aktivnih tvari (vidi prilog 1) čine **72,7 %** ukupno utrošene količine herbicida, zbog čega zahtijevaju posebnu pažnju, odnosno mogu se smatrati **potencijalno opasnim tvarima** za vode.

U analizi je važan i pokazatelj ukupno tretiranih površina pojedinim herbicidima. Taj podatak je dobiven dijeljenjem ukupno utrošenih količina a.t. s prosječnom propisanom dozacijom. Tretirana površina je izračunata za svaku a.t. zasebno, zatim su zbrojene površine tretirane a.t. iz iste kemijske skupine herbicida. Dakle, ukupno tretirana površina herbicidima

iznosi 1 573 147 ha. Ako ukupnu tretiranu površinu podjelimo s površinom od 1 116 326 ha koliko iznosi površina obrađenog zemljišta, dobit ćemo podatak da se obrađeno zemljište u prosjeku herbicidima tretira (indeks tretiranosti) 1,4 puta. Obrazloženje da se obradiva površina tretira više od jedan put leži u činjenici što su aktivne tvari prikazane zasebno (i sa zasebnom tretiranom površinom), a zapravo se u praksi primijenjuju kombinirani pripravci koji u sebi sadrže samo jednu, dvije ili više aktivnih tvari. Isto vrijedi za sve tri skupine pesticida. Osim toga, ovisno o kulturi i uvjetima okoliša u vrijeme primjene, često puta je, zbog izostanka učinka prvog (osnovnog) tretmana, potrebno obaviti dodatno (korektivno) tretiranje.

Iako s gledišta ukupno utrošenih količina **sulfonilureja** herbicidi nemaju veći značaj (0,92 %), s gledišta tretiranih površina vrlo su važna skupina (22,92 %), što ukupno iznosi čak 360 582 ha. Razlog je u propisanim dozacijama, sulfonilureja herbicidi se koriste u vrlo niskim dozacijama (od 27 do 122 g a. t./ha), pa se uz triazolopirimidine, imidazolinone, triketone i fenilpirazoline, smatra modernim, potentnim i ekološki prihvatljivim herbicidima.

S gledišta ukupno tretiranih površina, vidljivo je da značajan udjel imaju već spomenuti **kloracetamidi** (14,86 %), **triazini** i **triazinoni** (11,46 %) te **hormonski** herbicidi (12,41 %).

Iako novi, herbicidi iz skupine **triketona** (mezotrion i tembotrion) zauzimaju značajne površine. Ovom skupinom tretirano je 8,05 % ukupno tretirane površine.

Tablica 2. Utrošene količine i tretirane površine herbicidima po kemijskim skupinama u Hrvatskoj u 2012. godini

Kemijska skupina (broj a.t.)	Ukupno kg	Udjel %	Prosječno g a.t./ha	Tretirano ha	Udjel %
Hormonski herbicidi (8)	71 682	6,95	367	195 163	12,41
Triazini i triazinoni (3)	181 210	17,57	1005	180 318	11,46
Amidi (6)	20 673	2,00	495	41 762	2,65
Kloroacetamidi (5)	293 344	28,44	1258	233 737	14,86
Dinitroanilini (1)	23 808	2,31	1650	14 429	0,92
Fenil-karbamati (2)	18 022	1,75	400	45 055	2,86
Sulfonilureja (14)	9 454	0,92	26	360 582	22,92
Triazolopirimidini (2)	209	0,02	20	10 450	0,66
Imidazolinoni (1)	795	0,08	41	19 390	1,23
Uracili (1)	588	0,06	800	735	0,05
Ureja herbicidi (3)	32 031	3,10	1186	27 017	1,72
Ariloksifenoksipropionati (3) i cikloheksadinoni (2)	9 558	0,93	107	89 356	5,68
Benzofurani (1)	5 519	0,53	500	11 038	0,70
Dipiridili (1)	3 500	0,34	600	5 833	0,37
N-fenilftalmidi (1)	355	0,03	40	8 875	0,56
Difenil eteri (1)	666	0,06	480	1 387	0,09
Izoksazoli i izoksazolidinoni (2)	2 042	0,20	104	19 564	1,24
Nitrili (1)	69	0,01	358	193	0,01
Aminofosfonati (2)	275 298	26,69	2370	116 151	7,38
Piridazinoni (1)	17 874	1,73	1950	9166	0,58
Benzotiadiazinoni (1)	29 462	2,85	800	36 827	2,34
Tiokarbamati (1)	19 040	1,84	3200	5 950	0,38
Triketoni (2)	15 431	1,49	122	126 571	8,05
Oksadiazoli (1)	468	0,05	400	1 170	0,07
Fenilpirazolini (1)	435	0,04	35	12 428	0,79
Ukupno	1 031 533	100,00	656	1 573 147	100,00
Analizirano	1 014 998	98,4			

U tablici 3 detaljno je prikazana potrošnja pojedinih kemijskih skupina herbicida ovisno o načinu korištenja poljoprivrednog zemljišta.

Tablica 3. Potrošnja herbicida po kemijskim skupinama i kulturama

	Ukupno kg	Žitarice	Kukuruz	Duhan	Šeć. repa	Soja	Suncokret	Uljarice	Krumpir	Kupus	Vinogradi	Voćnjaci	Maslinici	Ostalo*
Kemijska skupina/Uk. ha		322359	412177	6658	24565	59052	35027	16047	13712	2805	35950	27780	29811	
Hormonski herbicidi	66 878	30548	32457		3658			215						
Kloracetamidi	293 344		174001	3775	8067	53806	31052	16788		1015				4840
Dinitroanilini	23 808		2380	7142		1190	2381		3578	3578				3559
Benzotiadiazinoni	29 462	1482	8838			17660			1482					
Fenil-karbamati	18 022				18022									
Benzofurani	5 519				5519									
Amidi	18 461	1427					15330		1704					
Aminofosfonati	273 724										95804	82125	41050	54745
Ureja herbicidi	29 649	29649												
Piridazinoni	17 874				17874									
Triazinoni	41 634				26992	11713			2929					
Triazini	139 576		139576											
Triketoni	15 431		15431											
Tiokarbamati	19 040	18088							952					
Difenileteri	666									666				
Izoksazoli i izoksolidinoni	2 042		1361	681										
Sulfonilureja	10 310	2611	3782		593	3237			87					
Ariloksifenoksiopropionati i cikloheksadinoni	9 558			478	476	1912	3345	1435	956	956				
Ukupno kg	1014998	83805	377826	12076	81201	89518	52108	18438	11688	6215	95804	82125	41050	63144

Ostalo* - potrošnja se odnosi na male kulture koje nisu obuhvaćene analizom (povrćarske kulture, nepoljoprivredne površine, okućnice, željezničke pruge i sl.)

Iz prikazanog je vidljivo je da se **hormonski** herbicidi (2,4-D, dikamba, klopivalid, fluroksipir) najvećim dijelom koriste u žitaricama i kukuruzu i manjim dijelom u šećernoj repi (klopivalid).

Kloracetamidi (acetoklor, metazaklor, dimetaklor, s- metolaklor, dimetenamid-p) imaju vrlo široku namjenu, odnosno koriste se u velikom broju kultura (kukuruz, duhan, šećerna repa, soja, suncokret, uljarice, kupus). Prema tome, ukoliko se na nekom području navedene kulture uzgajaju na većim površinama, može se očekivati i veći pritisak aktivnih tvari iz ove skupine herbicida na vode. Važno je napomenuti da je a.t. iz ove kemijske skupine, acetokloru 1.04.2014. istekla *Dopuštena prodaja i uporaba zaliha* (Barić i Ostojić, 2014) kao i to da se acetoklor u 2012. koristio u znatnim količinama (90 829 kg ili 31 % potrošnje svih kloracetamida). Važna je i činjenica da je acetoklor, za razliku od drugih kloracetamida, imao dopuštenje za primjenu samo u kukuruzu. Pretpostavka je da će poljoprivredni proizvođači zamjenom za ovaj herbicid povećati potrošnju nekog drugog herbicida iz ove skupine ili se opredjeliti za neku drugu kemijsku skupinu, o čemu u budućnosti tijekom motrenja voda treba voditi računa.

Nasuprot kloracetamidima, koji imaju relativno široku namjenu, **triazini** (terbutilazin) imaju dopuštenje samo za primjenu u kukuruzu. Upravo to, kao i činjenica da su kukuruzom zasijane velike površine, stavlja ga u skupinu potencijalno opasnih kontaminanata voda (tablica 11).

Aminofosfonati (glifosat i glufosinat) su kemijska skupina koja u ukupnoj potrošnji sudjeluje s velikim udjelom (26,69 %). Prema navedenom u tablici 3, najveće područje njihove primjene su vinogradi, voćnjaci, maslinici i ostale namjene. Ovi herbicidi (znatno više glifosat) su totalni herbicidi, pa se osim navedene primjene znatno primjenjuju na nepoljoprivrednom zemljištu (u tablici navedeno pod „ostalo“). U primjenu koja nije obuhvaćena ovim projektom (ostale namjene) pripadaju i **željezničke pruge** kao značajno područje primjene. Osim glifosata, dopuštenje za primjenu na željezničkim prugama imaju i herbicidi asulam, flzasulfuron, glufosinat i pikloram. Zbog relativno niske potrošnje, u našem Projektu su svrstani u skupinu neanaliziranih herbicida.

Kao značajne skupine herbicida, ali samo s gledišta tretiranih površina (oko 30 %) istaknute su skupine **sulfonilureja** herbicidi i **triketoni**. Važno je naglasiti da se sulfonilureja

herbicidi koriste u većem broju kultura (strne žitarice, kukuruz, šećerna repa, soja, krumpir). Triketoni imaju namjenu samo u kukuruzu. Zbog niskih dozacija primjene, nemaju značajno mjesto u potrošnji s gledišta količina pa shodno tome ni kao potencijalno opasne tvari za vode. Unatoč tome, u budućnosti je ovim dvjema skupinama potrebno posvetiti veću pažnju, s gledišta povećanja tretiranih površina i s gledišta ponašanja u okolišu (tlu).

5.3.2 Analiza potrošnje fungicida

U Hrvatskoj je u 2012. godini ukupno utrošeno 1 106 456 kg različitih a.t. fungicida. Za razliku od herbicida, prema agro roku fungicidi se uglavnom primjenjuju u punoj vegetaciji poljoprivrednih usjeva (kad ih napada najveći broj uzročnika bolesti), što znači da većina utrošene količine fungicida ostaje na nadzemnoj masi tretiranog usjeva. Međutim, ovisno o duljini i načinu razgradnje, primjena ne isključuje mogućnost dospijeća u vode. Osobito na nagnutim terenima.

U tablici 4 prikazana je potrošnja pojedinih fungicida zbirno po skupinama kemijske pripadnosti.

Tablica 4. Utrošene količine fungicida i prosječne dozacije po kemijskim skupinama

Kemijska skupina (broj a. t.)	Kg a.t.	Udjel, %	g a.t./ha
Anorganski fungicidi (2)	610 241	55,15	1125-3200
Fungicidi na osnovi karbamata (2)	1 674	0,15	1210
Fungicidi na osnovi ditiokarbamata (4)	160 639	14,52	1400-2000
Fungicidi na osnovi benzimidazola (2)	14 297	1,29	150-180
Fungicidi na osnovi triazola i imidazola (18)	42 756	3,86	25-400
Fungicidi na osnovi morfolina (2)	6 343	0,57	180-200
Fungicidi na osnovi alifatskih spojeva dušika (2)	7 350	0,66	150-650
Fungicidi na osnovi amida (4)	14 200	1,28	100-500
Fungicidi na osnovi anilida (2)	5 601	0,51	750
Fungicidi na osnovi aromatskih spojeva (1)	14 805	1,34	1450
Fungicidi na osnovi dikarboksimida (1)	875	0,08	780
Fungicidi na osnovi dinitroanilina (1)	612	0,06	150
Fungicidi na osnovi organofosfora (1)	38 558	3,48	2000
Fungicidi na osnovi oksazola (1)	384	0,03	900
Fungicidi na osnovi fenilpirola (1)	3 797	0,34	250
Fungicidi na osnovi ftalamida (2)	60 489	5,47	1450
Fungicidi na osnovi pirimidina (2)	91 933	8,31	250-600
Fungicidi na osnovi kinolina (2)	917	0,08	45
Fungicidi na osnovi kinona (1)	5 353	0,48	260
Fungicidi na osnovi strobilurina (5)	21 125	1,91	50-250
Benzofenon (1)	982	0,09	100
Spiroksamini (1)	1 071	0,10	90
Esteri dinitrofenola (1)	1 596	0,14	210
Piridin metil benzamidi (1)	334	0,03	120
Mandelamidi (1)	524	0,05	100
Ukupno	1 106 456	100,00	
Analizirano	1 090 520	98,6	

Za analizu potrošnje fungicida relevantan je pokazatelj udio pojedine kemijske skupine u ukupnoj potrošnji i propisana dozacija pojedinog fungicida koja govori o „kvaliteti“ zaštite poljoprivrednih usjeva od bolesti. U skladu s navedenim, iz prikazanog se može vidjeti da u ukupnoj potrošnji fungicida s 55,15 % dominiraju **anorganski fungicidi**, odnosno različite formulacije **bakra** (oksid, oksiklorid, hidroksid i sulfatni oblik) i **sumpora**.

S gledišta ukupne potrošnje treba istaknuti i skupinu fungicida na osnovi **ditiokarbamata** (mankozeb, metiram, propineb i tiram) koja u ukupnoj potrošnji sudjeluje s 14,53 %. Od ostalih kemijskih skupina može se istaknuti skupinu fungicida na osnovi

pirimidina (ciprodinil, pirimetanil) koji s gledišta utrošenih količina sudjeluju s 8,31 % (91 933 kg a. t.).

Istaknute kemijske skupine fungicida s gledišta ukupno utrošenih količina karakterizira relativno visoka količina aktivne tvari po jedinici površine, odnosno sve navedene skupine imaju visoke registrirane dozacije. Ovisno o obliku, dozacija anorganskih fungicida kreće se 1125-3200 g a. t./ha, ditiokarbamata 1400-2000 g a. t./ha i nešto manja dozacija pirimidina (250-600 g a. t./ha).

Zaključno se može navesti da gotovo 70 % ukupno utrošenih fungicida za zaštitu usjeva od bolesti ima relativno visoke registrirane dozacije a. t./ha. Zbog toga moderni fungicidi koji se koriste u niskim dozacijama, s gledišta udjela u ukupno utrošenoj količini fungicida ne dolaze do izražaja.

U tablici 5 je prikazana detaljne potrošnje fungicida po kemijskim skupinama i kulturama.

Za razliku od herbicida, podaci o potrošnji gotovo svih kemijskih skupina fungicida su uglavnom grupirani oko vinograda i voćnjaka te nešto manje maslinika. U tablici 4 su po potrošnji fungicida izdvojene skupine anorganski fungicidi (bakar i sumpor), ditiokarbamati (mankozeb, metiram, propineb, tiram) i pirimidini (ciprodinil, pirimetanil). Sve tri navedene skupine uglavnom se koriste u navedenim kulturama. U tablici 4 je navedena i skupina **benzimidazola** (karbendazim, tiofanat-metil), **triazola** i **imidazola** (bitertanol, ciprokonazol, epoksikonazol, fenbukonazol, flukinkonazol, flutriafol, metkonazol, miklobutanil, penkonazol, prokloraz, propikonazol, protiokonazol, tebukonazol, tetraokonazol, triadimenol, difenkonazol, ciazofamid, fenamidon) te **strobilurina** (azoksistrobin, dimoksistrobin, krezoksim-metil, piraklostrobin, trifloksistrobin) koji imaju značajnu primjenu u zaštiti ratarskih kultura (strne žitarice, duhan i krumpir) od uzročnika bolesti.

U potrošnji fungicida značajan je udjel (oko 10 %) fungicida za ostale namjene, a koji bez obzira na namjenu, također završavaju u okolišu.

Tablica 5. Potrošnja fungicida po kemijskim skupinama i kulturama

	Ukupno kg	Žitarice	Kukuruz	Duhan	Šeć. repa	Soja	Suncokret	Uljarice	Krumpir	Kupus	Vinogradi	Voćnjaci	Maslinici	Ostalo*
Kem. skupina/Ukupno ha		322359	412177	6658	24565	59052	35027	16047	13712	2805	35950	27780	29811	
Anorganski fungicidi	610241								3718		323101	180664	30630	72128
Bakarni spojevi	192870								3718		72678	55453	30630	30391
Sumpor	417371										250423	125211		41737
Ditiokarbamati	158655			15459					23522		75929	26182		17563
Benzimidazoli	14297	13012					857							428
Triazoli i imidazoli	36274	24641			2605		1645		300		5091	1154	150	688
Piridin metil benzamidi	334										334			
Morfolini	6343	1614		709					473		3074			473
Alifatski spojevi dušika	7350								728		2915	3707		
Amidi	14200			1304					1827		6211	3463		1395
Ftalimidi	60489										33553	24197		2739
Pirimidini	91933										55160	28140		8633
Kinolini	637										350	255		32
Kinoni	5353										2676	2677		
Anilidi	2480										1736	496		248
Aromatski spojevi	14805								5922		4442			4441
Organofosforni	38558										23135	11567		3856
Fenilpiroli	3797										2088	1519		190
Strobilurini	21125	5347			1763		699	668	982		5340	4299		2027
Benzofenoni	982										982			
Esteri dinitrofenola	1596										1436			160
Spiroksamini	1071	964									107			
Ukupno kg	1090520	45578		17472	4368		3201	668	37472		547660	288320	30780	115001

Ostalo* - potrošnja se odnosi na primjenu u cvijeću i ukrasnom bilju, bobičastom voću, male povrćarske kulture, zaštićenim prostorima, okućnice i sl.

5.3.3 Potrošnja zoocida

Zoocidi imaju mali udjel (3,0 %) u ukupnoj potrošnji pesticida. Najmanje učešće ove skupine pesticida navodi i Maceljki (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 su u vezi s načinom korištenja poljoprivrednog zemljišta. U 2012. ukupno je utrošeno 67 197 kg a. t. zoocida (tablica 1). Od 59 u Hrvatskoj registriranih, u 2012. je korišteno 36 (61 %) aktivnih tvari.

Skupina zoocida je zbog specifičnosti analizirana na različit način od prethodne dvije skupine pesticida. Naime, zbog slične, odnosno zajedničke namjene većeg broja zoocida (lisne uši, tripsi, štetnici u tlu, sovice, moljci i dr.) koji imaju dopuštenje za istu namjenu u većem broju kultura, ukupno utrošene količine zoocida su po kulturama raspodijeljene na temelju ekspertne procjene (prof. dr. sc. B. Barić) 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; vinogradi 2; voćnjaci 5 i maslinici 1,5 puta).

U tablici 6 prikazana je potrošnja zoocida u odnosu na kemijsku pripadnost. U skladu s proporcionalnim učešćem pojedine kulture u odnosu na ukupno obrađeno zemljište (1.116.326 ha), dopuštenja (registracije) primjene u kulturi i indeksa tretiranosti, dodijeljena im je pripadajuća količina zoocida. Dio zoocida (limacidi, rodenticidi, insekticidi za tretiranje sjemena) ima registriranu namjenu koja nije obuhvaćena ovim projektom te se navode kao ostale namjene. 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.).

Na temelju podataka navedenih u tablici 1, navedeno je da zoocidi u ukupnoj potrošnji pesticida sudjeluju s vrlo malim udjelom (3%). Međutim, s gledišta ukupno tretiranih površina (612 704 ha) a zbog relativno niskih dozacija, udjel i značaj ove skupine je znatno veći.

S gledišta utrošenih količina, dominira skupina **organofosfornih** zoocida (65,37 %), **neonikotinoida** (12,06 %) i skupina **piretroida** (8,49 %). Ove tri skupine predstavljaju **85,9 %** ukupno trošenih zoocida u 2012. S gledišta ukupno tretiranih površina, također dominiraju ove tri skupine. Međutim, zbog relativno niskih dozacija (15 g a.t./ha), skupina **piretroida**

ima najveći udjel (62,8 %). **Organofosforni** zoocidi (15,59 %) i **neonikotinoide** (14,36 %) imaju podjednako učešće s gledišta ukupno tretiranih površina. Od 612 704 ha ukupno tretiranih površina, pripravcima iz ove tri skupine tretirano je **92,8 %**. U tablici 7 detaljno je prikazana potrošnja zoocida po kemijskim skupinama i kulturama.

Tablica 6. Pripadnost korištenih zoocida u Hrvatskoj u 2012. po kemijskim skupinama

Kemijska skupina	Ukupno kg a.t.	Udjel %	Prosječno g a. t. /ha	Tretirano ha	Udjel %
Insekticidi na osnovi piretroida	5703	8,49	15	383162	62,82
Insekticidi na osnovi karbamata	1239	1,84	250	2880	0,47
Organofosforni insekticidi	43928	65,37	2130	95102	15,59
Diamidi	40	0,06	40	1000	0,16
Insekticidi proizvedeni fermentacijom	42	0,06	15	2800	0,46
Insekticidi na osnovi benzoilureje	1539	2,29	94	16310	2,67
Insekticidi na osnovi oksadiazina	255	0,38	40	6375	1,05
Insekticidi na osnovi neonikotinoide	8104	12,06	93	87585	14,36
Insekticidi na osnovi tetrazina	244	0,36	200	1220	0,20
Insekticidi na osnovi tetronske kiseline	115	0,17	100	1150	0,19
Diacilhidrazini	432	0,64	120	3600	0,59
Nerazvrstani insekticidi	1062	1,58	92	11520	1,89
Limacidi	1859	2,77			
Rodenticidi	2635	3,92			
Ukupno	67 197	100	109	612 704	
Analizirano	67 197	100			

Slično kao i fungicidi, potrošnja zoocida je najveća (oko 50 %) u vinogradima i voćnjacima. Po potrošnji u vinogradima i voćnjacima također se ističe skupina **piretroida**, **organofosfornih** i **neonikotinoide** (tablica 7). Oko 15 % ukupne potrošnje zoocida odnosi se na ostale namjene (ukrasno bilje, male namjene, hidroponski uzgoj, uzgoj u zaštićenim prostorima, komunalna higijena, okućnice i sl.).

Tablica 7. Potrošnja zoocida po kemijskim skupinama i kulturama

Kem. skupina/ Ukupno ha	Ukupno kg	Žitarice	Kukuruz	Duhan	Šeć. repa	Soja	Suncokret	Uljarice	Krumpir	Kupus	Vinogradi	Voćnjaci	Maslinici	Ostalo*
		322359	412117	6658	24565	59052	35027	16047	13712	2805	35950	27780	29811	
Piretroididi	5703	958		171	741		177	222	462	85	793	1504		590
Karbamati	1239			52	68				106	26	150	282		555
Organofosforni	43928			1581	5886			1537	3295	1230	6897	15506	5710	2286
Diamidi	40								6		11	23		
Benzoilureja	1539										525	942		72
Neonikotinoidi	8104			413	1013				673	203	1191	2683		1928
Tetrazini	244										83	149		12
Tetronska kiselina	115										39	76		
Diacilhidrazini	432										147	285		
Oksadiazini	255									10	76	156		13
Proizvedeni fermentacijom	42													42
Limacidi	1859													1859
Rodenticidi	2635													2635
Nerazvrstani	1062										362	700		
Ukupno kg	67197	958		2217	7708		177	1759	4542	1554	10274	22306	5710	9992

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

5.3.4 Analiza potrošnje pesticida po kulturama

S gledišta potrošnje pesticida po kulturama, važan utjecaj ima udjel pojedine kulture u strukturi poljoprivredne proizvodnje (načinu korištenja poljoprivrednog zemljišta) i udjel potrošnje po kulturi u odnosu na ukupnu potrošnju pesticida (tablica 8).

Za potrebe ovog projekta i aktivnosti koje će slijediti na osnovi njegovih rezultata, važno je naglasiti i udjel pojedine skupine pesticida u pojedinoj kulturi.

U strukturi poljoprivredne proizvodnje u Hrvatskoj dominiraju kukuruz i strne žitarice. Proizvode se na oko 65 % obrađenog zemljišta. Međutim, s gledišta potrošnje pesticida, najveći udjel u potrošnji imaju **vinogradi** (30,1 %), **voćnjaci** (18,3 %) i **kukuruz** (17,4 %). Na ove kulture otpada oko **66 %** ukupne potrošnje pesticida.

Kukuruz ima važan udjel u ukupnoj potrošnji pesticida jer se uzgaja na oko 400 000 ha (36,9 % ukupno obrađenih poljoprivrednih površina), dok potrošnja pesticida po ha u ovoj kulturi iznosi **0,92** kg, odnosno dvostruko manje od prosječne potrošnje pesticida po ha obrađenog zemljišta (2 kg). Udjel u ukupnoj potrošnji pesticida je ipak, zbog sjetvenih površina kukuruza, relativno visok (18,5 %). Zbog istog razloga, potrošnja herbicida u kukuruzu iznosi **37 %** ukupne potrošnje svih analiziranih herbicida (1 014 998 kg).

Nasuprot tome, udio vinograda u kategoriji obrađenog zemljišta iznosi samo 3,6 %, a udjel u ukupnoj potrošnji pesticida iznosi 32,1 % (**18,18** kg a.t./ha). Iz tablice 8 je vidljivo da najveći dio (**83,8%**) od ukupno utrošenih pesticida u vinovoj lozi otpada na fungicide. Potrošnja fungicida je i u voćnjacima visoka i iznosi **10,38** kg/ha.

Kod analize potrošnje fungicida već je naglašena visoka potrošnja anorganskih fungicida (bakar i sumpor) koji se najvećim dijelom koriste u nasadima vinograda i voćnjaka.

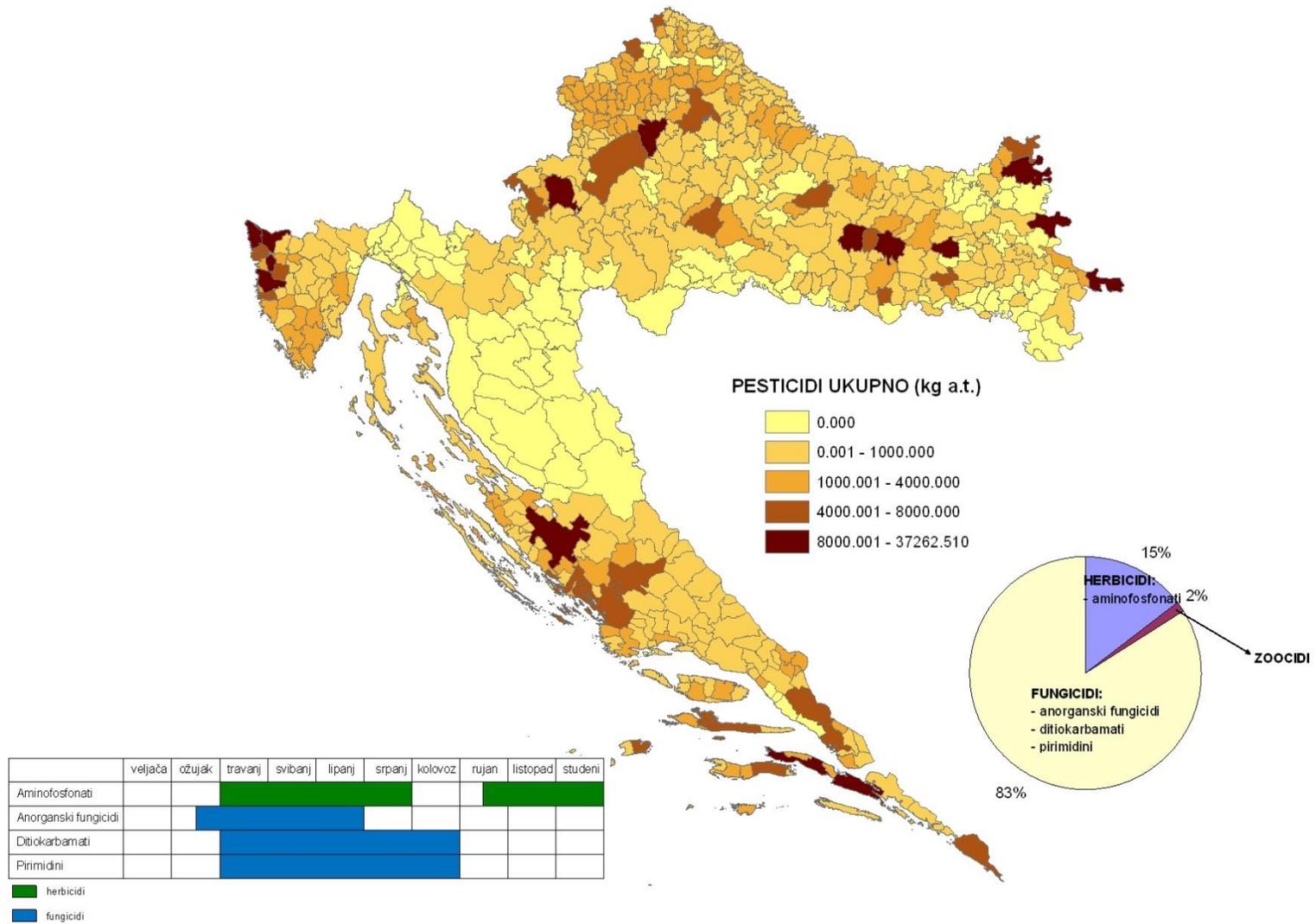
U odnosu na prosječnu potrošnju pesticida od 2 kg a.t./ha, relativno visoku potrošnju pesticida po hektaru imaju **duhan** (4,76 kg), **šećerna repa** (3,79 kg) i **krumpir** (3,92 kg).

S gledišta pritiska pesticida na vode nije zanemariva ni procjena potrošnje pesticida za ostale namjene (8,6 %) u kulturama i namjenama koje nisu obuhvaćene ovim projektom.

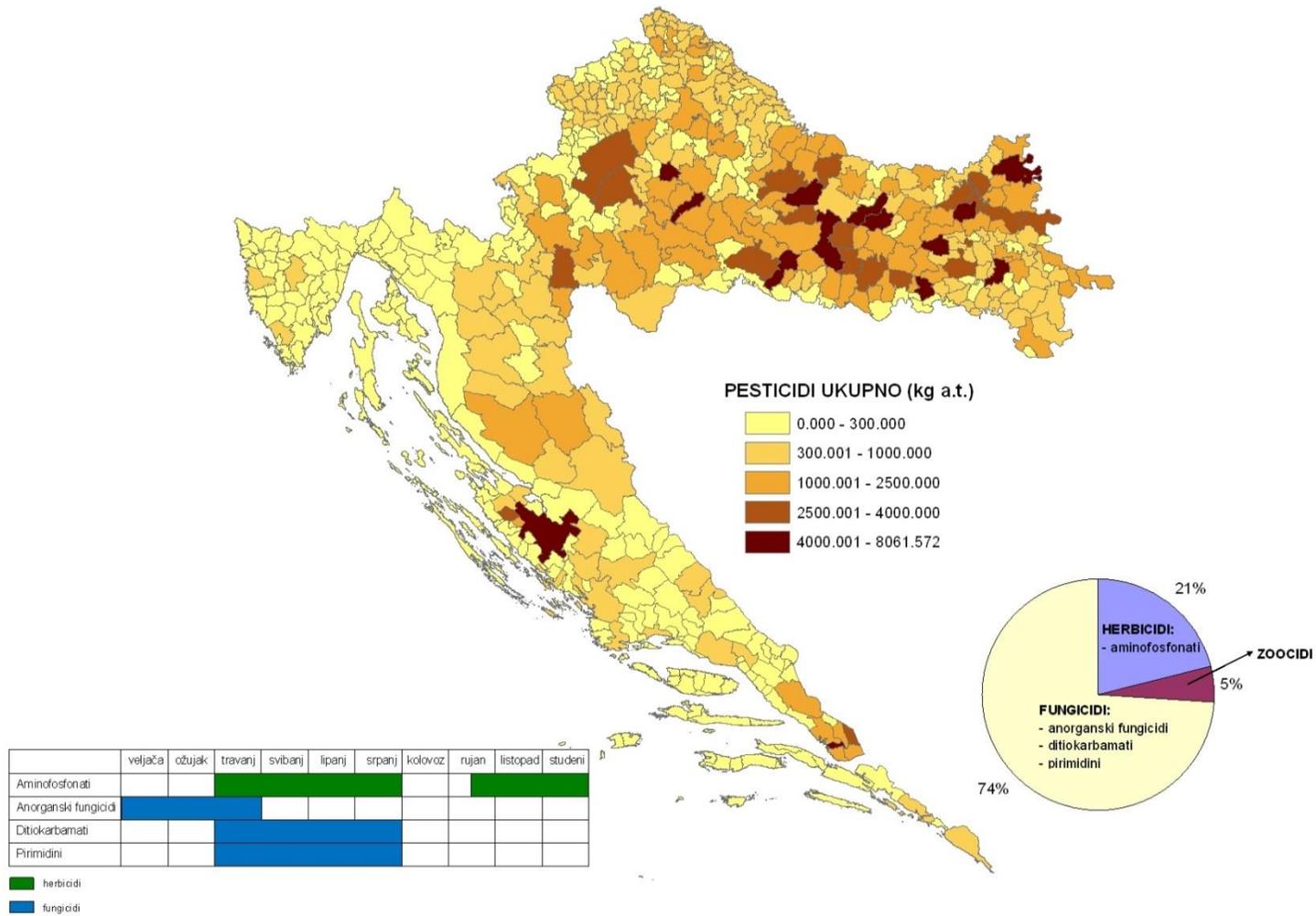
Tablica 8. Potrošnja pesticida po kulturama i skupinama pesticida u 2012. godini

Kultura	Ukupno ha	Udjel u 1.116.326 ha	Herbicidi, kg a.t.	Fungicidi, kg a.t.	Zoocidi, kg a.t.	Ukupno, kg a.t.	Udjel
Strne žitarice	322.359	28,9	83 805	45578	958	130341	6,4
kg a.t./ha			0,26	0,14	0,003	0,40	
Udio			64,3	35,0	0,7		
Kukuruz	412.177	36,9	377826	0	0	377826	18,5
kg a.t./ha			0,92	0	0	0,92	
Udio			100	0	0		
Duhan	6.658	0,59	12076	17472	2217	31765	1,6
kg a.t./ha			1,81	2,62	0,33	4,76	
Udio			38,0	55,0	7,0		
Šećerna repa	24.565	2,2	81201	4368	7708	93277	4,6
kg a.t./ha			3,30	0,18	0,31	3,79	
Udio			87,0	4,7	8,3		
Soja	59.052	5,9	89518	0	0	89518	4,4
kg a.t./ha			1,52	0	0	1,52	
Udio			100	0	0		
Suncokret	35.027	3,1	52108	3201	177	55486	2,7
kg a.t./ha			1,50	0,09	0,005	1,59	
Udio			93,9	5,8	0,3		
Uljarice	16.047	1,4	18438	668	1759	20865	1,0
kg a.t./ha			1,15	0,04	0,11	1,3	
Udio			88,4	3,2	8,4		
Krumpir	13.712	1,2	11688	37472	4542	53702	2,6
kg a.t./ha			0,85	2,73	0,33	3,92	
Udio			21,8	69,8	8,4		
Kupus	2.805	0,25	6215	0	1554	7769	0,38
kg a.t./ha			2,21	0	0,55	2,77	
Udio			80,0		20,0		
Vinogradi	35.950	3,6	95804	547660	10274	653738	32,1
kg a.t./ha			2,66	15,23	0,29	18,18	
Učešće			14,7	83,8	1,5		
Voćnjaci	27.780	2,5	82125	288320	22306	372651	18,3
kg a.t./ha			2,96	10,38	0,80	13,41	
Udio			21,1	74	4,9		
Maslinici	29.811	2,7	41050	30780	5710	77540	3,8
kg a.t./ha			1,38	1,03	0,19	2,6	
Udio			52,9	39,7	7,4		
Ostale namjene			63144	115001	9992	187937	8,6
Ukupno kg			1014998	1090520	67197	2172715	
Udio skupine			46,7	50,2	3,1	100	

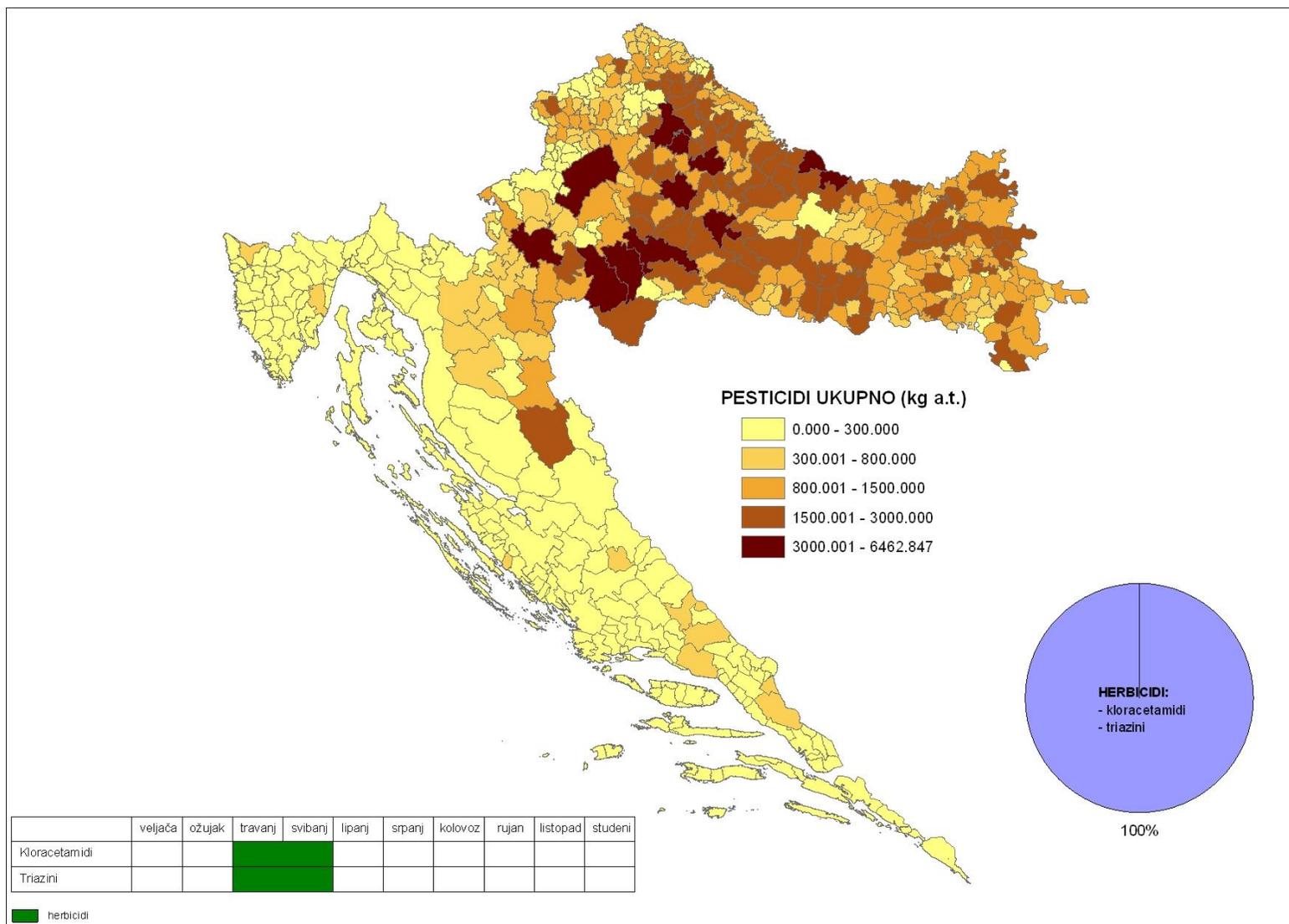
U nastavku je kartama 1, 2, 3 i 4 slikovito prikazana potrošnja pesticida u najvažnijim kulturama s dinamikom primjene najčešće korištenih skupina pesticida i najviše trošenih kemijskih skupina.



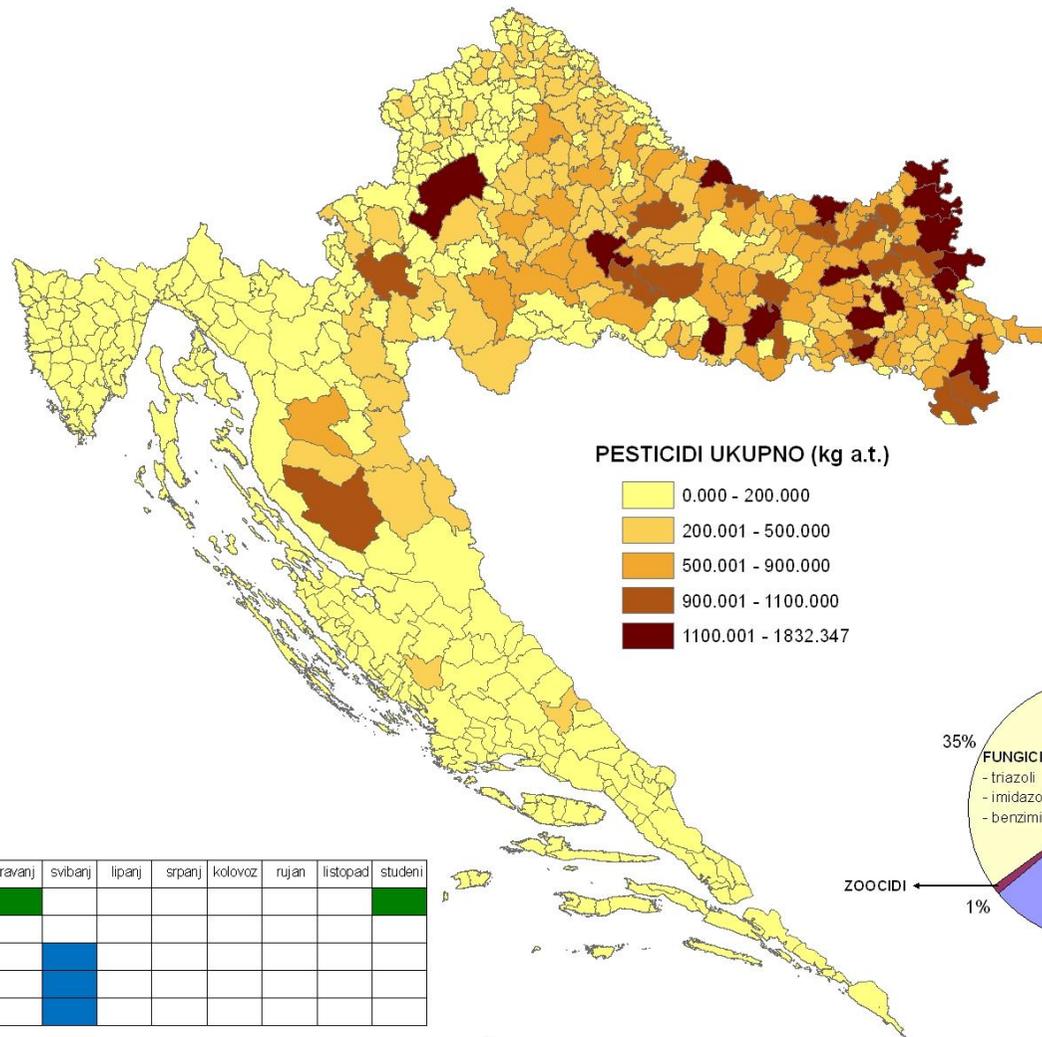
Karta 1. Potrošnja pesticida u vinogradima po općinama u RH. U tablici je prikazana dinamika primjene, a u grafikonu udjeli pojedinih skupina pesticida u ukupnoj potrošnji



Karta 2. Potrošnja pesticida u voćnjacima po općinama u RH. U tablici je prikazana dinamika primjene a u grafikonu udjeli pojedinih skupina pesticida u ukupnoj potrošnji



Karta 3. Potrošnja i dinamika primjene pesticida u kukuruzu

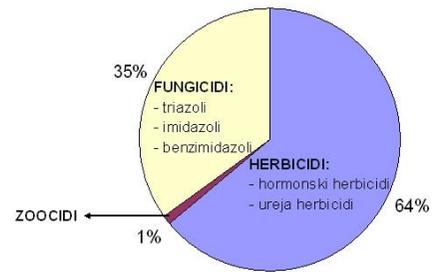


PESTICIDI UKUPNO (kg a.t.)

- 0.000 - 200.000
- 200.001 - 500.000
- 500.001 - 900.000
- 900.001 - 1100.000
- 1100.001 - 1832.347

	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj	srpanj	kolovoz	rujan	listopad	studeni
Hormonski herbicidi										
Ureja herbicidi										
Triazoli										
Imidazoli										
Benzimidazoli										

■ herbicidi
■ fungicidi



Karta 4. Potrošnja i dinamika primjene pesticida u žitaricama

5.3.5 Potrošnja pesticida po županijama

U primjeni pesticida nema naglašene razlike u primjeni pesticida s gledišta specifičnosti županije, stoga je potrošnja pesticida po županijama izračunata na osnovi udjela pojedine kulture u strukturi poljoprivredne proizvodnje županije i udjela ukupne potrošnje pesticida u pojedinoj kulturi. U tablici 9 prikazana je ukupna potrošnja pesticida po županijama, a u tablici 10 dan je detaljniji prikaz gdje je uključen i prikaz potrošnje po kulturama.

Tablica 9. Ukupna potrošnja pesticida po županijama (u odnosu na obrađeno zemljište)

Županija / Ukupno ha	Obrađeno zemljište (ha)	Udjel %	Ukupno kg a.t.	Udjel %
	1116326			
Bjelovarsko-bilogorska	82525	7,39	94321	4,75
Brodsko-posavska	89280	8,00	110039	5,54
Dubrovačko-neretvanska	12311	1,10	92214	4,65
Grad Zagreb	12671	1,14	15217	0,77
Istarska	26374	2,36	134638	6,78
Karlovačka	34901	3,13	40505	2,04
Koprivničko-križevačka	66926	6,00	81840	4,12
Krapinsko-zagorska	41585	3,73	87771	4,42
Ličko-senjska	20168	1,81	21135	1,06
Međimurska	35355	3,17	74014	3,73
Osječko-baranjska	205395	18,40	308590	15,55
Požeško-slavonska	61501	5,51	116699	5,88
Primorsko-goranska	3816	0,34	10505	0,53
Sisačko-moslavačka	73898	6,62	90025	4,54
Splitsko-dalmatinska	24339	2,18	87002	4,38
Šibensko-kninska	10762	0,96	51830	2,61
Varaždinska	39346	3,52	81326	4,10
Virovitičko-podravska	85054	7,62	122545	6,17
Vukovarsko-srijemska	129493	11,60	203661	10,26
Zadarska	13040	1,17	72501	3,65
Zagrebačka	47586	4,26	88200	4,44
		100	1984578	100,00

* nisu uključene količine pesticida za ostale namjene (188.137 kg)

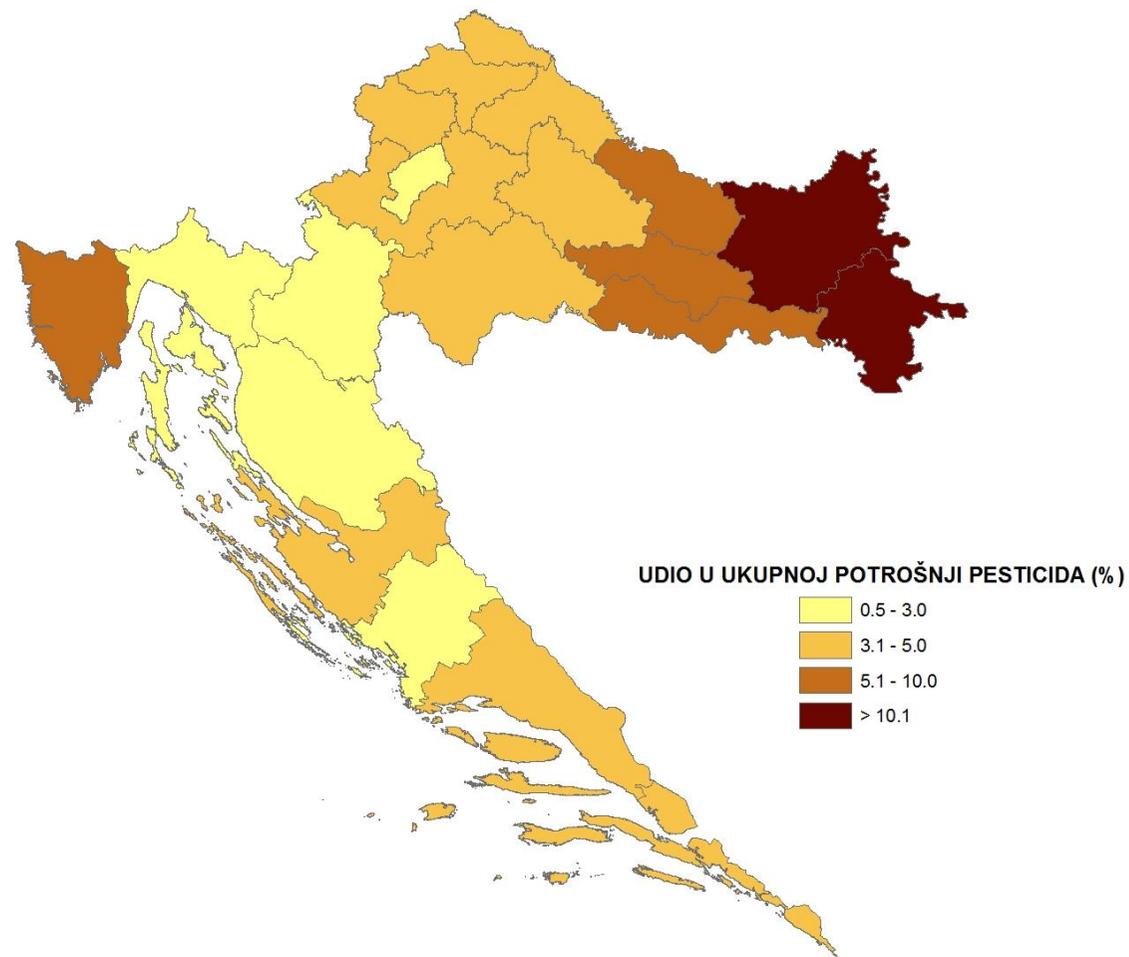
Prema usporedbi udjela pojedine županije u kategoriji obrađenog zemljišta i udjela u ukupnoj potrošnji pesticida, može se uočiti da nema značajnijih međusobnih odstupanja kod većine županija. U tom smislu može se istaknuti **Dubrovačko-neretvansku** i **Istarsku** županiju

kod kojih u strukturi proizvodnje dominiraju višegodišnji nasadi kod kojih je najveća potrošnja pesticida, stoga je udio potrošnje veći od udjela u ukupnoj površini obrađenog zemljišta.

Zbog površinski najveće poljoprivredne proizvodnje, **Osječko-baranjska** (17,28 %) i **Vukovarsko-srijemska** županija (10,81 %) ističu se i u ukupnoj potrošnji pesticida (15,4 i 10,09 %).

Isti podaci slikovito su prikazani na karti 5. Kao što se moglo i očekivati, Osječko-baranjska i Vukovarsko-srijemska županija su tradicionalno poljoprivredno najznačajnije (30 % obradivog zemljišta) regije (žitnice Hrvatske), stoga ne čudi da su ove dvije županije trošile najveći dio (25,81 %) ukupno utrošenih pesticida. Po intenzitetu potrošnje (razred od 5,1 do 10 % ukupne potrošnje) slijede ih također slavonske županije (Brodsko-posavska, Požeško-slavonska, Virovitičko-podravska) te Istarska županija. U tablici 10 i karti 5 dan je prikaz potrošnje pesticida po županijama i kulturama, odnosno po strukturi poljoprivredne proizvodnje u županiji. Na karti 6 prikazana je potrošnja pesticida po općinama izražena u kg a.t./ha.

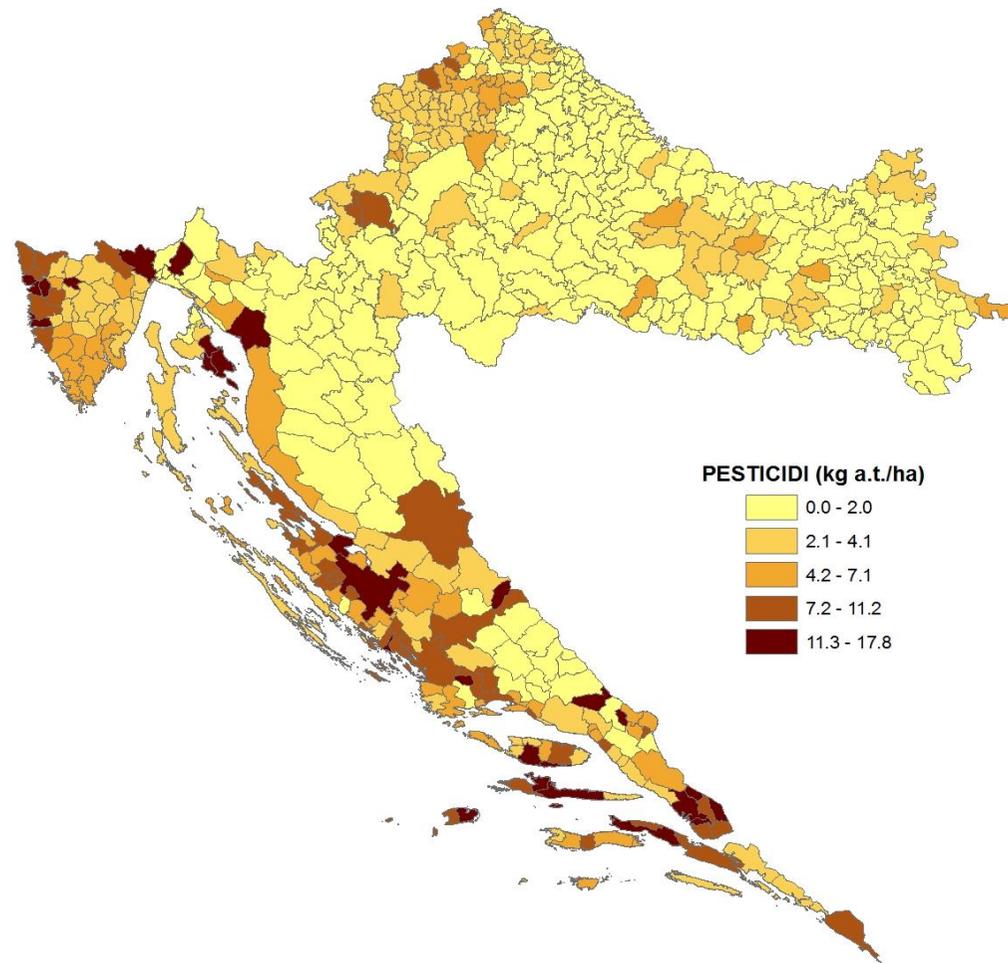
Tablica 10 i karte 5 i 6 osim što prikazuju potrošnju pesticida po županijama i kulturama, prema prikazanim podacima upućuju na strukturu poljoprivredne proizvodnje u pojedinoj županiji. Tako npr. prema potrošnji pesticida po jedinici površine (kg a.t./ha) vidljivo je na karti 6 da visoku dozaciju pesticida imaju općine, odnosno županije koje imaju usku strukturu poljoprivredne proizvodnje. Visoka dozacija (razredi 7,2-11,2 i 11,3-17,8 kg a.t./ha) dolazi do izražaja u općinama gdje u strukturi proizvodnje dominiraju vinogradi i voćnjaci, kulture gdje je utvrđena najveća potrošnja pesticida po jedinici površine. Najveći udio u ukupnim površinama nasada vinograda i voćnjaka imaju Osječko-baranjska (13,9 %) i Istarska (9,75 %) županija. Međutim, s gledišta dozacije pesticida, vidljivo je da u Osječko-baranjskoj županiji dominiraju općine s najnižim razredima dozacije (0-2 i 2,1-4,1 kg a.t./ha), dok je u Istarskoj županiji s gledišta dozacije, situacija suprotna. Kao što je vidljivo iz podataka u tablici 7, u Osječko-baranjskoj županiji se uzgajaju sve kulture obuhvaćene ovim projektom, dok je u Istarskoj struktura proizvodnje znatno uža.



Karta 5. Prikaz županija po udjelu u ukupnoj potrošnji pesticida

Tablica 10. Ukupna potrošnja pesticida po kulturama i županijama

Županija	Žitarice	Kukuruz	Duhan	Šeć.repa	Soja	Suncokret	Uljarice	Krumpir	Kupus	Vinogradi	Voćnjaci	Maslinici	Ukupno kg
Ukupno ha	322359	412177	6658	24565	59052	35027	16047	13712	2805	35950	27780	29811	
Bjelovarsko-bilogorska	9902	38060	390		2746	132	1405	2927	79	9953	28727		94321
Brodsko-posavska	14006	31594	23	6568	7044	2648	991	1275	82	12442	33366		110039
Dubrovalčko-neretvanska	13	16						587	803	54311	18407	18077	92214
Grad Zagreb	1577	6463			47		17	171	109	4234	2599		15217
Istarska	1894	2205				40	123	1958	1329	106284	5225	15580	134638
Karlovačka	3770	14868			251		294	2928	366	5607	12421		40505
Koprivničko-križevačka	6850	32891	406	1374	318	141	2221	1243	119	21271	15006		81840
Krapinsko-zagorska	3510	21232			3	3	482	1597	3	47790	13151		87771
Ličko-senjska	3529	3745						4015	61	551	8339	895	21135
Međimurska	3369	11082		3134	439	45	2690	19974	194	17314	15773		74014
Osječko-baranjska	30141	51493	389	36730	21974	30950	2910	1590	297	59781	72335		308590
Požeško-slavonska	8477	17252	9066	3555	8676	424	3310	1661	290	35469	28519		116699
Primorsko-goranska	144	214					27	65	30	4376	715	4934	10505
Sisačko-moslavačka	5946	42778		4	3969	10	1175	464	63	10982	24634		90025
Splitsko-dalmatinska	1235	4730						3329	831	49832	7915	19130	87002
Šibensko-kninska	771	915				2		68	29	36600	3293	10152	51830
Varaždinska	3687	21345	10	464	10	18	903	3290	1302	42247	8050		81326
Virovitičko-podravska	9347	25736	21387	6835	12544	4604	2776	1053	334	8652	29277		122545
Vukovarsko-srijemska	17074	28873	93	34612	29882	16407	809	2908	268	43764	28971		203661
Zadarska	374	971						1539	1037	43473	16335	8772	72501
Zagrebačka	4725	21362			1615	64	734	1060	142	38804	19694		88200
Ukupno kg po kulturi	130341	377825	31764	93276	89518	55488	20867	53702	7768	653737	392752	77540	1984578



Karta 6. Potrošnja pesticida u kg a.t./ha po općinama

5.4. Najčešće korišteni pesticidi

S gledišta monitoringa voda, važno je pojedinačno istaknuti najčešće korištene aktivne tvari pesticida. U tablici 11 prikazano je pet, po utrošenoj količini, najviše korištenih aktivnih tvari iz svake skupine pesticida koje se mogu smatrati potencijalno opasnim tvarima za vode.

Tablica 11. Potrošnja i udjel pet najviše korištenih aktivnih tvari herbicida, fungicida i zoocida

Rang	Herbicidi	Fungicidi	Insekticidi
1	glifosat	sumpor	klorpirifos
2	s-metolaklor	bakar	dimetoat
3	terbutilazin	mankozeb	imidakloprid
4	acetoklor	pirimetanil	klorpirifos-metil
5	2,4-D	fosetil	cipermetrin
Ukupno kg	703 018 kg	863 854 kg	47 171 kg
Udjel, %	68,2	78,1	70,2

Sve navedene aktivne tvari već su opisane kroz analizu potrošnje pesticida po kemijskim skupinama (5.3.1. - 5.3.3.). 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*. Osim izoproturona, aktivne tvari herbicida koje se nalaze na navedenim popisima (alaklor, atrazin, diuron, simazin, trifluralin) povučene su 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 na *Popisu opasnih tvari i prioritetnih opasnih tvari* nalazi se **klorpirifos** (klorpirifos-etil) koji je ujedno i najviše korišten insekticid u 2012. Na *Popisu ostalih opasnih tvari* navode se organofosforni insekticidi općenito, skupina kojoj pripada i **dimetoat**, drugi najčešće korišteni insekticid u RH u 2012.

5.5. Zaključci i smjernice

Na temelju analize podataka o potrošnji pesticida u Hrvatskoj za 2012. za praćenje opasnih tvari u vodama Hrvatske mogu se donijeti sljedeći zaključci i smjernice:

- u Hrvatskoj je u 2012. ukupno utrošeno 2 205 186 kg aktivnih tvari pesticida (herbicidi 46,8 %; fungicidi 50,2 %; zoocidi 3,0 %),
- prosječno se na obrađeno zemljište primijeni oko 2 kg različitih a.t. pesticida po ha.
- više od prosječno utrošene količine koristi se u vinogradima (18,18 kg/ha), voćnjacima (13,41 kg/ha), duhanu (4,76 kg/ha), šećernoj repi (3,79 kg/ha), krumpiru (3,92 kg/ha), kupusu i maslinicima (2,77 i 2,6 kg/ha).
- s gledišta utrošene količine, mogu se izdvojiti sljedeće aktivne tvari:
 - iz skupine herbicida (68,2 % ukupno utrošenih herbicida):
 - glifosat,
 - s-metolaklor,
 - terbutilazin,
 - acetoklor i
 - 2,4-D.
 - iz skupine fungicida (78,1 % ukupno utrošenih fungicida):
 - sumpor,
 - bakar,
 - mankozeb,
 - pirimetanil i
 - fosetil.
 - iz skupine zoocida (70,2 % ukupno utrošenih zoocida):
 - klorpirifos,
 - dimetoat,
 - imidaklopid,
 - klorpirifos-metil i
 - cipermetrin.

Tijekom monitoringa voda, nužno je voditi brigu o sljedećem:

- agro roku primjene i učestalosti primjene (kumulativni učinak) najčešće korištenih pesticida, odnosno znati „*kada tražiti*“,
- načinu korištenja poljoprivrednog zemljišta nekog područja (mjesta motrenja) te u skladu s registriranom namjenom pesticida pratiti najčešće korištene, odnosno znati „*što tražiti*“,
- stupanj kontaminacije voda pesticidima ovisi o ponašanju aktivne tvari u okolišu (interakcija pesticid i uvjeti okoliša), stoga je potrebno imati informaciju o:
 - fizikalno-kemijskim značajkama pesticida i njihovih primarnih razgradnih produkata (afinitet prema koloidima gline i organskoj tvari, poluvijek raspada i način razgradnje, razgradne produkte, topivost u vodi i sl.),
 - pedološke značajke područja motrenja (tip tla, pH vrijednost, mikrobiološka aktivnost, način gospodarenja, reljefni položaj zemljišta),
 - klimatske prilike u vrijeme i nakon primjene (količina i raspored oborina, temperatura).

Kod uspostave sustavnog monitoringa kroz vrijeme i mjesto, važno je imati na umu činjenicu da broj i vrsta registriranih aktivnih tvari pesticida nisu konstantni, osobito nakon usklađivanja i preuzimanja EU regulative u području sredstava za zaštitu bilja i biljnog zdravlja s istom regulativom RH. Naime, već dulji niz godina u tijeku je u EU proces ponovne ekotoksikološke procjene svih a.t. pesticida. To je imalo za posljedicu povlačenje većeg broja a.t. s tržišta EU i Hrvatske. To može imati za posljedicu zbog povećane potrošnje, veći pritisak na vode preostalih a.t., što će u budućnosti zahtijevati zasebna znanstvena istraživanja (znanstveni i istraživački monitoring).

Osim navedenog, kemijska industrija donosi na tržište nove a.t. s „novim“ ponašanjem u okolišu. Primjer za navedeno su visoka učešća skupina sulfonilureja herbicida i triketona.

5.6 Literatura

- *** Ministarstvo poljoprivrede: Načela dobre poljoprivredne prakse
- *** Ministarstvo poljoprivrede: Tehnološke upute za integriranu proizvodnju
- *** Ministarstvo poljoprivrede: Nacionalni akcijski plan za postizanje održive uporabe pesticida-NAP
- Barić, K., Ostojić, Z. (2014): Herbicidi. U: Pregled sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj za 2014. godinu. Glasilo biljne zaštite, 1-2: 157-204
- Cvjetković, B., Bažok, R., Igrc Barčić, J., Barić, K., Ostojić, Z., Mrnjavčić, A. (2012): Pregled sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj. Glasilo biljne zaštite, 1-2
- European Environment Agency (EEA). Total pesticide consumption per hectare of agricultural land.
- EUROSTAT: Agri-environmental indicator - consumption of pesticides.
- EUROSTAT (2008): A common methodology for the collection of pesticide usage statistics within agriculture and horticulture.
- FAO (2011): Save and Grow. A policymaker's guide to the sustainable intensification of smallholder crop production.
- Igrc Barčić, J. (2002): Korištenje sredstava za zaštitu bilja. U: 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. (1995): Štete od štetočinja u Hrvatskoj. Glasnik zaštite bilja, 6: 261-265
- 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
- Thomas, M. R. (1999): Guidelines for the Collection of Pesticide Usage Statistics within Agriculture and Horticulture. Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), Paris
- Van der Zweep, W. (1960): The persistence of some important herbicides in the soil. In: Herbicides and the soil. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp 79-88

Pravilnik o integriranoj proizvodnji poljoprivrednih proizvoda (NN 137/2012 i 59/2014)

Pravilnik o obračunavanju i plaćanju naknade za zaštitu voda (NN 83/2010)

Pravilnik o uspostavi akcijskog okvira za postizanje održive uporabe pesticida (NN 142/2012)

Uredba EZ 1185/2009 o statističkim podacima o pesticidima

Uredba 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)

PRILOG 1. AKTIVNE TVARI HERBICIDA PO KEMIJSKOJ PRIPADNOSTI

Hormonski herbicidi

(više kemijskih skupina)

2,4-D

MCPA

MCPP-P

dikamba

klopiralid

pikloram

aminopiralid

fluroksipir

Herbicidi na osnovi triazina

terbuzilazin

Herbicidi na osnovi triazinona

metamitron

metribuzin

Herbicidi na osnovi amida

beflubutamid

napropamid

propizamid

diflufenikan

flukloridon

flufenacet

Herbicidi na osnovi kloroacetamida

acetoklor

metazaklor

dimetaklor

s- metolaklor

dimetenamid-p

Herbicidi na osnovi dinitroanilina

pendimetalin

Herbicidi na osnovi fenil-karbamata

desmedifam

fenmedifam

Ariloksifenoksi propionati

fluazifop-p-butyl

propakizafop

kizalofop-p

Cikloheksadinoni

kletodim

cikloksidim

Herbicidi na osnovi benzofurana

etofumesat

Herbicidi na osnovi bipiridila

Herbicidi na osnovi sulfonilureje

amidosulfuron

flzasulfuron

foramsulfuron

jodosulfuron

metsulfuron

nikosulfuron

oksasulfuron

prosulfuron

rimsulfuron

tifensulfuron

triasulfuron

tribenuron

triflusulfuron

tritosulfuron

Triazolopirimidini

florasulam

metosulam

Herbicidi na osnovi imidazolinona

imazamoks

Herbicidi na osnovi uracila

lenacil

Herbicidi na osnovi ureje

klortoluron

izoproturon

linuron

Herbicidi na osnovi difenil etera

oksifluorfen

Herbicidi na osnovi izoksazola i izoksazolidi

izoksaflutol

klomazon

Herbicidi na osnovi nitrila

bromoksinil

Herbicidi na osnovi aminofosfonata

glufosinat

glifosat

Herbicidi na osnovi piridazinona

kloridazon

Herbicidi na osnovi benzotiadiazinona

bentazon

Herbicidi na osnovi tiokarbamata

prosulfokarb

Herbicidi na osnovi triketona

dikvat
Herbicidi na osnovi n-fenilftalmida
flumioksazin
Oksadiazoli
oksadiargil

mezotrion
tembotrion
Fenilpirazolini
pinoksaden

PRILOG 2. AKTIVNE TVARI FUNGICIDA PO KEMIJSKOJ PRIPADNOSTI

Fungicidi na osnovi bakra

bakrov sulfat
bordoška juha
bakrov hidroksid
bakrov oksid
bakrov oksiflorid

Fungicidi na osnovi sumpora

sumpor

Fungicidi na osnovi karbamata

iprovalikarb
propamokarb

Fungicidi na osnovi ditiokarbamata

mankozeb
metiram
propineb
tiram

Fungicidi na osnovi benzimidazola

karbendazim
tiofanat-metil

Piridin metil benzamidi

fluopikolid

Fungicidi na osnovi morfolina

dimetomorf
fenpropimorf

Fungicidi na osnovi alifatskih spojeva dušika

cimoksanil
dodine

Fungicidi na osnovi amida

benalaksil
boskalid
metalaksil-M
zoksamid

Fungicidi na osnovi ftalamida

kaptan
folpet

Fungicidi na osnovi pirimidina

ciprodinil
pirimetanil

Fungicidi na osnovi triazola i imidazola

bitertanol
ciprokonazol
epoksikonazol
fenbukonazol
flukinkonazol
flutriafol
metkonazol
miklobutanil
penkonazol
prokloraz
propikonazol
protiokonazol
tebukonazol
tetrakonazol
triadimenol
difenkonazol
ciazofamid
fenamidon

Fungicidi na osnovi anilida

karboksin
fenheksamid

Fungicidi na osnovi aromatskih spojeva

klorotalonil

Fungicidi na osnovi dikarboksimida

iprodition

Fungicidi na osnovi dinitroanilina

fluazinam

Fungicidi na osnovi organofosfora

fosetil

Fungicidi na osnovi oksazola

famoksadon

Fungicidi na osnovi fenilpirola

fludioksonil

Fungicidi na osnovi strobilurina

azoksistrobin
dimoksistrobin
krezoksim-metil

Fungicidi na osnovi kinolina

kinoksifen
prokinazid

Fungicidi na osnovi kinona

ditianon

Mandelamidi

mandiopropamid

piraklostrobin

trifloksistrobin

Benzofenon

metrafenon

Esteri dinitrofenola

metil dinokap

Spiroksamini

spiroksamin

PRILOG 3. AKTIVNE TVARI ZOOICIDA 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

metaldehyd

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

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

6.1 Uvod i cilj zadatka

Značajan dio pritisaka iz poljoprivrede na onečišćenja površinskih i podzemnih voda rezultat je stočarske aktivnosti. To se prvenstveno odnosi na dušik (N) i fosfor (P) te iznimno i kalij (K) koji se putem ekskremenata izlučuju u neposredni okoliš životinje (pašno držanje) ili putem gnojovke, gnojnice i stajskog gnoja iznose na poljoprivredne površine. U potonjem slučaju, neophodno je pravilno skladištenje stajskog gnoja jer u uvjetima neuređenih gnojišta može doći do otjecanja tekućeg dijela gnoja, a s njime i dijela N i P u površinske vode.

Nadalje, primjena prevelikih količina stajskog gnoja na nekom području, a posebice u nepovoljnim vremenskim uvjetima može rezultirati ispiranjem značajnih količina N u podzemne vode ili njegovim gubitkom putem emisije amonijaka.



Slika 1. Neuređeno gnojište s površinskim otjecanjem tekućeg dijela gnoja



Slika 2. Uređeno gnojište za kruti stajski gnoj



Slika 3. Prekomjerna primjena goveđe gnojovke na lucerište (5 dana nakon primjene)

Procjenjuje se da je u 2000. godini (Mesić, 2002) proizvodnja N iz organskih gnojiva iznosila oko 60.064 tona što je činilo 35% od ukupno upotrijebljenog dušika u gnojidbi poljoprivrednih površina. U razdoblju 2000.-2008. godine procijenjeno je (Znaor, 2011) da N iz stajskog gnoja čini prosječno 31%, P_2O_5 48% te K_2O 49% od ukupno upotrijebljenih količina tih hranjiva na poljoprivrednim površinama. Najvažniji čimbenici o kojima ovisi količina hranjive tvari (N, P_2O_5 , K_2O) koja gnojem dospijevaju na poljoprivredne površine su količina i sastav gnoja koji pak ovisi o vrsti i broju životinja na farmi, intenzitetu proizvodnje, sustavu držanja te načinu manipulacije stajskim gnojem. 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.

Dosadašnje procjene količine hranjivih tvari koje se stajskim gnojem iznose na poljoprivredne površine temelje se na podacima Državnog zavoda za statistiku (DZS, 2013) o broju pojedinih vrsta i kategorija životinja u RH te prosječnoj količini N (P, K) koja se izlučuje godišnje po životinji izraženoj kao uvjetno grlo (UG; usporedba različitih vrsta i kategorija

životinja). Budući da u Hrvatskoj dosad nije bilo istraživanja kojima bi se odredila količina izlučenih N, P i K u ekskrementima po životinji godišnje koriste se dostupni podaci iz literature kao i vrijednosti propisane „Pravilnikom o korištenju gnojiva u dobroj poljoprivrednoj praksi“ (Narodne Novine 56/08) (u daljnjem tekstu: „*Pravilnik*“). Pri korištenju literaturnih vrijednosti važno je voditi računa o intenzitetu proizvodnje, načinu iskorištavanja te uvjetima skladištenja i primjene stajskog gnoja te sukladno tome prilagoditi navedene vrijednosti specifičnostima RH. Upotreba prosječnih godišnjih vrijednosti za svaku pojedinu vrstu prema *Pravilniku* predstavlja brzu ali i manje pouzdanu procjenu zbog mogućeg odstupanja od uobičajenog omjera i doprinosa svake pojedine kategorije životinja u ukupno izlučenom dušiku po vrsti kao i zbog nedovoljnog uvažavanja gore navedenih specifičnosti. Također, navedeno ne omogućuje uvid u prostorni raspored potencijalnih pritisaka na vode iz stočarske proizvodnje.

Stoga je cilj ove analize procijeniti količinu N i P iz stočarske proizvodnje koja se iznosi na poljoprivredne površine, a temeljem podataka o broju farmi i njihovog prostornog smještaja, broju pojedinih vrsta i kategorija životinja za svaku pojedinu farmu, razini proizvodnje, količini, vrsti i načinu spremanja stajskog gnoja te načinu i vremenu njegove primjene na poljoprivredne površine.

6.2 Metode rada i izvor podataka

6.2.1 Broj farmi i njihov prostorni smještaj

Temeljem podataka iz Registra farmi koji se vodi pri Hrvatskoj poljoprivrednoj agenciji (HPA) utvrđen je ukupan broj registriranih farmi u RH. Farme na kojima tijekom 2012. godine nije evidentirana prisutnost životinja ili je manji broj životinja boravio na farmi kraće vremensko razdoblje isključene su iz daljnje analize. Za svaku aktivnu farmu (farma na kojoj su boravile životinje) definiran je prostorni smještaj - županija, općina, naselje te GPS koordinate.

6.2.2 Broj pojedinih vrsta i kategorija životinja

Za svaku pojedinu farmu definiran je broj životinja koji je boravio na farmi tijekom jedne godine po vrstama i kategorijama, a podaci su preuzeti iz Jedinственог регистра domaćih životinja, odnosno Registra goveda, Registra ovaca i koza te Registra kopitara kao njegovog sastavnog dijela kojeg vodi Hrvatska poljoprivredna agencija (HPA). Broj pojedinih kategorija svinja i peradi za svaku pojedinu farmu dobiven je temeljem Godišnje dojava brojnog stanja svinja i peradi na gospodarstvu odnosno na osnovi podataka iz Veterinarskog pregleda gospodarstva za one farme za koje ne postoje podaci iz Godišnje dojava brojnog stanja za 2012. godinu. Za usporedbu su korišteni podaci o brojnom stanju pojedinih vrsta stoke objavljeni u godišnjem izvješću DSZ-a (2013) i EUROSTAT-a za 2012. godinu. Prikaz brojnog stanja stoke u razdoblju 2000.-2013. godine temeljen je na podacima DZS-a. Nadalje, radi lakše usporedbe različitih vrsta, broj stoke izražen je u standardiziranoj mjernoj jedinici - uvjetnom grlu (UG). Pri tome UG predstavlja usporedivu vrijednost različitih vrsta i kategorija stoke svedenu na masu od 500 kg (UG). Za potrebe procjene izlučenog N temeljem *Pravilnika*, odnosno radi lakše usporedbe s rezultatima istraživanja drugih autora, broj UG prikazan je i kao umnožak broja stoke i pripadajućih koeficijenata propisanih *Pravilnikom* (UG_{NN}) odnosno koeficijenata temeljenih na nutritivnim potrebama pojedinih kategorija životinja (EC 1200/2009) u skladu s Uredbom europskog parlamenta EC 1166/2008 (UG_{EC}). Usporedne vrijednosti UG pojedinih vrsta i kategorija životinja s pripadajućim koeficijentima za sva tri sustava prikazane su u tablici 1.

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

Vrsta	Kategorija	UG _{NN}	UG _{EC}	UG	(Napomena)
GOVEDA	Mliječne krave		1		
	Ostale krave, starosti 2 godine i više	1	0,8	1,2	(550-650 kg)
	Junice, 2 godine i više		0,8	-	-
	Bikovi, 2 godine i više		1	1,4	(700 kg)
	Rasplodni bikovi				
	Goveda starosti 1 – 2 godine	0,6	0,7	1,0	(junica: od 6 mj. do teljenja)
	Goveda mlađa od 1 godine	-	0,4	-	-
	Goveda starosti 6 – 12 mjeseci	0,3		0,7	(junad: M+Ž, od 6 mj. do klanja)
	Telad (<6 mjeseci)	0,15		0,3	(<6 mj. i težine do 220 kg)
OVCE I KOZE	Odrasle ovce i koze	0,1	0,1	0,1	
	Janjad i jarad	0,05	-	0,05	
KOPITARI	Konji	1,2	0,8	1,2	(Kobila i pastuh)
	Ome (2 god.)			0,9	
	Ome (1 god.)			0,7	
	Ždrebad	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	0,03	-	
	Patke	-		0,0025	
Guske	-		0,008		
Kunići (rasplodne jedinice*)		0,002	0,02*	0,005	

UG – usporediva vrijednost svedena na masu od 500 kg

UG_{NN} – prema „Pravilniku o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva“ (NN 56/08);

UG_{EC} - prema EC 1200/2009

6.2.3 Procjena proizvedene količine i vrste stajskog gnoja

Za svaku pojedinu vrstu i kategoriju životinja na farmi procijenjena je količina stajskog gnoja koja se proizvede u jednoj godini. U slučaju da se na pojedinoj farmi proizvodi gnoj od više vrsta životinja ukupna proizvodnja stajskog gnoja predstavlja sumu doprinosa svake pojedine vrste. Količina proizvedenog stajskog gnoja izračunata je temeljem podataka o vrsti, broju i kategoriji životinja na farmi te pripadajuće količine ekskremenata (urina i fecesa) koja se izlučuje u okoliš, sustava držanja (pašni, stajski) i procijenjene količine upotrijebljene stelje (sustav izgnojavanja; tekući ili kruti gnoj). Podaci o sustavu držanja kao i upotrijebljenoj stelji za svaku pojedinu farmu dobiveni su od samih proizvođača temeljem ankete, djelatnika HPA i PSS 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 korištene su metode izračuna i vrijednosti dane u standardima Američkog udruženja inženjera poljoprivrede (ASAE Standards, 2003) i podacima Nizozemskog zavoda za statistiku (Statistics Netherlands, 2012) uvažavajući specifičnosti u pogledu pasminske strukture, razine proizvodnje, načina držanja i hranidbe za pojedine vrste i kategorije životinja u RH odnosno nekim njenim dijelovima. 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. Neke od korištenih vrijednosti prosječne dnevne proizvodnje ekskremenata (fecesa i urina) i gnoja koja se dobije uzgojem pojedinih vrsta i kategorija životinja prikazani su u tablici 2.

Tablica 2. Prosječna proizvodnja ekskremenata (fecesa i urina; kg/dan) i gnoja (tona/godišnje) koja se dobije uzgojem pojedinih vrsta i kategorija životinja

	Kategorija	Tjelesna masa kg	Ekskrementi kg/dan	Gnoj (t/god)
Goveda	Mliječna krava	640	48,0-55,0	22,6-23,4*
	6.000-7.500 kg mlijeka			
	„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 dušika i fosfora koji se stajskim gnojem iznose na poljoprivredne površine

Za svaku pojedinu farmu izračunata je količina dušika i fosfora kao P_2O_5 koja gnojem dospijeva na poljoprivredne površine uvažavajući podatke o njihovom izlučivanju ekskrementima (ASAE, 2003) i stajskim gnojem na godišnjoj razini (Statistics Netherlands, 2012). Pri tome ukupna vrijednost pojedinih hranjiva za svaku pojedinu farmu predstavlja zbir vrijednosti za svaku pojedinu vrstu i kategoriju životinja na farmi. Nadalje, ukupni N koja se izlučuje ekskrementima umanjen je za N koji se gubi emisijom NH_3 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 emisijom NH_3 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 RH. Ukupni P koji se dobije godišnjim uzgojem pojedinih vrsta i kategorije životinja jednak je onom koji se primjenjuje na poljoprivredne površine.

Prosječne vrijednosti N i P sadržanog u stajskom gnoju koji se dobije godišnjim uzgojem pojedinih vrsta i kategorija životinja te gubici N emisijom NH_3 tijekom skladištenja i primjene prikazane su u tablici 3.

Tablica 3. Prosječna količina N i P (izražena u P₂O₅) u stajskom gnoju koja se dobije godišnjim uzgojem pojedinih vrsta i kategorija životinja i gubitak N emisijom NH₃

Kategorija		N*	P ₂ O ₅	Gubitak N emisijom NH ₃
		kg/god/živ		(%)
Goveda	Krava	98,55	37,9	10 - 45
	Junica	57,5	23,4	
	June	44,7	9,4	
	Tele	13,3	4,3	
Konji	Kobila/pastuh	55,0	22,6	>10
	Ždrijebe	27,4	11,8	
Ovce i Koze	Ovca	7,67	4,6	> 10
	Koza	8,21	6,4	
Svinje	Krmača [†]	33,2	14,7	15-45
	Svinja u tovu	12,3	5,0	
	Nerast	38,0	11,7	
Perad	Kokoš nesilica	0,61	0,39	10-60
	Brojler	0,50	0,19	
	Patka	0,82	0,36	
	Ostala perad	1,72	0,87	

[†] - krmača zajedno s prasadi

6.2.5 Procjena godišnje količine dušika iz stajskog gnoja korištenjem propisanih koeficijenata

Na osnovi broja pojedinih vrsta i kategorija stoke izračunata je količina N iz stajskog gnoja za svaku pojedinu farmu koristeći koeficijente za izračun uvjetnih grla (UG) i N koji se dobije godišnjim uzgojem životinja kako je propisano „Pravilnikom o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva“ (Narodne Novine, 56/08). Nadalje, izračunata je količina N temeljem koeficijenata za izračun UG (EC 1200/2009) u skladu s uredbom europskog parlamenta EC 1166/2008 i godišnje proizvedene količine N po vrstama životinja (Narodne Novine, 56/08).

6.2.6 Utjecaj bioplinskih postrojenja na smanjenje pritisaka na vode iz stočarske proizvodnje

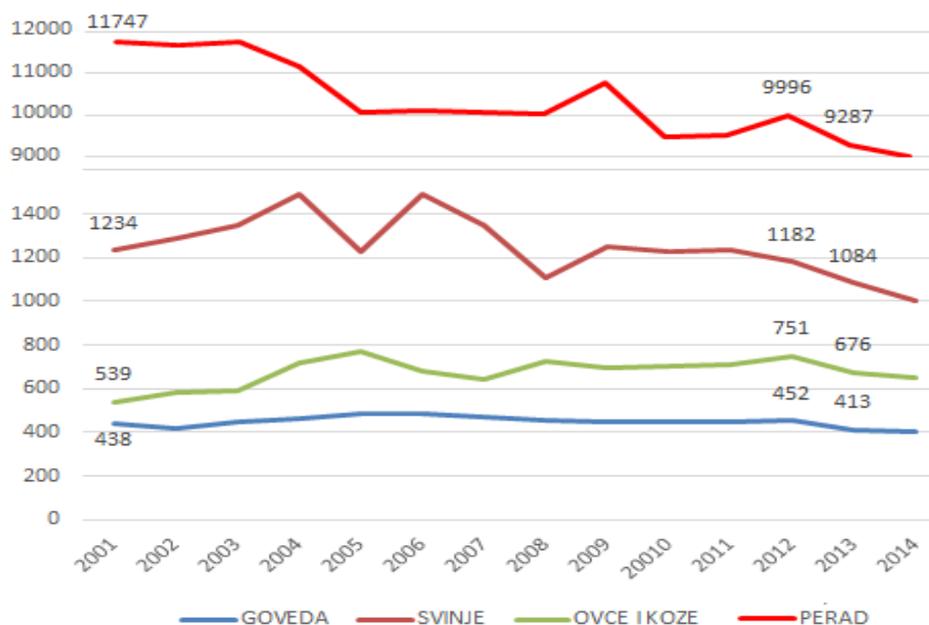
Na osnovi podataka o broju i veličini izgrađenih bioplinskih postrojenja u 2012. godini te onima koje se planiraju graditi i s kojima je Hrvatski operator tržišta energije (HROTE) sklopio ugovor o povlaštenom otkupu električne energije kao i podacima o broju stoke i farmama

koje su usko vezane uz njihov rad, procijenjena je količina N i P koja gnojem odlazi u bioplinska postrojenja i ne predstavlja izravni pritisak na vode okolnog područja već se posredno raspoređuje na šire područje RH.

6.3 Rezultati

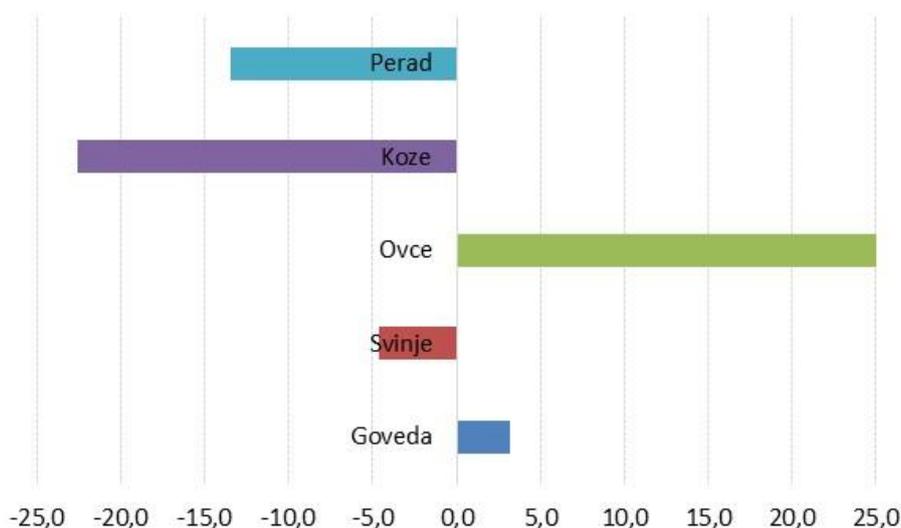
6.3.1 Karakteristike stočarske proizvodnje u RH

Unatoč velikim naporima koji su uloženi zadnjih desetak godina u razvoj stočarstva kroz provedbu operativnih programa i modela kapitalnih ulaganja, stočarska proizvodnja u RH je još uvijek slabo razvijena i ne zadovoljava potrebe stanovništva za stočarskim proizvodima. Pored činjenice da je Hrvatska neto uvoznik gotovo svih stočarskih proizvoda, na slabu razvijenost stočarstva u RH ukazuje i činjenica da je udio stočarstva u ukupnoj bruto poljoprivrednoj proizvodnji 44,7 % (DZS, 2012) dok je u razvijenim zemljama njegov udio i do 80 %. Uslijed značajnih strukturnih promjena koje su se odvijale u posljednjih 20-ak godina u stočarstvu RH značajno je smanjen broja svih vrsta domaćih životinja (grafikon 1) te blagog porasta intenziteta proizvodnje uglavnom vezanog uz specijalizirane farme većeg kapaciteta (mliječno govedarstvo, svinjogojstvo) u kontinentalnom dijelu RH.



Grafikon 1. Brojno stanje goveda, svinja, peradi, ovaca i koza u RH (u 1.000) za razdoblje 2001.-2014. (Izvor: DZS, 2001-2013) te procjena za 2014.

U razdoblju od 2001. do 2012. godine smanjen je broj svinja za 5 %, peradi za 13 % i koza za 22 % (grafikon 2). U usporedbi s 2001. godinom, u 2012. Je broj goveda bio za 3 % veći, ali je u 2013. i prvoj polovici 2014. godine njihov broj značajno smanjen (8 %). Sličan trend uočen je i za ostale vrste domaćih životinja.



Grafikon 2. Promjena (%) brojnog stanja domaćih životinja u RH: 2001/2012 ;

Izvor: DZS

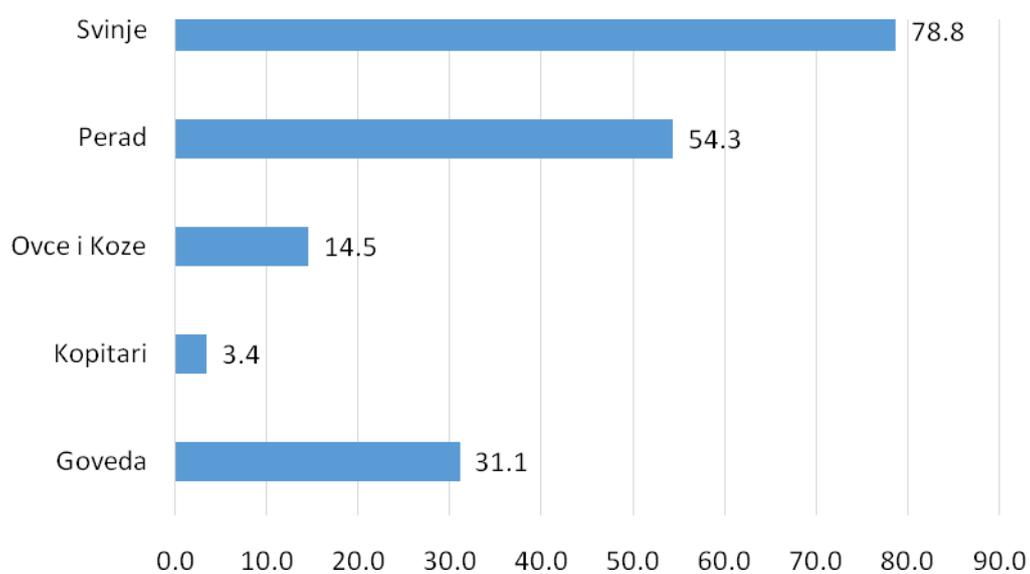
6.3.2 Broj i prostorni raspored farmi

Broj stoke, veličina farmi kao i njihov odnos prema raspoloživom poljoprivrednom zemljištu je dobar pokazatelj intenziteta stočarske proizvodnje na nekom području. U Hrvatskoj je u 2012. g. u registru farmi koji se vodi pri HPA bilo evidentirano više od 150.000 farmi od kojih je 120.895 bilo aktivnih (tablica 4) odnosno onih u kojima su u 2012. godini držane životinje.

Tablica 4. Broj farmi po vrstama domaćih životinja u RH u 2012. godini

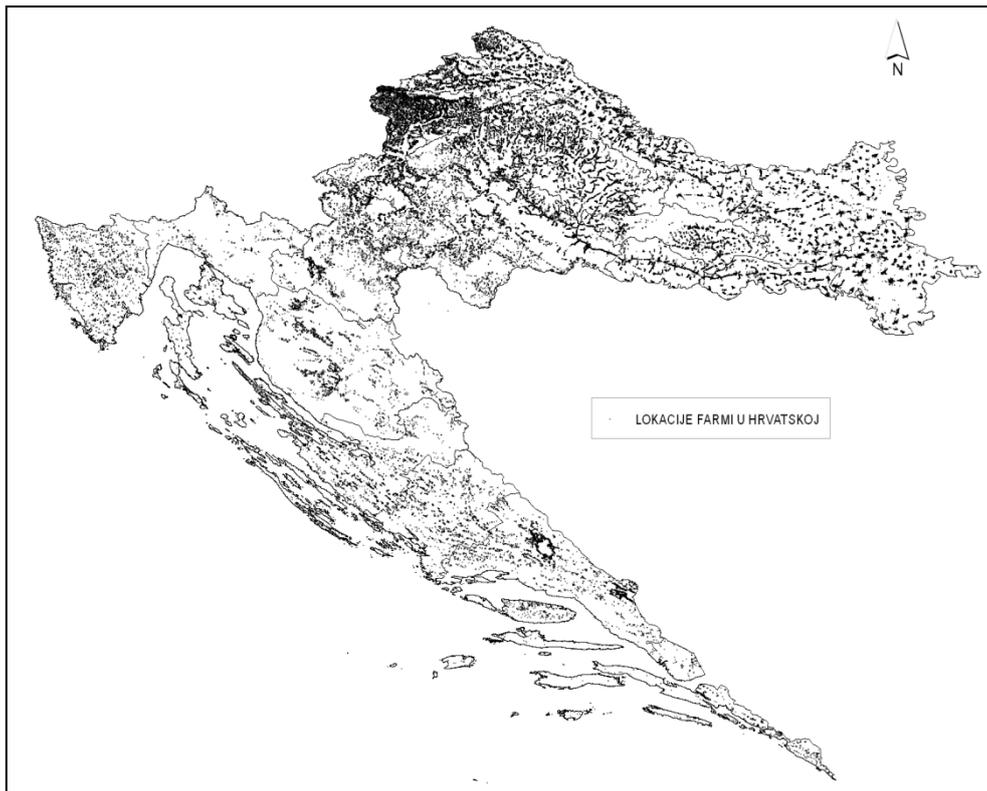
	Goveda	Kopitari	Ovce i Koze	Perad	Svinje	UKUPNO
	Broj farmi					
Županija						
BJELOVARSKO-BILOGORSKA	4.329	281	2.034	6.018	6171	8.765
BRODSKO-POSAVSKA	1.212	274	434	4.198	6229	6.717
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	300	79	157	74	78	505
GRAD ZAGREB	595	68	55	975	1.076	1.342
ISTARSKA	1.049	246	451	643	2.063	3.132
KARLOVAČKA	2.324	86	734	3.002	4.344	5.573
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	4.369	187	606	4.891	5.814	7.756
KRAPINSKO-ZAGORSKA	3.359	199	157	9.594	9.875	10.526
LIČKO-SENJSKA	1.866	105	1.916	1.328	770	3.380
MEĐIMURSKA	743	75	99	1.547	3.524	4.058
OSJEČKO-BARANJSKA	1.838	359	886	3.131	9.810	10.707
POŽEŠKO-SLAVONSKA	804	102	711	2.955	3.526	3.953
PRIMORSKO-GORANSKA	331	83	771	374	226	1.257
SISAČKO-MOSLAVAČKA	2.815	449	1.631	4.819	7.449	8.903
SPLITSKO-DALMATINSKA	1.610	451	1.337	560	3.531	5.820
ŠIBENSKO-KNINSKA	825	179	1.400	407	204	2.081
VARAŽDINSKA	1.546	103	165	4.446	7.756	8.236
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	1.044	119	907	4.447	5.469	6.170
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	1.620	298	406	5.380	7.976	8.632
ZADARSKA	421	100	2.040	966	385	2.532
ZAGREBAČKA	4.550	283	688	5.935	8.976	10.850
HRVATSKA	37.550	4.126	17.585	65.690	95.252	120.895

Na najvećem broju farmi (78,8 %) su držane svinje, zatim po učestalosti na farmi slijede perad (54,3 %) i goveda (31,1 %) dok je najmanji broj farmi ovaca i koza (14,5 %) te kopitara (3,4 %)(grafikon 3).



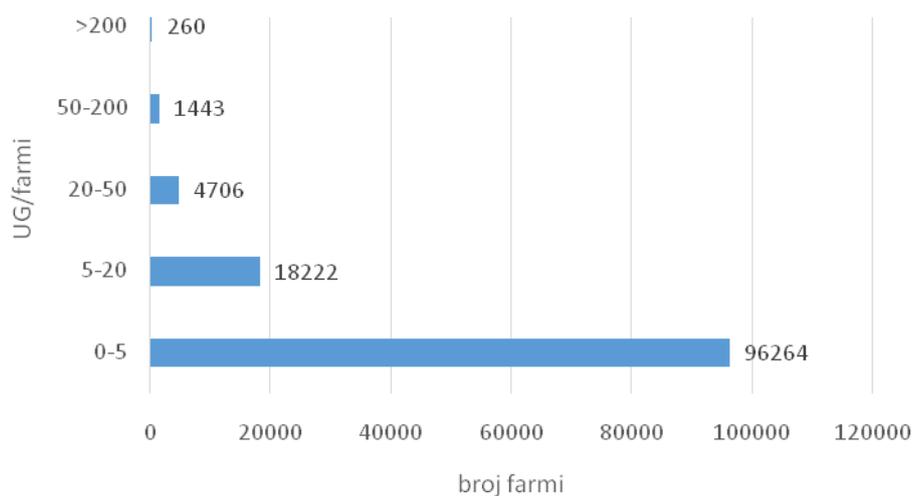
Grafikon 3. Učestalost (%) pojedinih stočarskih vrsta na farmama u RH (2012. g.)

S obzirom na prostorni raspored najveći broj farmi se nalazi u kontinentalnom dijelu RH (>80 % svih farmi) s najvećom gustoćom u njenom sjeverozapadnom i središnjem dijelu (slika 3).



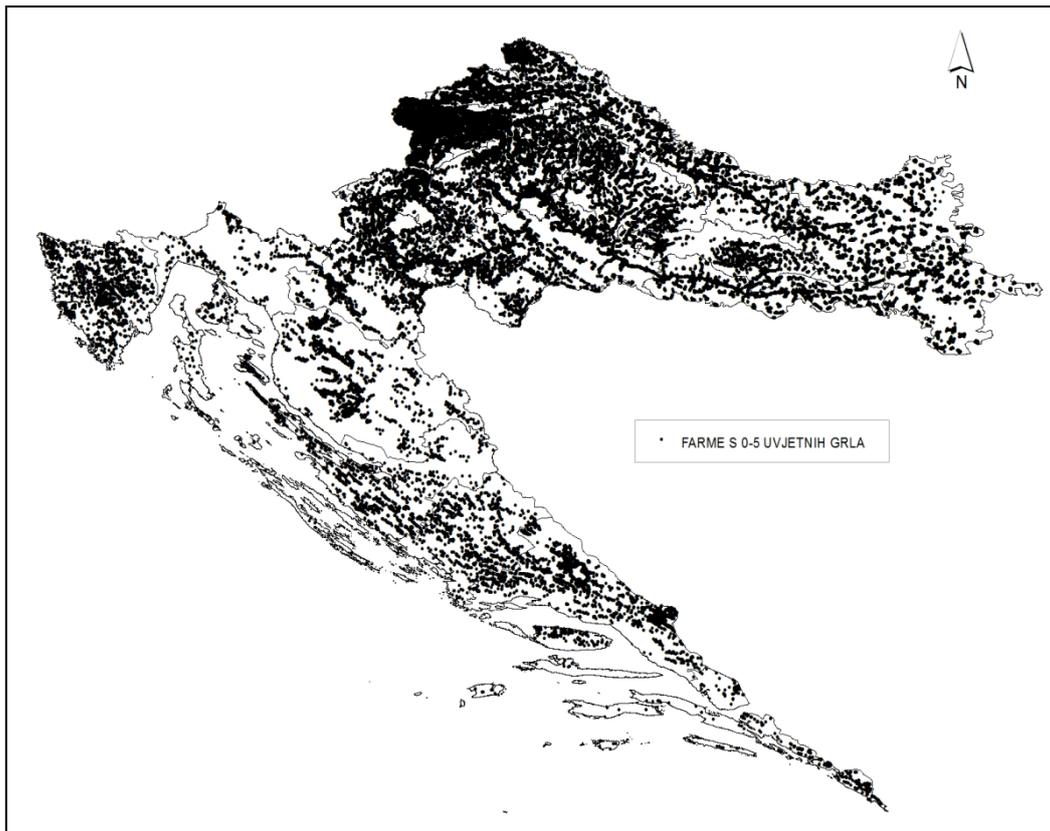
Slika 4. Prostorni raspored farmi u RH (2012. g.)

Županije s pojedinačno najvećim brojem farmi (>10.000) su Zagrebačka, Krapinsko-zagorska i Osječko-baranjska, zatim slijede Bjelovarsko-bilogorska, Vukovarsko-srijemska, Varaždinska i Sisačko-moslavačka županija (>8.000 farmi po županiji). Ukoliko se promatra broj farmi u odnosu na broj životinja izražen kao UG (grafikon 4), može se uočiti da najveći broj farmi spada u kategoriju vrlo malih farmi s manje od 5 UG i koje uglavnom drže stoku primarno za podmirenje vlastitih potreba za stočarskim 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 male količine stajskog gnoja. S druge pak strane, 0,2 % svih farmi u RH ili njih 260 je imalo više od >200 UG. U pravilu su to veliki proizvodni sustavi koji drže životinje visokog proizvodnog potencijala i na relativno malom prostoru. Navedeno rezultira proizvodnjom velikih količina stajskog gnoja koji se treba privremeno zbrinuti u krugu farme te potom iznijeti na poljoprivredne površine. Većina velikih farmi novijeg je datuma i građene su u skladu sa zahtjevima o gradnji deponija za stajski gnoj te je tako osiguran prihvata i čuvanje gnoja tijekom najmanje 6 mjeseci. Osim toga, na takvim deponijima onemogućena je prekomjerna emisija NH_3 te otjecanje tekućeg dijela u otvorene vode.

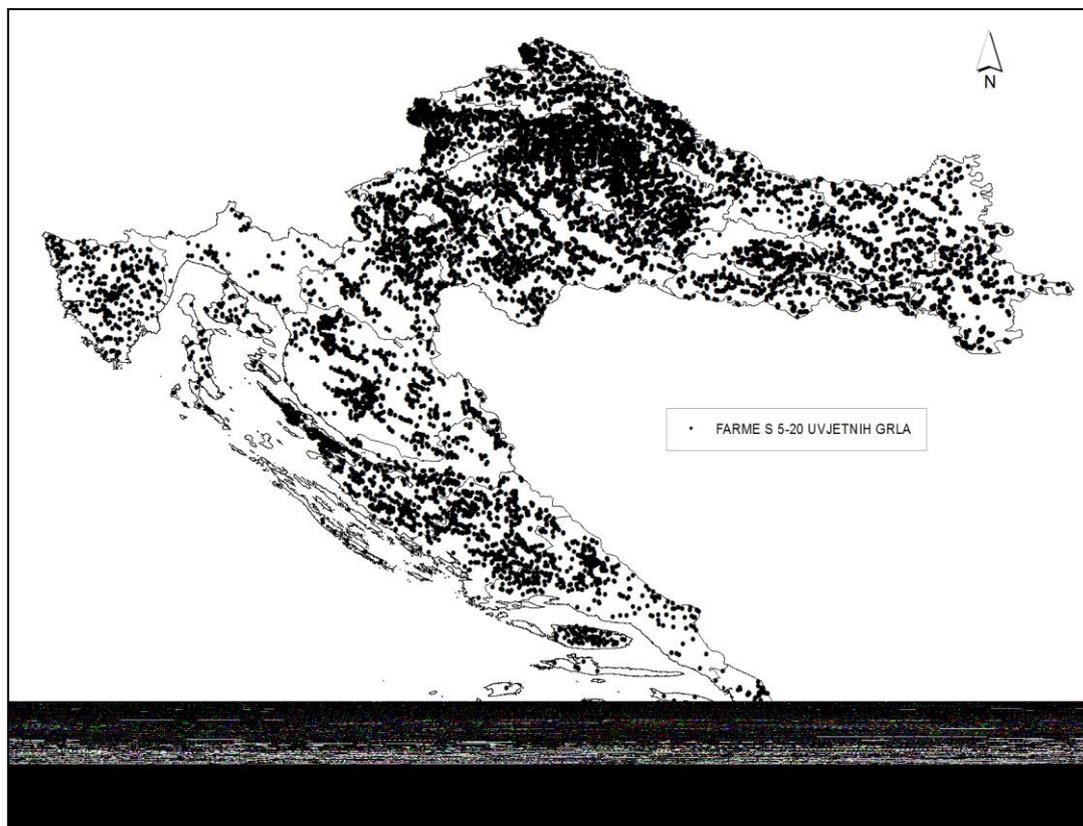


Grafikon 4. Struktura farmi u RH s obzirom na broj UG (2012. g.)

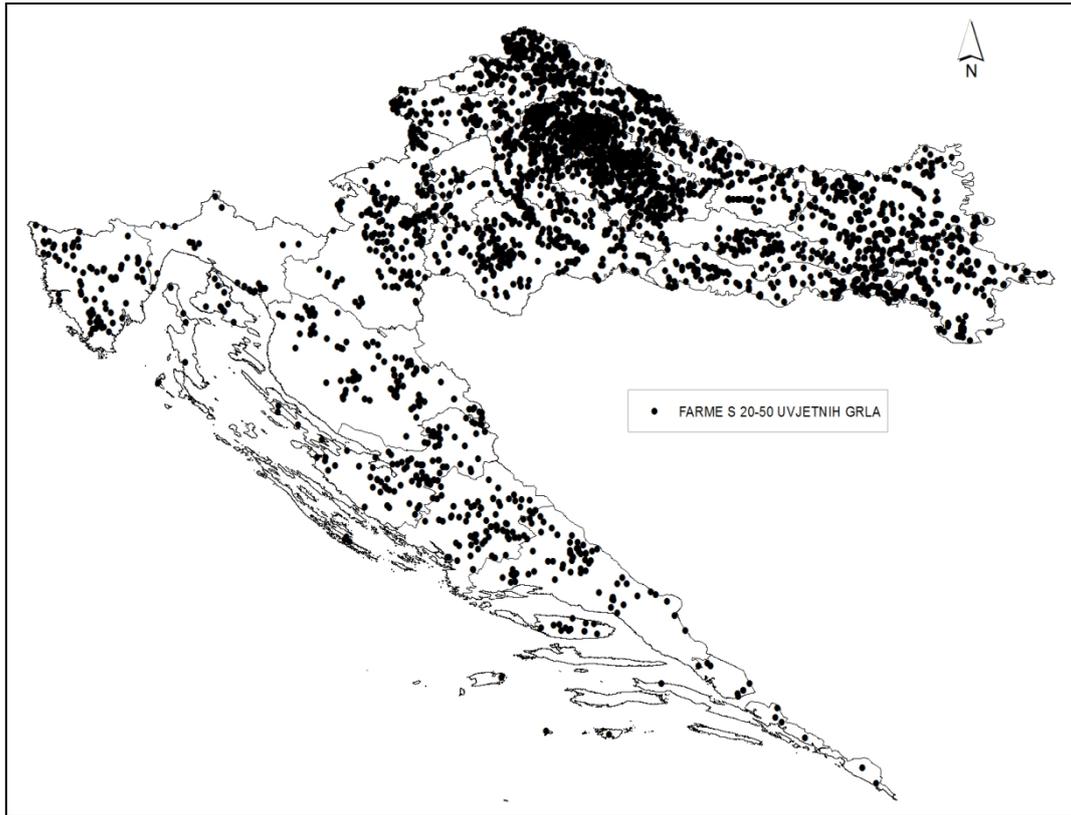
Glavnina vrlo velikih farmi (>200 UG) se nalazi u istočnom dijelu RH odnosno u Vukovarsko srijemskoj i Osječko-baranjskoj županiji (42 %), dok su vrlo male (< 5 UG) i male farme (5-20 UG) ravnomjernije raspoređene na cijelom području RH s nešto većom učestalošću u središnjoj i sjeverozapadnoj Hrvatskoj odnosno područjima s gušćom naseljenosti stanovništva. Sličan trend uočljiv je i za srednje velike farme (20-50 UG; slike 5-9). Male farme s 5-20 UG i srednje velike farme s 20-50 UG zajedno čine oko 18 % svih farmi u RH. U odnosu na vrstu životinja na takvim farmama dominiraju svinje i goveda u kontinentalnom dijelu te ovce i koze u priobalnom području RH. Većina ovih farmi je tržišno orijentirana, s manjom razinom proizvodnje i nižim standardima glede zbrinjavanja gnoja u odnosu na velike farme. Uglavnom su to starije farme (napose one 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. S druge pak strane, vrlo velike (> 200 UG) i velike farme (50-200 UG) se u pravilu nalaze izvan područja naselja ili na njegovim rubnim dijelovima i najčešće vezane uz okolne obradive poljoprivredne površine.



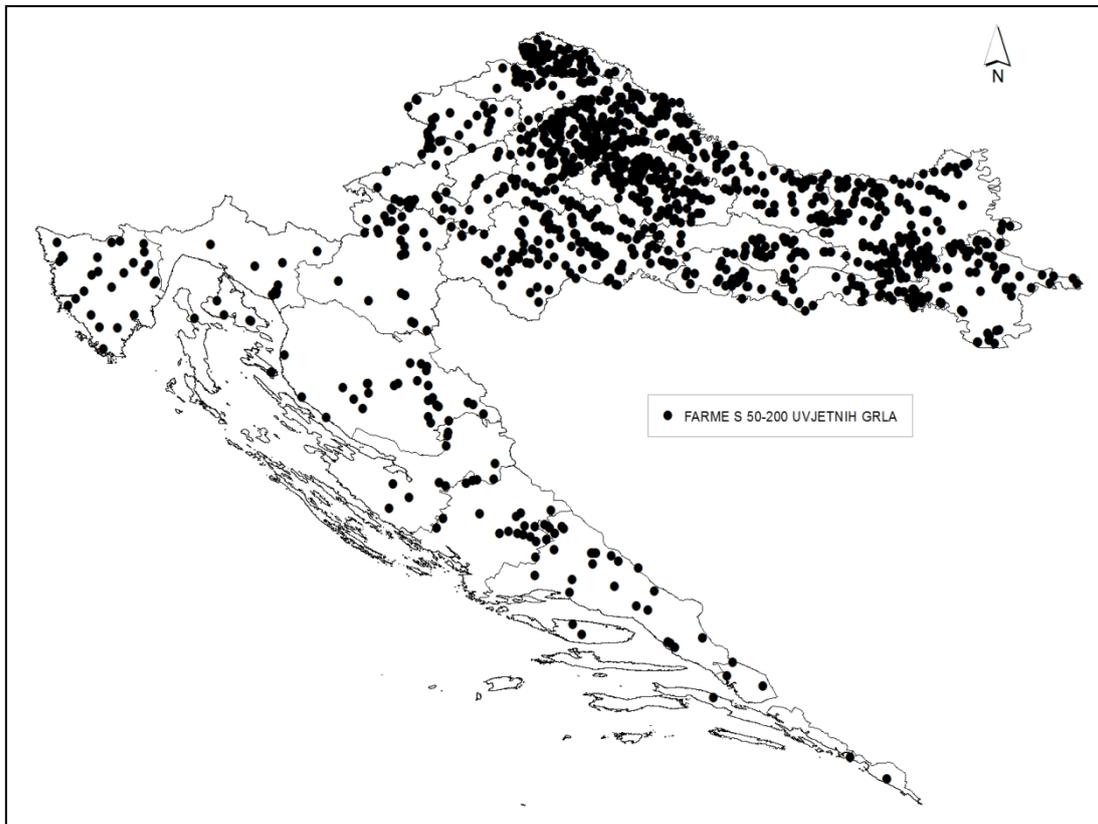
Slika 5. Prostorni raspored farmi s manje od 5 UG u RH (2012. g.)



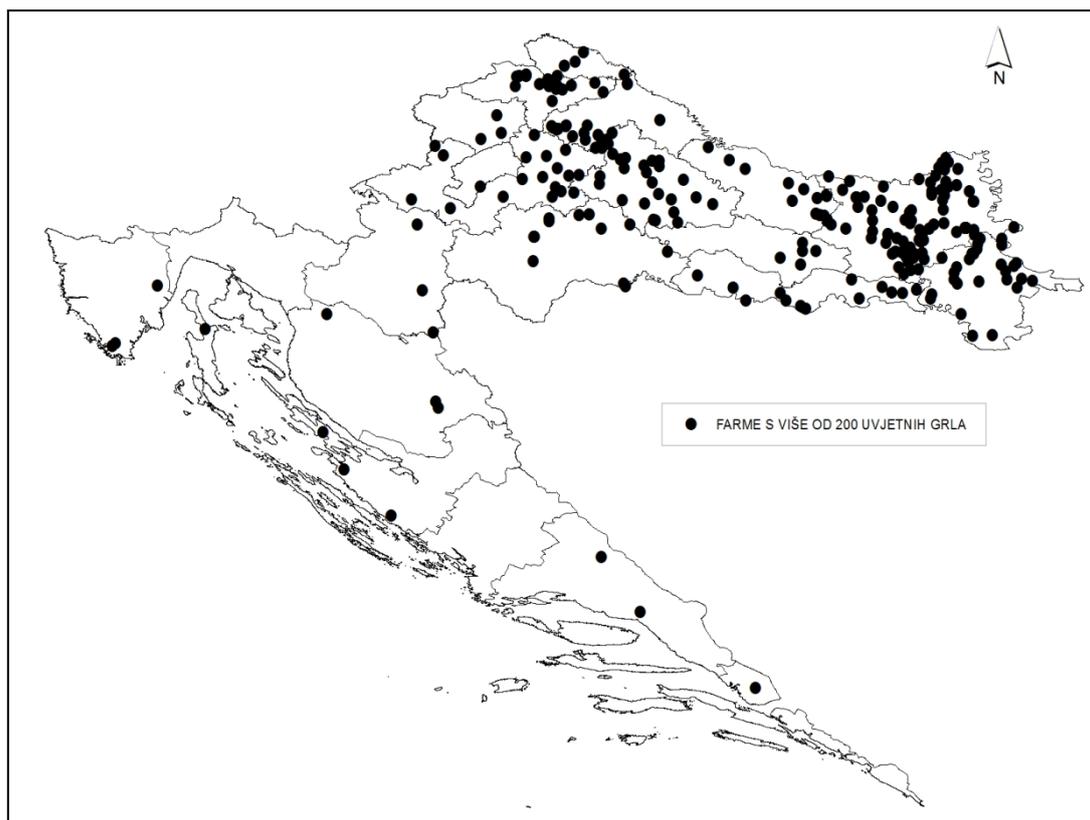
Slika 6. Prostorni raspored farmi s 5-20 UG u RH (2012. g.)



Slika 7. Prostorni raspored farmi s 20-50 UG u RH (2012. g.)

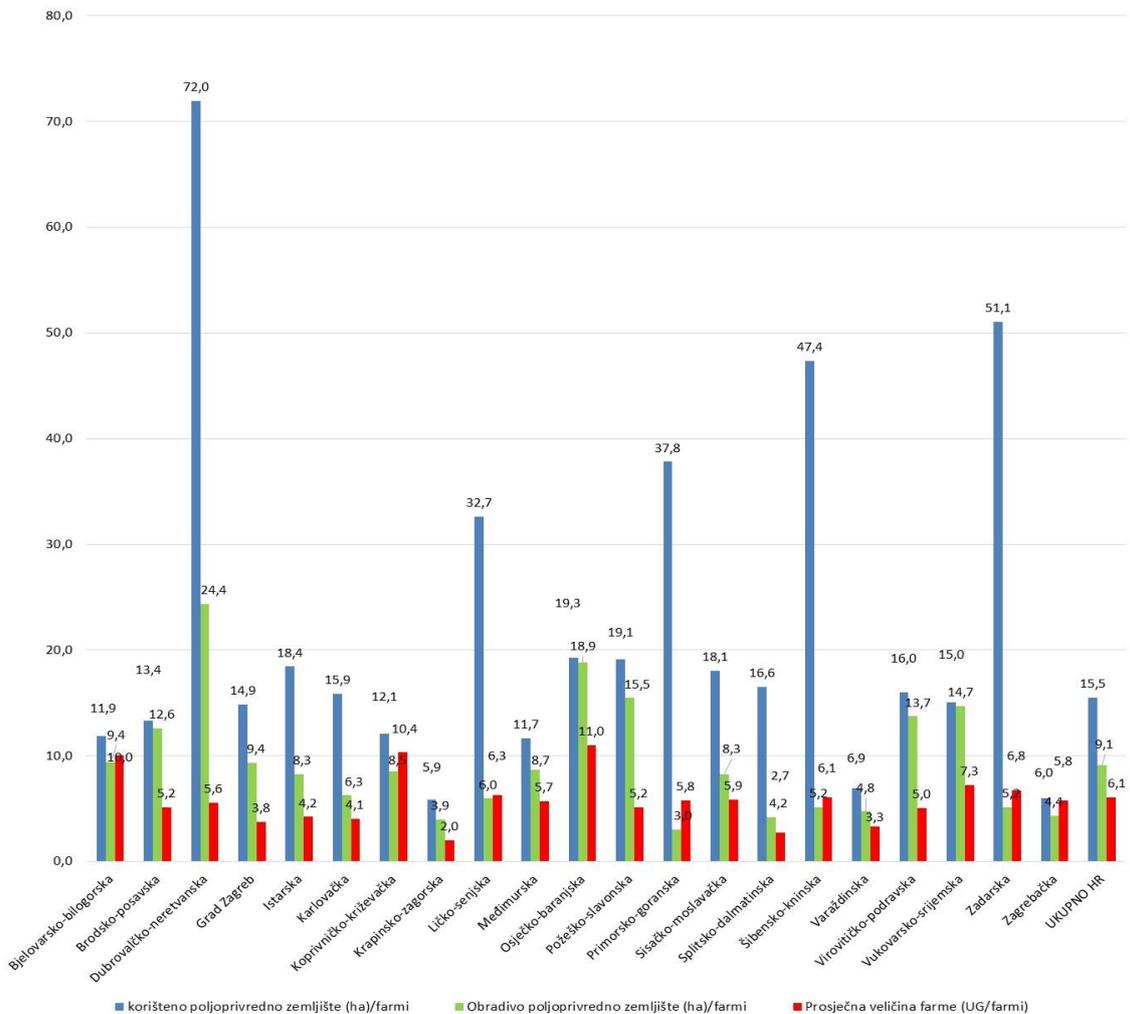


Slika 8. Prostorni raspored farmi s 50-200 UG u RH (2012. g.)



Slika 9. Prostorni raspored farmi s više od >200 UG u RH (2012. g.)

Prosječna veličina farmi s obzirom na broj UG po farmi te odnos broja farmi i raspoloživog poljoprivrednog zemljišta prikazan je u grafikonu 5. U odnosu na ukupno korišteno poljoprivredno zemljište, u županijama s pojedinačno najmanjim brojem farmi prisutan je i najveći broj raspoloživih hektara poljoprivrednog zemljišta po farmi. Međutim, u pravilu se tu radi o priobalnim županijama (Dubrovačko-neretvanska, Zadarska, Šibensko-kninska, Primorsko-goranska i Ličko-senjska) gdje je većina poljoprivrednog zemljišta niskog intenziteta korištenja te značajan dio zauzimaju krški pašnjaci i livade. Općenito je to područje ekstenzivnog stočarstva gdje dominiraju ovce i koze te manjim dijelom goveda i perad, a veličina farmi ne prelazi 6 UG po farmi što je na razini prosjeka cijele RH.



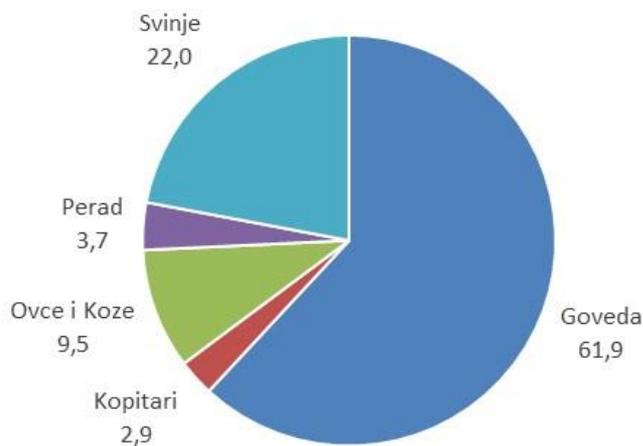
Grafikon 5. Raspoloživo poljoprivredno zemljište u odnosu na broj farmi u RH u 2012. godini

Županije s najvećom koncentracijom farmi u odnosu na raspoloživo poljoprivredno zemljište nalaze se u sjeverozapadnom dijelu RH (Krapinsko-Zagorska, Varaždinska i Zagrebačka županija). Ujedno je u navedenim županijama uočen i najnepovoljniji odnos broja hektara prema broju farmi (<10 ha korištenog i < 5 ha obradivog zemljišta po farmi). U Osječko-baranjskoj, Bjelovarsko-bilogorskoj i Koprivničko-križevačkoj županiji zabilježen je prosječno najveći broj životinja po farmi (>10 UG/farmi) budući da se tamo i nalazi glavnina velikih farmi (>50 UG/farmi).

6.3.3 Broj domaćih životinja u Republici Hrvatskoj

Temeljem prikupljenih podataka o brojnom stanju domaćih životinja za svaku pojedinu farmu u 2012. godini, prikazani su zbirni rezultati po vrstama životinja za svaku pojedinu županiju te ukupno za RH (tablica 3). Radi lakše usporedbe ukupan broj životinja po županijama je izražen kao broj UG, gdje UG predstavlja masu životinja(e) svedenu na 500 kg.

Od ukupno 740.266 UG domaćih životinja u RH (grafikon 6), najviše je bilo goveda (61,9 %), zatim svinja (22 %), ovaca i koza (9,5 %) i peradi (3,7 %) dok je kopitara bilo najmanje (2,9 %).



Grafikon 6. Udio pojedinih vrsta u ukupnom broju domaćih životinja (UG)

Budući da je metodologija prikupljanja podataka o broju pojedinih vrsta i kategorija domaćih životinja uključivala podatke o njihovoj pripadnosti pojedinoj farmi to je omogućilo uvid u prostorni raspored broja UG u RH kao i na razini županija i niže (općina, naselje). Podaci Državnog zavoda za statistiku prikazuju stanje o broju domaćih životinja na području čitave RH i kao takvi nam ne daju uvid u prostorni raspored broja domaćih životinja po pojedinim dijelovima RH kao preduvjeta za procjenu pritisaka na vode nekog područja.

Tablica 3. Brojnost pojedinih vrsta domaćih životinja u RH u 2012. godini

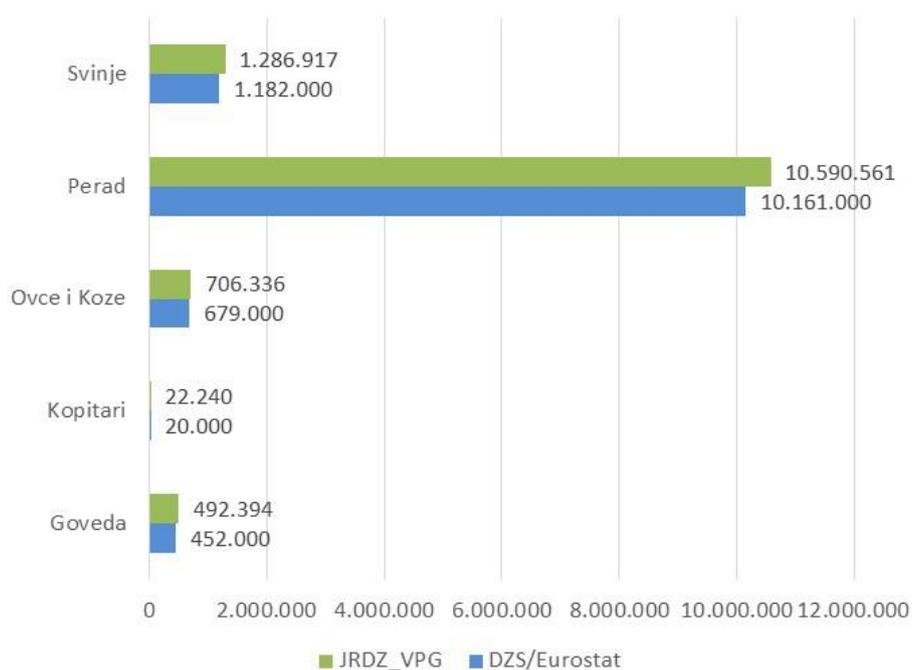
	Goveda	Kopitari	Ovce i Koze	Perad	Svinje	UG
	Broj grla*					
Županija						
BJELOVARSKO-BILOGORSKA	73.327	1.263	63.654	56.0036	89.278	87.869
BRODSKO-POSAVSKA	16.493	1.520	10.822	42.1912	12.5679	34.613
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	1.853	326	5.804	9.294	365	2.813
GRAD ZAGREB	3.533	410	1.627	3.1642	8.821	5.043
ISTARSKA	8.715	1.364	18.543	143.550	8.738	13.224
KARLOVAČKA	16.865	345	24.732	50.544	23.751	22.579
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	72.492	672	13.639	363.586	93.981	80.430
KRAPINSKO-ZAGORSKA	12.946	663	2.540	829.017	4.4427	21.498
LIČKO-SENJSKA	12.493	676	80.101	19.171	2.560	21.339
MEDIMURSKA	12.401	280	4.662	2.418.907	43.784	23.122
OSJEČKO-BARANJSKA	82.477	1.579	48.027	821.941	282.822	118.053
POŽEŠKO-SLAVONSKA	13.506	391	25635	78.729	36.704	20.398
PRIMORSKO-GORANSKA	1.616	1.544	37.668	30.351	1.073	7.250
SISAČKO-MOSLAVAČKA	35.285	5.283	40.815	158.904	62971	52.360
SPLITSKO-DALMATINSKA	6.342	1.294	58.339	243.050	13.238	15.903
ŠIBENSKO-KNINSKA	4.486	392	74.944	22.139	1.253	12.606
VARAŽDINSKA	10.568	366	7.419	3.168.532	70.904	27.551
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	19.917	583	28.736	150.781	69.914	31.029
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	38.414	966	17.482	224.555	184.225	62.705
ZADARSKA	4.657	434	120.154	26.873	1.120	17.099
ZAGREBAČKA	44.008	1.889	20.993	81.7047	121.309	62.782
HRVATSKA	492.394	22.240	706.336	10.590.561	1.286.917	
UG	458.177	21.328	70.158	27.650	162.953	740.266

* Ukupno sve kategorije životinja;

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

Nadalje, podaci DZS o broju te vrsti i kategorijama domaćih životinja temelje se na prikupljenim podacima o broju iz izvještaja poslovnih subjekata ili njihovih dijelova koji prema nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti iz 2007. spadaju u područje A: Poljoprivreda, šumarstvo i ribarstvo te na anketom prikupljenim podacima na uzorku od 8.000 obiteljskih

poljoprivrednih gospodarstava. Upravo odabir gospodarstava koja su obuhvaćena anketom i njihov broj uvelike utječu na točnost procjene. Naročito je teško anketom procijeniti broj malih gospodarstava/farmi (<5 UG) i broj životinja koji se na njima nalazi. Iako mala gospodarstva u prosjeku drže mali broj životinja, svojom velikom brojnošću mogu u značajnoj mjeri doprinijeti ukupnom broju pojedinih vrsta životinja. Iz navedenog proizlaze određena odstupanja utvrđenog broja pojedinih vrsta životinja od vrijednosti DZS za 2012. godinu (grafikon 7) koje su nešto niže za sve vrste životinja.

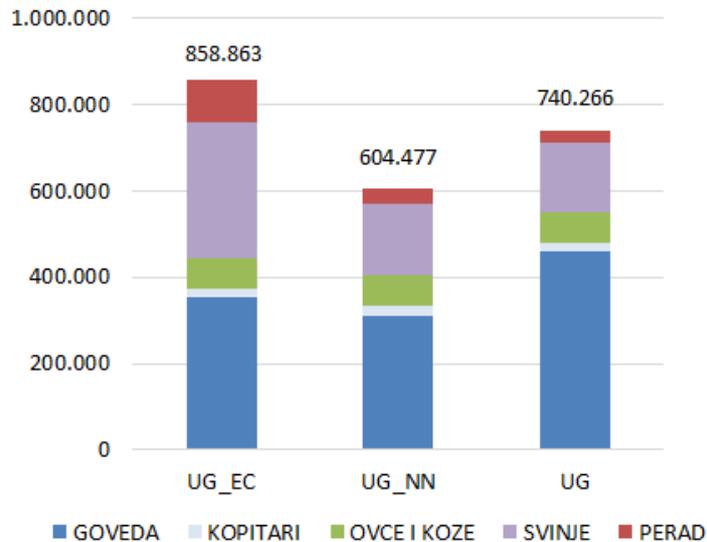


Grafikon 7. Broj pojedinih vrsta domaćih životinja u 2012. godini prema različitim izvorima

Analizirajući podatke o broju pojedinih vrsta domaćih životinja po županijama možemo uočiti da ih se najviše nalazi na području kontinentalne Hrvatske i to u istočnom (Osječko-baranjska i Vukovarsko-srijemska županija) i sjeverozapadnom dijelu (Bjelovarsko-bilogorska, Koprivničko-križevačka i Zagrebačka županija). U navedenih pet županija uzgaja se više od 55 % UG, a s obzirom na vrstu životinja to su ujedno županije s najvećim brojem goveda i svinja. U priobalnim i brdsko-planinskim područjima RH dominira uzgoj ovaca i koza (više od 60 % ukupnog broja u RH). Perad koja čini blizu 4 % od ukupnog broja životinja izraženo u UG najvećim dijelom se uzgaja u sjeverozapadnom dijelu RH. U Varaždinskoj i Međimurskoj županiji uzgaja se više od 40 % ukupnog broja peradi, a zatim slijede Zagrebačka (8 %) i Krapinsko-zagorska županija (7 %). Kopitari kao skupina s najmanjim udjelom u ukupnom broju domaćih životinja uzgajaju se na području cijele Hrvatske (sport i rekreacija). Ipak,

najviše kopitara se uzgaja u Sisačko-moslavačkoj županiji (24 %) gdje prevladava tradicionalan način držanja na pašnjacima Lonjskog, Mokrog i Odranskog polja, a uzgajaju se hladnokrvne pasmine konja. Uspoređujući navedene podatke po županijama s onima iz 2001. godine (Posavi, 2002.) može se uočiti značajno povećanje broja domaćih životinja u Osječko-baranjskoj i Vukovarsko-srijemskoj županiji. Istovremeno se broj domaćih životinja najviše smanjio u Zagrebačkoj županiji. Nadalje, odnos pojedinih vrsta u ukupnom broju UG nije se značajno mijenjao, s izuzetkom smanjenja udjela peradi (7 % u 2001. naspram 3,7 % u 2012.) i blagog povećanja udjela kopitara (1 % u 2001. naspram 2,9 % u 2012.) te ovaca i koza (7 % u 2001. naspram 9,5 % u 2012.). Primjenjujući drugačiju metodologiju izračuna UG, temeljenu na nutritivnim potrebama pojedinih kategorija životinja za što su doneseni koeficijenti (EC 1200/2009) u skladu s uredbom europskog parlamenta EC 1166/2008, (Znaor, 2011.) procjenjuje se da je u razdoblju od 2000. do 2008. g. u Hrvatskoj bilo prosječno 913.493 UG godišnje. Od toga 39 % su činila goveda te 36 % svinje kao vrste s najvećim udjelom u ukupnom broju UG, a slijedi perad (16 %), ovce (7 %) te konji i koze sa po 1%.

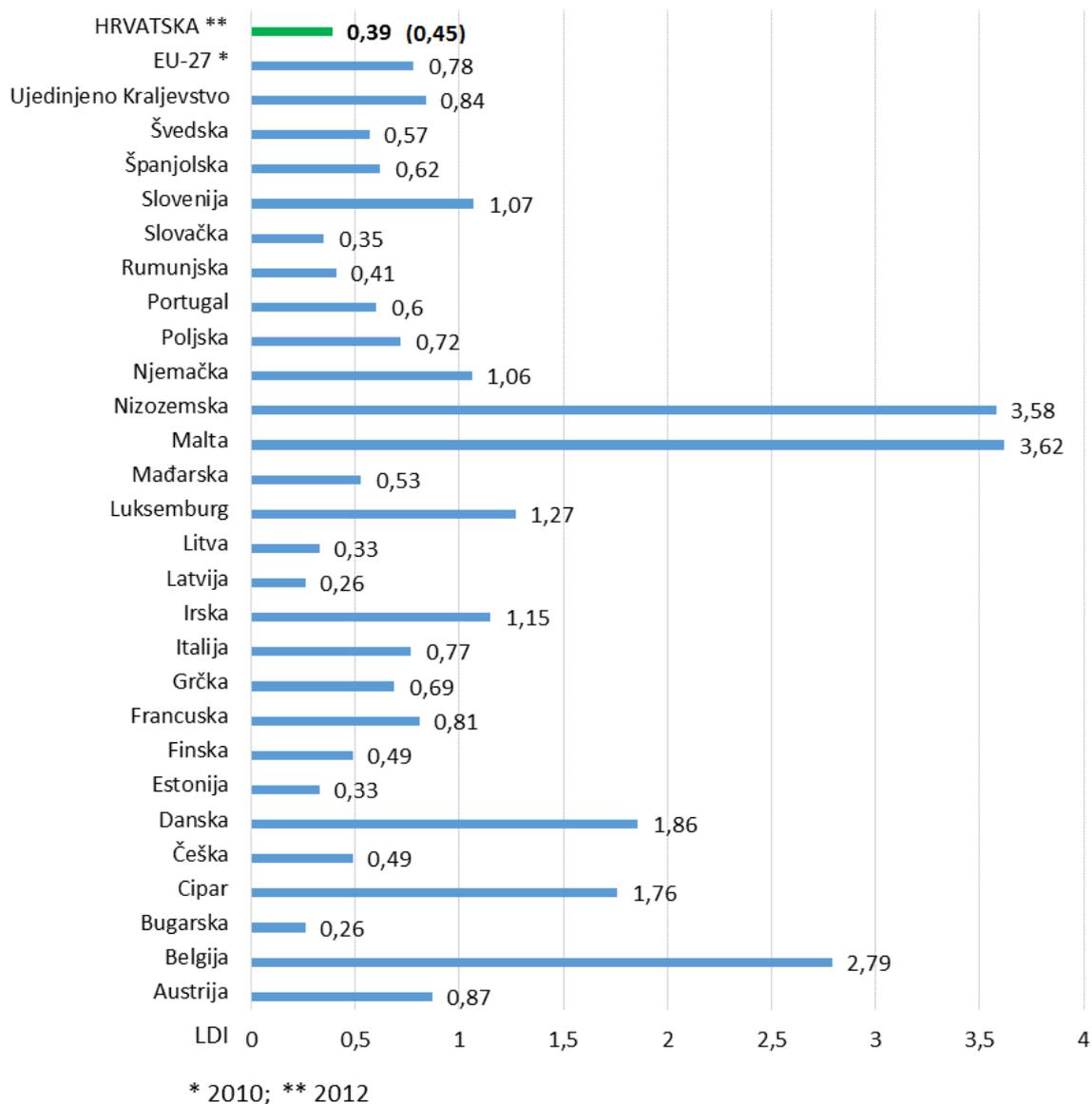
Množenjem navedenog broja UG s količinom N koja se dobije godišnjim uzgojem pojedinih vrsta životinja propisanom *Pravilnikom* (Narodne Novine 56/08) odnosno godišnje količine P_2O_5 i K_2O koji se izlučuje ekskrementima (LNV, 2003; MAFF, 2000 citirano u Znaor, 2011.) izračunata je ukupna proizvedena količina N te količina P_2O_5 i K_2O . Za potrebe provedbe nitratne direktive pored godišnje količine N koji izlučuju pojedine kategorije životinja *Pravilnik* (NN 56/08) propisuje i koeficijente za izračun UG koji se razlikuju od koeficijenata danih u EC 1200/2009 kao i onih koji se temelje na svođenju na masu od 500 kg (tablica 1). Primjenjujući koeficijente za izračun propisane *Pravilnikom* u RH u 2012. godini je bilo ukupno 604.477 UG (grafikon 8) uz sličan udio pojedinih vrsta kao i u sustavu koji se temelji na masi od 500 kg kao usporedivoj jedinici.



Grafikon 8. Broj UG u 2012. godini u RH prema različitim metodama izračuna UG_{EC} – prema EC 1200/2009; UG_{NN} –prema „Pravilniku o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva“ (NN 56/08); UG – usporediva vrijednost svedena na masu od 500 kg

Broj domaćih životinja i njihov odnos prema raspoloživom poljoprivrednom zemljištu pokazuje da je Hrvatska s prosječno 0,39 UG/ha (0,45 UG_{EC}/ha) korištenog poljoprivrednog zemljišta znatno ispod prosjeka zemalja EU₂₇ (0,78 UG/ha) i na razini manje razvijenih stočarskih zemalja koje imaju manje od 0,5 UG/ha (Estonije, Litve, Latvije, Rumunjske, Bugarske i Slovačke; grafikon 9).

Samo tri županije u RH imaju veći prosjek UG/ha od zemalja EU₂₇ (tablica 4), a to su Zagrebačka (0,96), Bjelovarsko-bilogorska (0,84) i Koprivničko-križevačka (0,84). Posljednje dvije uz Osječko-baranjsku županiju imaju ujedno i najveći broj životinja po farmi (>10 UG). Budući da se u Osječko-baranjskoj županiji nalaze značajne poljoprivredne površine, prosječno opterećenje po jedinici korištenog zemljišta iznosi svega 0,56 UG/ha. No u ovaj županiji se nalaze pojedinačno najveće farme kao i najviše velikih farmi. Nasuprot tome sve priobalne županije kao i neke kontinentalne (Grad Zagreb, Karlovačka, Požeško-slavonska) imaju prosječno <0,30 UG/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta i spadaju u županije s manjim intenzitetom stočarske proizvodnje. Dok u kontinentalnom dijelu dominiraju svinje i goveda, u priobalnom dominiraju ovce i koze, a rjeđe goveda što potvrđuje da su to područja s niskim intenzitetom stočarske proizvodnje.



Grafikon 9. Broj domaćih životinja u odnosu na korišteno poljoprivredno zemljište u RH i zemljama EU-27 (2010) izraženo kao UG/ha (UGEC/ha) Izvor: EUROSTAT, 2012.

Tablica 4. Broj UG u odnosu na raspoloživo poljoprivredno zemljište

Županija	Prosječna veličina farme (UG)	Broj UG/ha korištenog zemljišta	Broj UG/ha obradivog zemljišta
BJELOVARSKO-BILOGORSKA	10,0	0,84	1,06
BRODSKO-POSAVSKA	4,9	0,37	0,39
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	5,6	0,08	0,23
GRAD ZAGREB	3,7	0,25	0,40
ISTARSKA	4,2	0,23	0,50
KARLOVAČKA	4,0	0,25	0,65
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	10,2	0,84	1,20
KRAPINSKO-ZAGORSKA	2,0	0,35	0,52
LIČKO-SENJSKA	6,3	0,19	1,06
MEĐIMURSKA	5,7	0,49	0,65
OSJEČKO-BARANJSKA	10,8	0,56	0,57
POŽEŠKO-SLAVONSKA	5,1	0,27	0,33
PRIMORSKO-GORANSKA	5,8	0,15	1,90
SISAČKO-MOSLAVAČKA	5,9	0,32	0,71
SPLITSKO-DALMATINSKA	2,7	0,16	0,65
ŠIBENSKO-KNINSKA	6,0	0,13	1,17
VARAŽDINSKA	3,3	0,48	0,70
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	5,0	0,31	0,36
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	7,1	0,47	0,48
ZADARSKA	6,8	0,13	1,31
ZAGREBAČKA	5,8	0,96	1,32
HRVATSKA	6,1	0,39	0,66

6.3.4 Proizvodnja stajskog gnoja u RH

Količina stajskog gnoja koja se proizvede na pojedinoj farmi ovisi o broju životinja, količini izlučenih ekskremenata (fecesa i urina) svojstvenog za vrstu i kategoriju te intenzitet iskorištavanja životinja, 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). Kako goveda i svinje čine više od 80 % svih životinja najveća količina proizvedenog stajskog gnoja potječe od ove dvije vrste. Nadalje, životinje s većom proizvodnjom konzumiraju znatno više hrane (suhe tvari) te proizvode i veću količinu ekskremenata. Pored ekskremenata, stelja čini drugi najznačajniji sastojak gnoja napose u sustavima držanja koji se temelje na upotrebi velikih količina stelje. Potreba za velikim količinama stelje i posljedično veliki volumen gnoja jedan je od razloga da

najveći broj velikih govedarskih te gotovo sve svinjogojske farme imaju tekuće izgnojavanje. Nasuprot tome, farme s nekoliko goveda ili svinja 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 farmi s krutim stajskim gnojem najveću opasnost predstavljaju neuređena gnojišta i mogućnost ispiranja tekućeg dijela gnoja u površinske vode. Navedeno je napose prisutno na manjim farmama s neuređenim gnojištima i u područjima s velikim brojem farmi na relativno malom prostoru. Veći broj malih i srednje velikih farmi na relativno malom području može predstavljati značajan izvor onečišćenja voda.

S druge pak strane tekući gnoj svojstven za velike farme vrši pritisak na okolne poljoprivredne površine zbog učestale primjene i velikih količina. Naime, zbog velikog volumena i visoke cijene koštanja transporta stajskog gnoja poljoprivredne površine oko farme se gnoje češće i većim količinama od dozvoljenih (*Pravilnik*, NN 56/08). 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 .

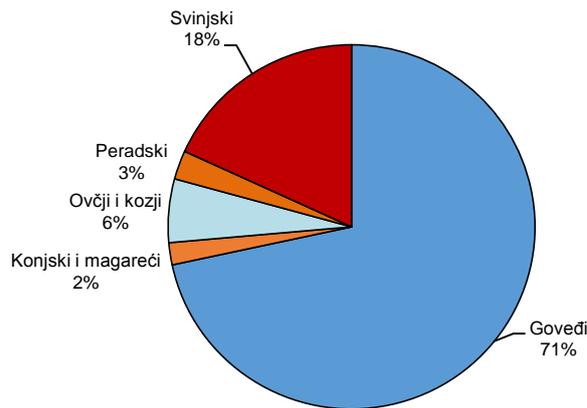
Voda iz tehnološkog procesa proizvodnje (pranje, hlađenje) kao i ona koju proliju životinje (pojilice), naročito tijekom ljetnih mjeseci, može značajno utjecati na volumen proizvedenog gnoja, napose njegovog tekućeg dijela (gnojnica, gnojovka) koji u slučaju ispuštanja u kanale ili na otvorene površine može imati određeni utjecaj na vode. Temeljem podataka o broju domaćih životinja u 2012. godini te načinu držanja i razini proizvodnje procijenjeno je da se u RH proizvede ukupno oko 10 milijuna tona stajskog gnoja ili 83,9 tona godišnje po farmi (tablica 5).

Tablica 5. Procijenjena proizvodnja stajskog gnoja u RH (t/god)

	Stajski gnoj *		UKUPNO	Tona (god/farmi)
	kruti	tekući		
Županija				
BJELOVARSKO-BILOGORSKA	607.459,06	669.724,98	1.277.184,04	145,09
BRODSKO-POSAVSKA	204.019,46	246.070,55	450.090,01	63,56
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	13.308,02	25.600,99	38.909,01	77,05
GRAD ZAGREB	50.334,13	20.642,27	70.976,40	52,38
ISTARSKA	105.609,32	80.454,39	186.063,71	58,42
KARLOVAČKA	218.509,44	119.005,54	337.514,98	60,46
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	620.402,74	560.046,15	1.180.448,89	149,96
KRAPINSKO-ZAGORSKA	239.698,79	74.614,29	314.313,08	29,82
LIČKO-SENJSKA	180.617,49	102.911,55	283.529,04	83,86
MEĐIMURSKA	131.826,48	154.088,26	285.914,75	70,16
OSJEČKO-BARANJSKA	522.137,22	1.086.298,45	1.608.435,67	147,66
POŽEŠKO-SLAVONSKA	144.086,78	136.889,14	280.975,92	70,67
PRIMORSKO-GORANSKA	41.604,79	32.448,23	74.053,02	58,91
SISAČKO-MOSLAVAČKA	391.151,96	355.839,24	746.991,20	83,65
SPLITSKO-DALMATINSKA	122.362,57	68.678,15	191.040,71	32,79
ŠIBENSKO-KNINSKA	80.855,95	58.100,14	138.956,09	66,65
VARAŽDINSKA	210.123,01	131.871,64	341.994,64	41,34
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	188.757,06	231.125,35	419.882,41	67,80
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	333.161,20	526.130,76	859.291,96	97,62
ZADARSKA	86.836,97	88.220,09	175.057,06	69,14
ZAGREBAČKA	487.267,85	394.341,85	881.609,71	80,81
HRVATSKA				
Ukupno	4.980.130,3	5.163.101,99	10.143.232,3	83,90

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

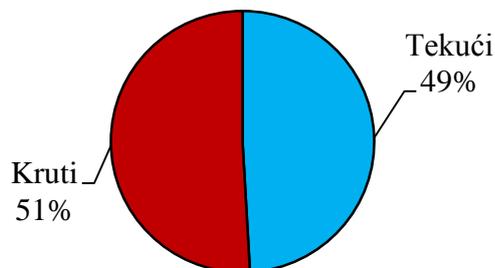
Pojedinačno najviše gnoja se proizvodi u županijama s najvećim brojem stoke i to Osječko-baranjskoj, Koprivničko-križevačkoj i Bjelovarsko-bilogorskoj s proizvodnjom od preko milijun tona stajskog gnoja godišnje ili blizu 150 tona po farmi godišnje. Tome doprinosi i činjenica da su to županije s najvećim brojem goveda i svinja, vrsta koje najviše doprinose ukupnoj proizvodnji stajskog gnoja (grafikon 9).



Grafikon 9. Udio pojedinih vrsta proizvedenog stajskog gnoja u RH

Govedi gnoj čini 71 % ukupno proizvedenog gnoja u RH, slijedi svinjski gnoj s 18 % te ovčji i kozji s 6 %. Iako na gnoj peradi otpada svega oko 3 % ukupno proizvedenog gnoja na razini RH, u Varaždinskoj županiji on čini preko 15 %, u Međimurskoj oko 12 %, a u Krapinsko-zagorskoj 7 % ukupno proizvedenog stajskog gnoja. U ranije spomenute tri stočarski najrazvijenije županije goveđi i svinjski gnoj čine više od 95 % ukupno proizvedenog gnoja (Koprivničko-križevačka županija čak blizu 99 %).

S obzirom na vrstu gnoja, kruti i tekući gnoj su zastupljeni u podjednakim omjerima (grafikon 10). U županijama gdje se nalaze veliki proizvodni sustavi te intenzivna svinjogojska proizvodnja temeljena na tekućem izgnojavanju kao što je Osječko-baranjska županija (dijelom i Vukovarsko-srijemska) znatno je više 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). U slučaju pašnog držanja životinja ekskrementi (feces i urin) koje životinje ostavljaju na pašnjacima tretirane su kao tekući gnoj.



Grafikon 10. Omjer tekućeg i krutog stajskog gnoja u RH u 2012. godini

Godišnja količina stajskog gnoja koja se iznosi na poljoprivredne površine iznosi 5,4 t/ha korištenog odnosno 9,1 t/ha obradivog poljoprivrednog zemljišta (tablica 6). Značajne razlike utvrđene su između županija, a vezano uz odnos broja domaćih životinja i raspoloživog poljoprivrednog zemljišta. Najviše gnoja po hektaru korištenog poljoprivrednog zemljišta primjenjuje se u Zagrebačkoj, Koprivničko-križevačkoj i Bjelovarsko-bilogorskoj županiji (više od 12,0 t/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta). Istovremeno, najmanje gnoja (1,0–3,0 t/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta) iznosi se na poljoprivredne površine u priobalnim županijama.

Količina primijenjenog stajskog gnoja, a samim time i količina N i P s obzirom na način korištenja poljoprivrednog zemljišta uvelike ovisi o vrsti životinje od kojih potječe gnoj kao i načina držanja (sustavu izgnojavanja). U pašno držanih životinja najveći dio N i P iz ekskremenata završava na pašnjacima te manjim dijelom na livadama u pašno-košnom sustavu držanja ili kod parcijalnog napasivanja (izmjenjuje se košnja i napasivanje ili se napasivanje odvija najčešće u jednom dijelu godine). U sustavu držanja životinja u staji, posebice sustavu u kojem nastaje kruti stajski gnoj, najveći dio gnoja završava na obradivim površinama koje su najčešće u funkciji proizvodnje hrane za životinje. Slično je i s tekućim

gnojem s time da se određene količine gnojovke izvoze i na livade (izuzetno rijetko i na pašnjake).

Općenito, svinjski gnoj (kruti i tekući) najvećim dijelom završava na obradivim poljoprivrednim površinama. Manjim dijelom određene količine N i P završavaju i na nekorištenom zemljištu, najčešće prilikom napasivanja ovaca i koza u priobalnom krškom području.

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

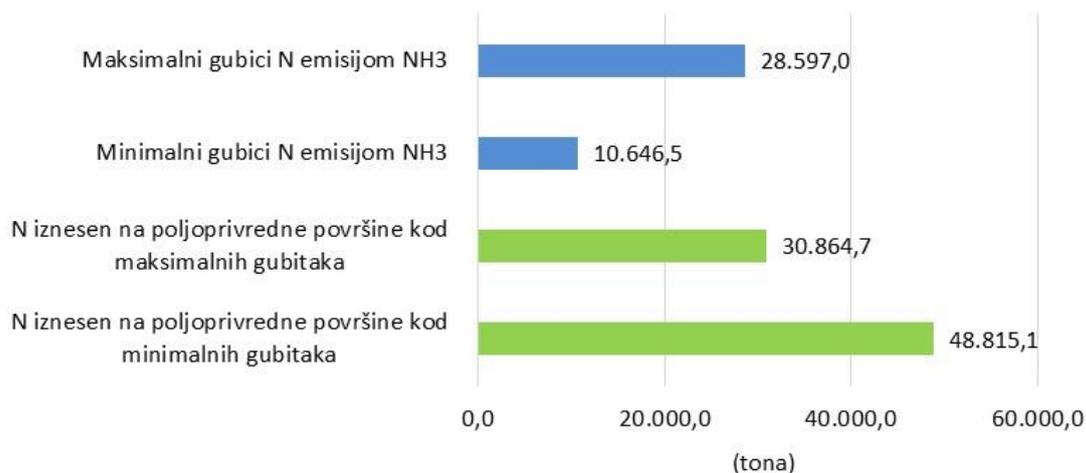
Županija	Stajski gnoj t/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta	Stajski gnoj t/ha obradivog poljoprivrednog zemljišta	Stajski gnoj t/UG
BJELOVARSKO-BILOGORSKA	12,2	15,5	14,5
BRODSKO-POSAVSKA	4,8	5,0	13,0
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	1,1	3,2	13,8
GRAD ZAGREB	3,5	5,6	14,1
ISTARSKA	3,2	7,1	14,1
KARLOVAČKA	3,8	9,7	14,9
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	12,4	17,6	14,7
KRAPINSKO-ZAGORSKA	5,1	7,6	14,6
LIČKO-SENJSKA	2,6	14,1	13,3
MEĐIMURSKA	6,0	8,1	12,4
OSJEČKO-BARANJSKA	7,7	7,8	13,6
POŽEŠKO-SLAVONSKA	3,7	4,6	13,8
PRIMORSKO-GORANSKA	1,6	19,4	10,2
SISAČKO-MOSLAVAČKA	4,6	10,1	14,3
SPLITSKO-DALMATINSKA	2,0	7,8	12,0
ŠIBENSKO-KNINSKA	1,4	12,9	11,0
VARAŽDINSKA	6,0	8,7	12,4
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	4,2	4,9	13,5
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	6,5	6,6	13,7
ZADARSKA	1,4	13,4	10,2
ZAGREBAČKA	13,5	18,5	14,0
HRVATSKA	5,4	9,1	13,7

6.3.5 Procjena količine dušika i fosfora koji se stajskim gnojem iznose na poljoprivredne površine

Količina N i P kao P_2O_5 koji stajskim gnojem dospijevaju na poljoprivredne površine ovise o količini i vrsti gnoja, njihovu sadržaju u gnoju te načinu i vremenu njegove primjene. Količina N i P_2O_5 izlučenih putem ekskremenata 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 N i P_2O_5 uslijed ispiranja i otjecanja u površinske vode ili emisijom amonijaka u atmosferu.

6.3.5.1 Dušik

Procjenjuje se da je u 2012. godini u RH proizvedeno ukupno 59.461,68 tona N od čega je na poljoprivredne površine izneseno 48.815,14 tona (tablica 6) ili 82,1 % dok je ostatak od 13.237,84 tona ili 17,9 % emisijom amonijaka dospio u atmosferu. Količina izlučenog N po životinji procijenjena je za svaku vrstu i kategoriju temeljem razine proizvodnje (mliječnost, dnevni prirast, veličina legla itd.). Gubici emisijom procijenjeni su s obzirom na vrstu gnoja (kruti, tekući), vrstu životinja od koje potječe te načina spremanja i primjene na poljoprivredne površine. Pri tome su korišteni najniži preporučeni faktori emisije (IPCC, 2006.) čime su dobivene potencijalno najveće količine N koje dospijevaju na poljoprivredne površine i kao takve mogu biti unijete u tlo. Značaj gubitka N emisijom amonijaka na količinu N koja se unosi gnojem u tlo prikazan je u grafikonu 11. U slučaju primjene najviših preporučenih faktora emisije gubitak bi iznosio 48,1 %, a količina iznijetog N na poljoprivredne površine 30.864,7 tona. Neke ranije procjene pokazuju da se u Hrvatskoj tijekom skladištenja i primjene stajskog gnoja gubi oko 40 % N (Mesić, 2004). Istovremeno, procjenjuje se da u EU-27 gubici N uslijed manipulacije gnojem iznose između 20 i 30 %. Sukladno tome Znaor (2011) procjenjuje za razdoblje 2000.-2008. da se u RH prosječno godišnje izluči 69.369 tona N od čega 17.341 tona ili 25 % se gubi tijekom manipulacije gnojem, a 52.022 tone dospijevaju na poljoprivredno zemljište.



Grafikon 11. Količina N koja se iznosi na poljoprivredne površine u RH kod primjene različitih koeficijenata emisije amonijaka prema IPCC (2006).

Budući da je u Hrvatskoj na snazi „*Pravilnik o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva*“ (Narodne Novine, 56/08) koji propisuje količinu i vrijeme primjene stajskog gnoja odnosno određuje dozvoljeni broj UG pojedinih vrsta životinja po jedinici poljoprivrednih površina, izračunata je količina N iz stajskog gnoja koristeći koeficijente za izračun uvjetnih grla (UG) i količine dušika koja se dobije godišnjim uzgojem životinja propisane *Pravilnikom*. Na ovaj način dobivene vrijednosti su niže za 7.443,46 od procijenjenih (tablica 7). Najveći dio razlike proizlazi iz činjenice da su u procjeni korišteni minimalni emisijski faktori (IPCC, 2006) te da *Pravilnikom* propisani koeficijenti koji predstavljaju uprosječene vrijednosti za pojedine vrste ne uzimaju u obzir specifičnosti s obzirom na razinu proizvodnje kao i udio pojedinih kategorija u ukupnom broju stoke. Relativni odnosi između pojedinih dijelova RH s obzirom na ukupno proizvedenu količinu N kao i po vrstama identični su u obje procjene.

Analizirajući odnos količine N iz gnoja prema korištenom i obradivom poljoprivrednom zemljištu, s 24,8 kg N/ha korištenog i 36,9 kg N/ha obradivog zemljišta RH spada u skupinu zemalja s malim opterećenjem po jedinici površine. Navedene vrijednosti količine N/ha korištenog zemljišta su niže od prosjeka zemalja EU₂₇ (43 kg N/ha), a naročito u odnosu na stočarski najrazvijenije zemlje kao što je Nizozemska (> 150 kg N/ha), Belgija (>100 kg N/ha), Danska (~75 kg N/ha) i Njemačka (~50 kg N/ha).

Postojeća razina proizvodnje i trend smanjenja broja stoke ukazuje da ne treba očekivati porast pritiska na vode iz stočarske proizvodnje promatrano na razini Hrvatske u narednom razdoblju. Potencijalno veći pritisci mogu se očekivati na pojedinim manjim područjima RH,

posebice u njenom kontinentalnom dijelu oko velikih farmi ili na području njihove guste naseljenosti.

Tablica 7. Ukupno proizvedena količina dušika (t/god) u odnosu na poljoprivredne površine

Županija	N* (t)	N _{Pravilnik} (t)	Kg N ₊ /ha korištenog poljoprivrednog zemljišta*	Kg N ₊ /ha obradivog poljoprivrednog zemljišta
BRODSKO-POSAVSKA	2.393,01	2.224,44	25,1	24,4
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	171,93	157,54	3,9	9,2
GRAD ZAGREB	317,31	280,94	15,7	22,1
ISTARSKA	836,10	733,14	13,1	23,4
KARLOVAČKA	1.401,05	1.267,04	15	33,3
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	4.795,04	4.124,97	50	63,6
KRAPINSKO-ZAGORSKA	1.559,84	1.174,60	25,1	34,8
LIČKO-SENJSKA	1.330,60	1.236,13	9,5	38,5
MEDIMURSKA	2.100,23	1.088,67	44	55,1
OSJEČKO-BARANJSKA	7.453,65	6.737,14	35,4	34,5
POŽEŠKO-SLAVONSKA	1.282,72	1.162,47	16,6	17,6
PRIMORSKO-GORANSKA	460,45	456,11	6,9	52,3
SISAČKO-MOSLAVAČKA	3.187,60	2.930,53	18,9	33,6
SPLITSKO-DALMATINSKA	1.089,38	958,28	9,2	28,2
ŠIBENSKO-KNINSKA	826,30	792,88	6	33,9
VARAŽDINSKA	2.572,29	1.325,47	44,5	61,3
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	1.978,83	1.809,59	19,6	19
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	4.050,44	3.814,60	30,5	29,8
ZADARSKA	1.137,94	1.105,37	6	31,7
ZAGREBAČKA	4.045,33	3.447,85	61	73,7
HRVATSKA	48.815,14	41.371,68	24,8	36,9

N₊- procijenjeno s obzirom na broj, vrstu i kategoriju životinja, razinu proizvodnje te način izgnojavanja

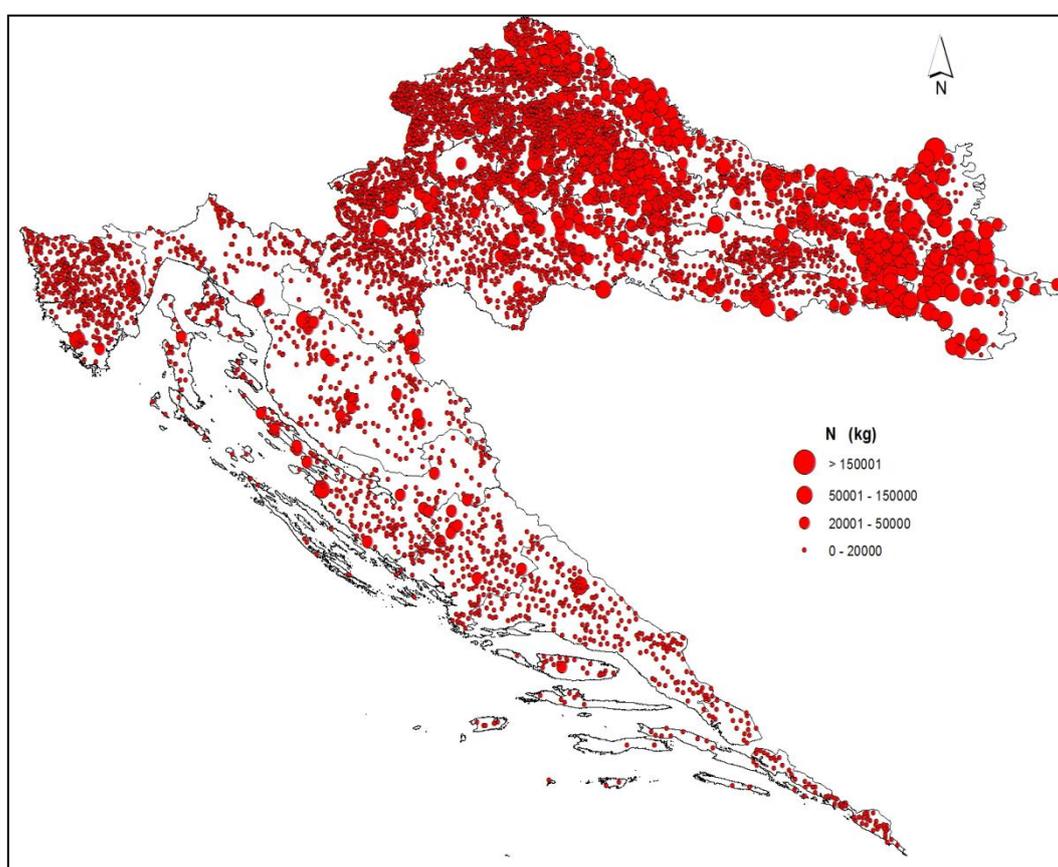
N_{Pravilnik} – procijenjeno temeljem koeficijenta za izračun UG i godišnje količine N propisane Pravilnikom o korištenju gnojiva u dobroj poljoprivrednoj praksi (NN 56/08)

* - N koji se iznosi na korišteno poljoprivredno zemljište

S obzirom na vrstu i kategoriju životinja pojedinačno najveću količinu N izlučuju svinje (npr. krmača s prasadi 100 kg N/UG godišnje) i goveda (mliječne krave >70 kg N/UG godišnje, ovisno o mliječnosti) kako je prikazano u tablici 6. Navedeno ukazuje da su područja s intenzivnom svinjogojskom i govedarskom proizvodnjom (mliječno govedarstvo) najviše izložena unosu prekomjerne količine N u tlo putem stajskog gnoja. Područja s ekstenzivnim stočarstvom, niskog intenziteta napasivanja i na kojima se prakticira držanje na paši veći dio

godine, najmanje su izložena prekomjernom opterećenju N iz gnoja (ekskrementata). 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 se vrlo brzo iskoristi od strane vegetacije pašnjaka i ne dopiyeva u dublje slojeve tla.

Očekivano, najveća količina N se iznosi na poljoprivredne površine u Osječko-baranjskoj županiji, nakon čega slijede Bjelovarsko-bilogorska, Koprivničko-križevačka te Vukovarsko-srijemska i Zagrebačka županija.



Slika 10. Raspodjela dušika (N) iz stajskog gnoja u RH po naseljima

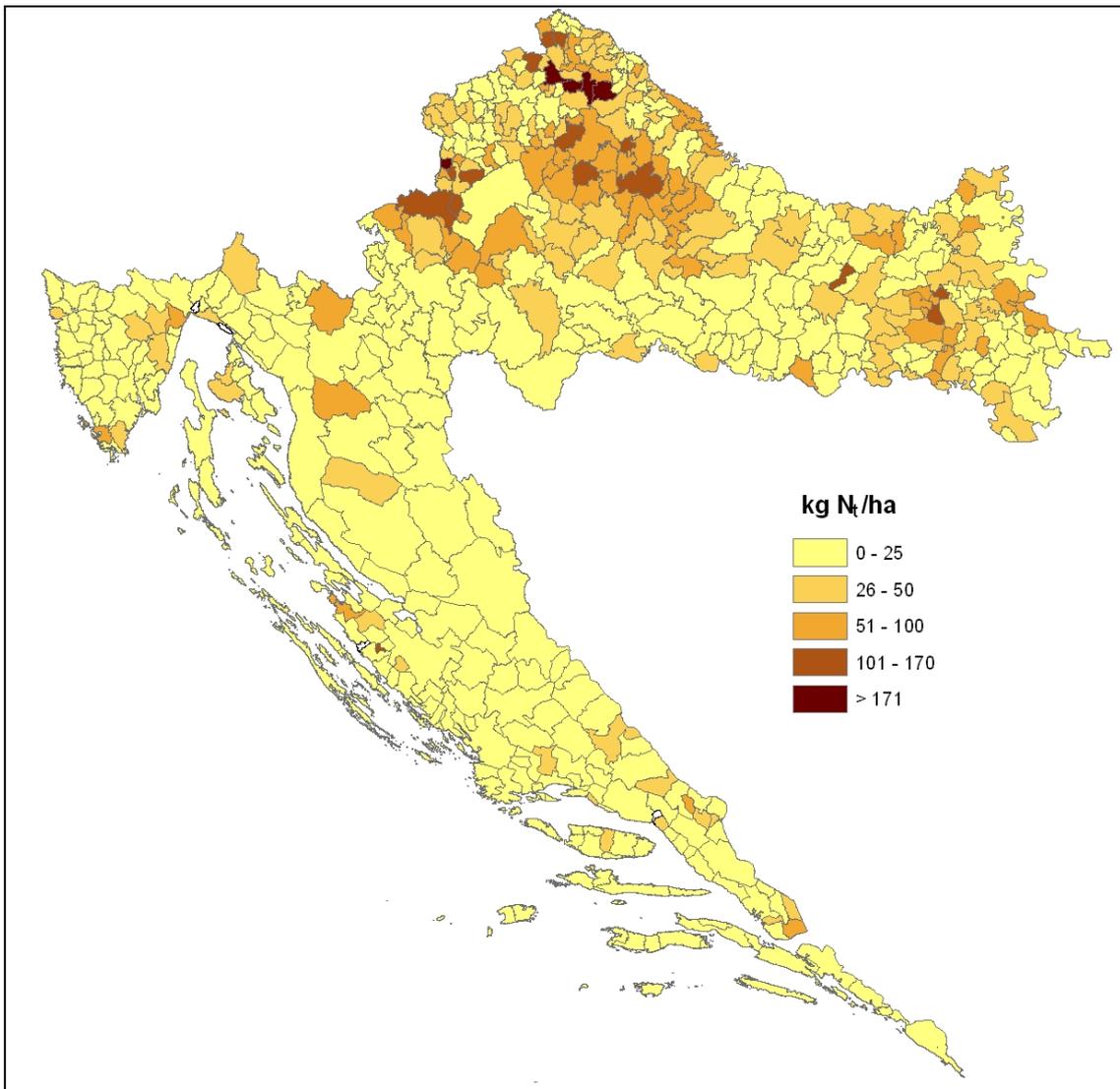
U odnosu na poljoprivredne površine (tablica 7) najveća količina N/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta primjenjuje se u Zagrebačkoj županiji (61 kg), zatim slijede Bjelovarsko-bilogorska (53,5 kg) i Koprivničko-križevačka županija (50 kg). Navedene vrijednosti značajno su niže od maksimalno dozvoljenih koje propisuje *Pravilnik* (210 kg N/ha za vrijeme trajanja i 170 kg N/ha nakon isteka prijelaznog perioda). Za priobalne županije karakteristično je malo opterećenje dušikom (<13,0 kg N/ha). Pri tome glavnina N dolazi iz

ovčarske i kozarske proizvodnje te značajan dio istog završava na pašnjačkim površinama i dijelom na nekorištenom zemljištu (krški tereni).

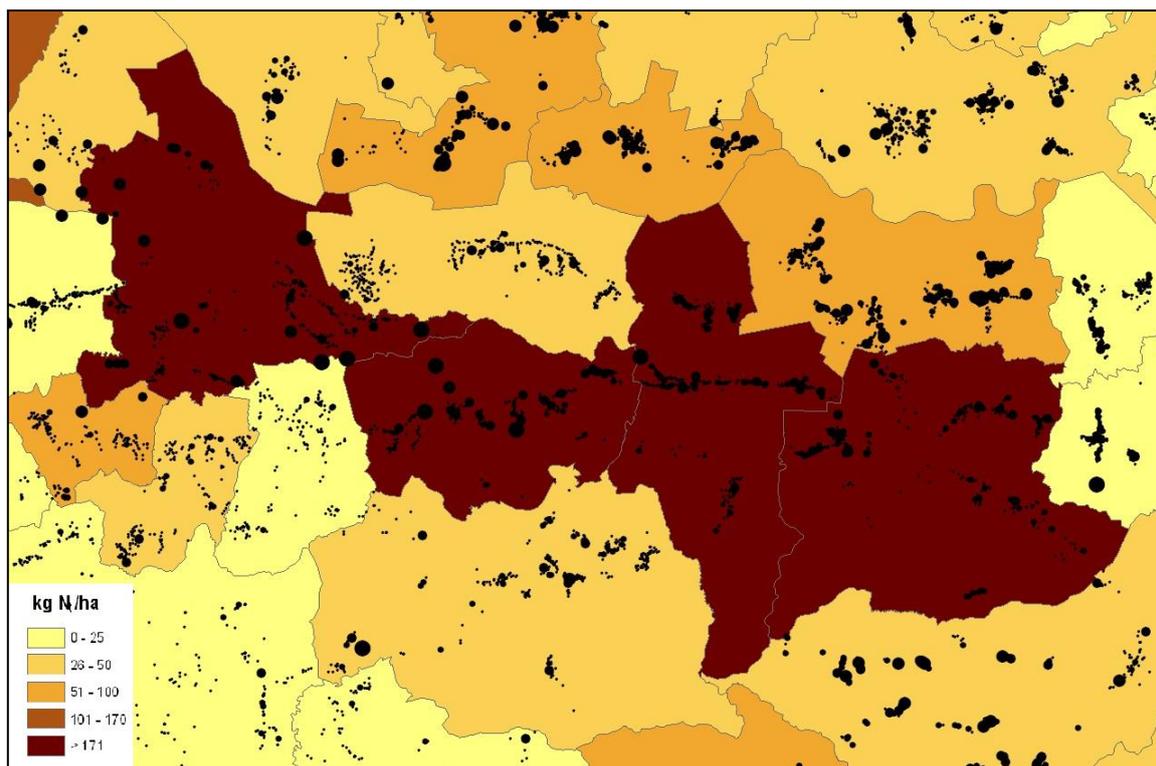
Analizirajući rezultate unutar pojedinih županija, na razini općina i gradova (slika 11) vrijednosti veće od onih propisanih *Pravilnikom* utvrđene su u Zagrebačkoj županiji za općinu Dubravica (>210 kg N/ha) te na području Varaždinske županije i to za općine Jalžabet i Donji Martijanec te gradove Ludbreg (>210 kg N/ha) i Varaždin (>170 kg N/ha). Nadalje, za pojedine općine u priobalnim županijama također je utvrđena količina N veća od dozvoljene *Pravilnikom*, no radi se o malim općinama u kojima se nalazi vrlo mali broj životinja (općina Kastav, Kostrena) i to pretežno ovaca i koza, a količina N koja se ekskrementima izluči u okoliš je beznačajna. Slično vrijedi i za općinu Zadvarje u Splitsko-dalmatinskoj županiji u kojoj je većina životinja registrirana na „Stočni sajam Zadvarje“, a u stvarnosti se radi o životinjama koje su uzgojene u drugim općinama i koje su bile predmetom trgovanja nakon čega nisu prenesene na nove vlasnike (iz iste ili drugih općina). Budući da su te životinje prije i/ili nakon sajma držane u drugim dijelovima RH u kojima su ekskrementima izlučile najveći dio N, ukupna godišnja količina proizvedenog N za navedenu općinu ne pokazuje stvarno stanje. Stoga su navedene općine izuzete iz daljnje analize.

Za općinu Dubravica je karakteristično da spada u prostorno manje općine koje raspolažu s relativno malo poljoprivrednih površina te da glavina opterećenja dušikom dolazi s velike svinjogojske farme smještene na tom području. Budući da je navedena farma tijekom 2013. ušla u proces zatvaranja (u dijelu farme se povremeno nalazi manji broj svinja) ona više ne predstavlja značajniji izvor opterećenja N u navedenoj općini. Navedeni dijelovi Varaždinske županije spadaju u stočarski najrazvijenije dijelove RH u kojima se nalazi velik broj farmi peradi i svinja koje djeluju u sklopu velikih proizvodnih sustava kao i velik broj srednje velikih farmi (20-100 UG) obiteljskog tipa.

Uvažavajući činjenicu da se glavina gnoja s farmi iznosi na poljoprivredne površine u blizini farme ove općine spadaju u potencijalno najugroženije sa stajališta opterećenja N iz stočarske proizvodnje. Pri tome treba uzeti u obzir da su procijenjene vrijednosti za navedene općine u stvarnosti nešto niže budući da dio gnoja, a s njime i N s farmi smještenih u rubnim dijelovima općina završava i na poljoprivrednom zemljištu u susjednim općinama koje su u pravilu opterećene s <100 kg N/ha (slika 12).



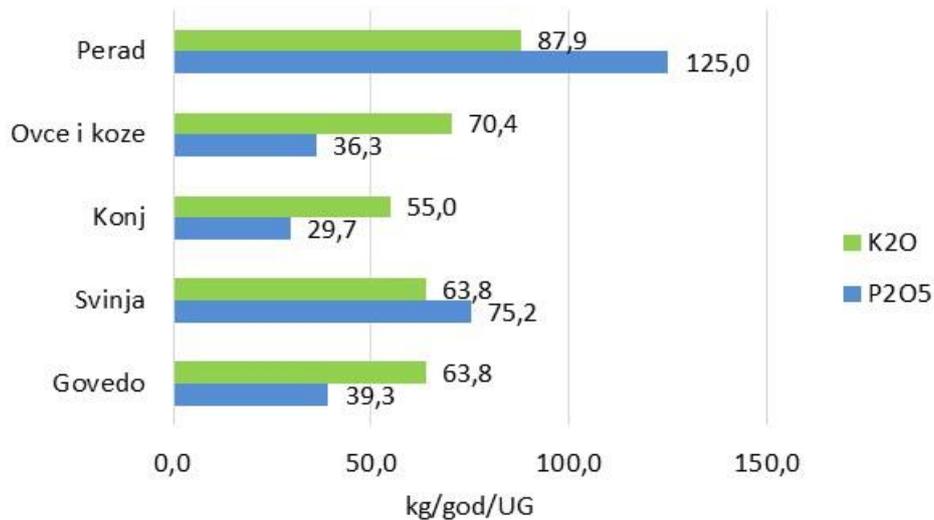
Slika 11. Količina N/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta po općinama u RH



Slika 12. Raspored farmi u nizinskom dijelu Varaždinske županije i prosječno opterećenje N/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta

6.3.5.2 Fosfor

Fosfor predstavlja drugi po važnosti element za onečišćenje voda koji se stajskim gnojem iznosi na poljoprivredni površine. Njegova količina u gnoju ponajviše ovisi o vrsti životinja te njegovom udjelu i razini apsorpcije iz stočne hrane. Poznato je da monogastrične životinje ne posjeduju enzim fitazu i slabo iskorištavaju P iz žitarica pa se najveći dio toga P izlučuje ekskrementima u okoliš. Za razliku od njih preživači imaju sposobnost iskorištavanja P iz biljaka (fitinski fosfor) uz pomoć mikrobne populacije buraga što rezultira manjom količinom izlučenog P 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 (hranidbi). Perad je skupina životinja koja godišnje izlučuje najveću količinu P, zatim slijede svinje, goveda, ovce i koze te kopitari (grafikon 12).



Grafikon 12. Prosječna godišnja količina P i K (izraženo u kg P₂O₅ i K₂O po UG godišnje) koju domaće životinje izlučuju ekskrementima (ASAE, 2005)

Korištenjem vrijednosti o godišnjoj količini P₂O₅ koju izlučuju pojedine kategorije životinja (Statistic Netherlands, 2012; ASAE, 2003) i temeljem njihova broja u 2012. godini procijenjena je količina izlučenog P₂O₅ ekskrementima. Budući da P₂O₅ nije podložan gubicima tijekom skladištenja i primjene, količina izlučenog P₂O₅ ujedno predstavlja i količinu koja dopijeva na poljoprivredno zemljište. Procjena je da se u RH godišnje proizvede ukupno oko 24.000 tona P₂O₅.

Veliki udio goveda koja izlučuju manje količine P₂O₅ (39,3 kg/god/UG) nego svinje (75 kg/god/UG) i perad (125 kg/god/UG) rezultirao je nižom količinom procijenjenog P₂O₅ od očekivanog. Tome je doprinio i veliki broj svinja i peradi iz velikih proizvodnih sustava koji izlučuju značajno manje P₂O₅ u ekskrementima u odnosu na one držane u ekstenzivnim uvjetima što je rezultat upotrebe dodataka u hranu koji poboljšavaju efikasnost iskorištavanja P iz hrane.

Za razliku od P, K iz stajskog gnoja ne predstavlja veću opasnost za onečišćenje voda. Količina izlučenog K u ekskrementima znatno više ovisi o njegovu sadržaju u hrani za životinje negoli o samoj vrsti domaćih životinja. Preživači (goveda, ovce i koze) koji hranom unose velike količine kalija (kalijem bogata voluminozna krma – paša, leguminoze, kukuruzna silaža itd.) izlučuju godišnje najveće količine K. Tako količina K izražena kao K₂O koju izlučuju mliječne krave može varirati od 75 do 120 kg K₂O ovisno o načinu ishrane (ASAE, 2003;

Statistics Netherland, 2012). Izlučivanje K ekskrementima u ostalih vrsta životinja manje je podložno variranju zbog ujednačenijeg načina ishrane i manjeg sadržaja K u hrani.

Primjenjujući istu metodologiju izračuna i standarde kao za P_2O_5 (Statistic Netherlands, 2012) količina proizvedenog K_2O iznosila bi oko 73.000 tona. Relativno visoke vrijednosti procijenjenog K_2O u odnosu na N i P_2O_5 rezultat su velikog udjela goveda u ukupnom broju životinja (UG) kao vrste koja izlučuje najviše K_2O u ekskrementima kao i korištenja visokih godišnjih vrijednosti izlučenog K_2O za goveda, posebice mliječne krave (>110 kg/god/kravi). Preliminarni rezultati istraživanja temeljeni na analizi obroka i stupnja iskoristivosti hrane ukazuju da u uvjetima RH godišnje vrijednosti izlučenog K_2O kod mliječnih krava su znatno niže (<80 kg/god/kravi). Navedeno nameće potrebu izračuna godišnjih vrijednosti izlučenog K_2O i za ostale vrste i kategorije domaćih životinja koje bi bile primjenjive u uvjetima RH.

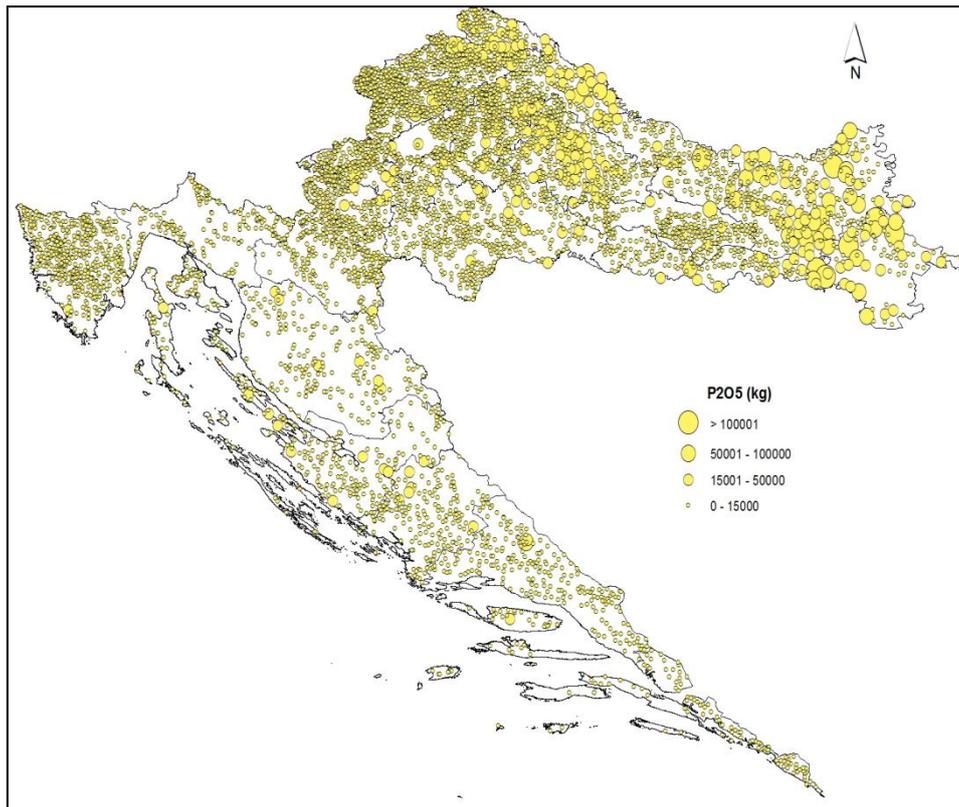
Korištenje godišnjih vrijednosti izlučenih P_2O_5 i K_2O iz drugih zemalja može stoga dovesti do određene nesigurnosti u procjeni. Navedeno potvrđuje činjenica da se rezultati ranijih procjena (Znaor, 2011) koje su temeljene na vrijednostima za godišnju količinu izlučenog P_2O_5 i K_2O iz drugih izvora (LNV, 2003; MAFF, 2000 citirano u Znaor, 2011.) razlikuju od procijenjenih u ovoj analizi.

Tablica 8. Procijenjena količina P_2O_5 (t/god) koja se iznosi gnojem u odnosu na poljoprivredne površine

	P_2O_5 (t/god)	Kg P_2O_5 /ha korištenog zemljišta	Kg P_2O_5 /ha obradivog zemljišta
BJELOVARSKO-BILOGORSKA	2.575,79	24,63	31,21
BRODSKO-POSAVSKA	1.144,81	12,11	12,82
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	90,91	2,5	7,38
GRAD ZAGREB	148,58	7,38	11,72
ISTARSKA	435,5	7,42	16,51
KARLOVAČKA	693,03	7,82	19,86
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	2.203,34	23,1	32,92
KRAPINSKO-ZAGORSKA	795,52	12,9	19,13
LIČKO-SENJSKA	724,19	6,56	35,91
MEĐIMURSKA	1.069,17	22,49	30,24
OSJEČKO-BARANJSKA	3.564,38	16,99	17,35
POŽEŠKO-SLAVONSKA	633,73	8,34	10,30
PRIMORSKO-GORANSKA	267,16	5,62	70,03
SISAČKO-MOSLAVAČKA	1.545,26	9,58	20,91
SPLITSKO-DALMATINSKA	636,57	6,6	26,15
ŠIBENSKO-KNINSKA	500,74	5,07	46,53
VARAŽDINSKA	1.384,53	24,09	35,19
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	961,06	9,71	11,30
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	1.936,04	14,63	14,95
ZADARSKA	713,72	5,52	54,73
ZAGREBAČKA	1.977,23	30,21	41,55
HRVATSKA	24.001,27	12,69	21,50

Količina izlučenog P_2O_5 u odnosu na korišteno poljoprivredno zemljište iznosi svega 12,69 kg/ha. Navedena količina P_2O_5 znatno je niža od procijenjenih vrijednosti za EU-27 (42 kg/ha) odnosno prosječnih vrijednosti u RH za razdoblje 2000.-2008. (37 kg/ha; Znaor, 2011) procijenjenih drugačijom metodologijom.

U odnosu na prostorni raspored najveća količina P_2O_5 po jedinici površine korištenog poljoprivrednog zemljišta se iznosi u Zagrebačkoj (30,2 kg/ha), Varaždinskoj (24 kg/ha) te Međimurskoj i Bjelovarsko-bilogorskoj županiji, područjima s intenzivnom peradarskom proizvodnjom koja izlučuje ekskrementima i najveću količinu P_2O_5 .



Slika 13. Raspodjela fosfora (izraženo u kg P₂O₅) iz stajskog gnoja u RH po naseljima

6.3.5.3 Utjecaj bioplinskih postrojenja na smanjenje pritiska iz stočarske proizvodnje

Stajski gnoj predstavlja vrlo dobru sirovinu za proizvodnju bioplina, a bioplinska postrojenja predstavljaju vrlo efikasan način zbrinjavanja velikih količina stajskog gnoja. Ovo je naročito važno za velike sustave gdje se drži veliki broj životinja na malom prostoru i pri tome proizvodi velika količina tekućeg gnoja (gnojovke). U RH su u 2012. godini bila u pogonu četiri bioplinska postrojenja ukupne instalirane snage 7 MWh na četiri lokacije, po dvije u Osječko-baranjskoj i Vukovarsko-srijemskoj županiji. Sva četiri postrojenja rade u sklopu velikih proizvodnih sustava i locirane su u blizini velikih farmi. Procjenjuje se da se u navedenim postrojenjima obrađuje gnoj od oko 9.000 UG grla (pretežno goveda) odnosno oko 665 tona N iz stajskog gnoja (tablica 9).

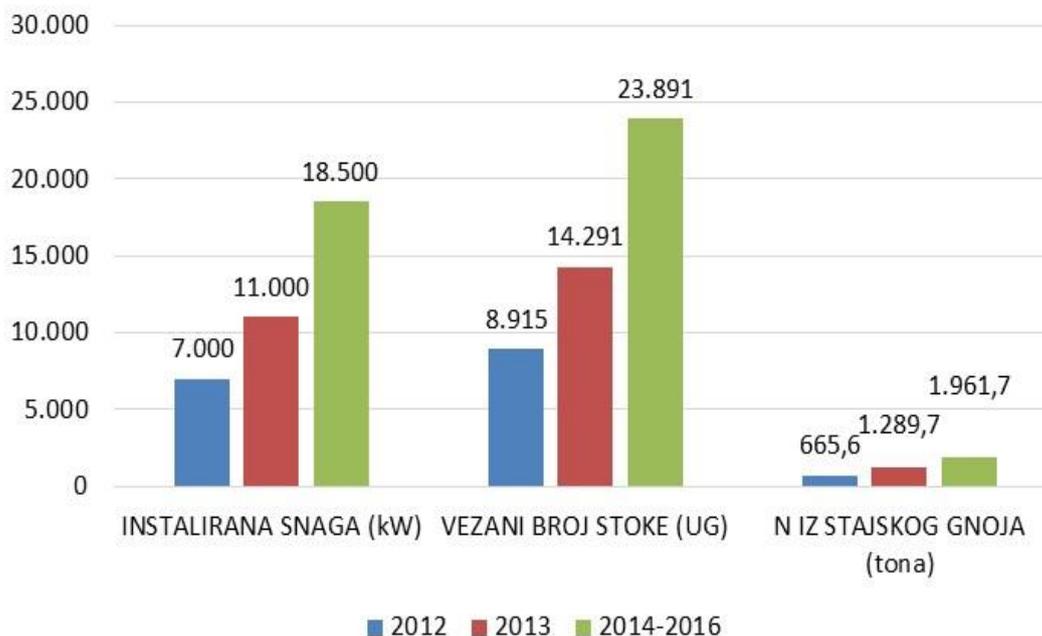
Tablica 9. Bioplinska postrojenja i na njih vezana stočarska proizvodnja u 2012. godini.

Županija	Instalirana snaga	Vezani broj stoke	Dušik (N) iz stoč. proizv.*
	MWh	UG	t/god
OSJEČKO-BARANJSKA	4	4.700,7	353,30
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	3	4.214,2	312,25
UKUPNO HRVATSKA	7	8.914,9	665,55

UG – uvjetno grlo, usporedna vrijednost domaćih životinja svedena na masu od 500 kg

* - količina dušika koja putem gnoja (ekskrementi) ulazi u bioplinsko postrojenje

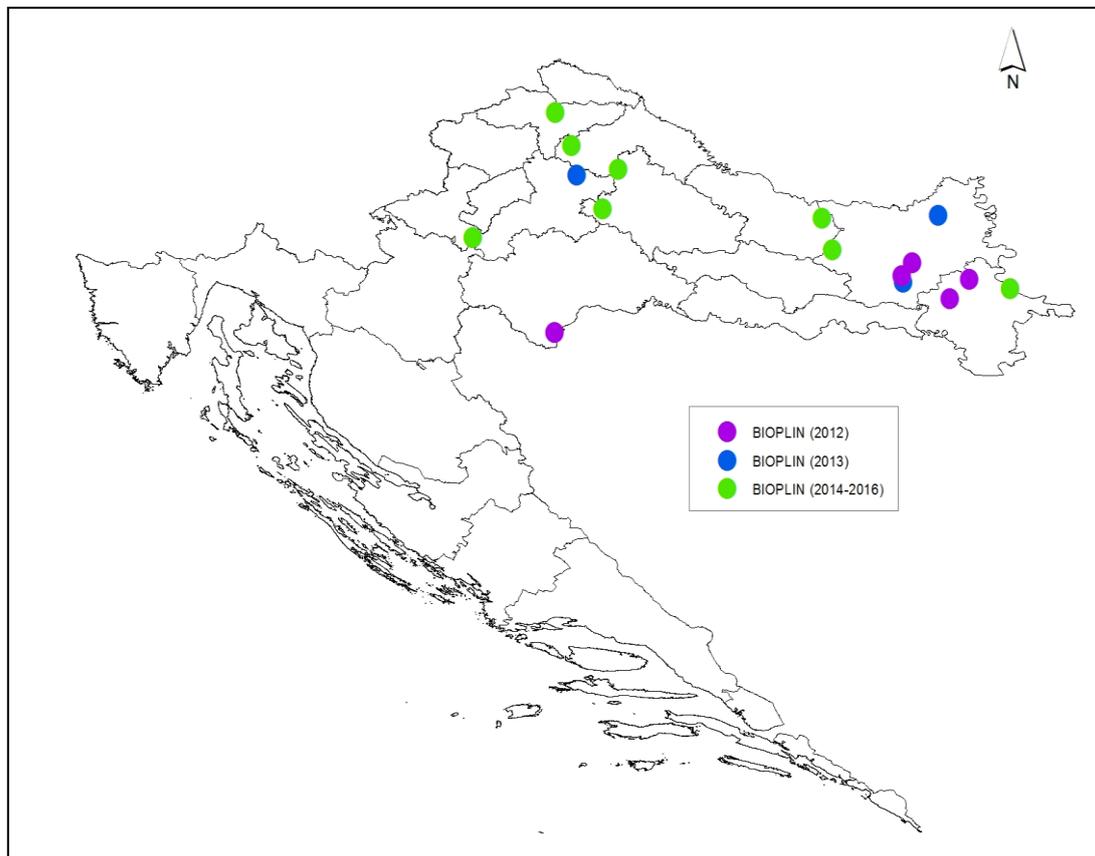
U 2013. godini u pogon je pušteno još dodatnih 4 MWh instalirane snage bioplinskih postrojenja, za koje se procjenjuje da je na njih vezano 5.376 UG, odnosno u njima završi oko 624,17 t N iz stajskog gnoja. Hrvatski operator tržišta energije (HROTE) sklopio je ugovore za povlaštenu otkup električne energije za dodatnih osam bioplinskih postrojenja ukupne snage 7,537 MWh za koje je planirano da će biti izgrađene do kraja 2016. godine. U grafikonu 13 prikazane su kumulativne vrijednosti instalirane snage bioplinskih postrojenja i procijenjena količina N koja dopijeva u njih stajskim gnojem za razdoblje 2012. - 2016. godine.



Grafikon 13. Bioplinska postrojenja i na njih vezana stočarska proizvodnja za razdoblje 2012. – 2016. godine

Iako se ne očekuje da će bioplinska postrojenja imati utjecaja na smanjenje količine N po ha korištenog poljoprivrednog zemljišta na razini RH, veći značaj se očekuje lokalno s obzirom na smanjenje pritiska iz velikih farmi na okolno poljoprivredno zemljište. Procjenjuje

se da će na kraju 2016. g. najmanje 1 kg N iz stajskog gnoja, umjesto da bude iznesen izravno na korišteno poljoprivredno zemljište stajskim gnojem, završiti u bioplinskom postrojenju. Prostorni raspored bioplinskih postrojenja (slika 9) pokazuje da se ona nalaze u pravilu u istočnim županijama (Osječko-baranjskoj i Vukovarsko-srijemskoj), na područjima gdje se nalaze najveće farme.



Slika 14. Lokacije bioplinskih postrojenja u RH u 2012., 2013 i planirano za razdoblje 2014-2016.

6.4 Zaključak

Stočarsku proizvodnju u RH karakterizira mali broj životinja u odnosu na korišteno poljoprivredno zemljište (0,39 UG/ha) koje su raspršene na velikom broju malih farmi. Više od 80 % svih farmi u RH ima manje od 5 UG stoke, a njih čak 95 % manje od 20 UG.

Goveda čine blizu 62% ukupnog broja stoke izraženih kao UG i proizvode više od 70 % ukupne količine gnoja u RH. Zajedno sa svinjama izlučuju više od 75 % ukupno proizvedene količine N.

S količinom N od 24,8 kg/ha korištenog poljoprivrednog zemljišta stočarska proizvodnja ne predstavlja značajniji izvor pritisaka na vode u RH. Izuzetak mogu biti područja s velikom koncentracijom stoke i u blizini velikih farmi na koje se češće i u većim količinama iznosi stajski gnoj.

Bioplinska postrojenja koja koriste velike količine stajskog gnoja za svoj rad kao supstrata, značajno doprinose smanjenju pritisaka na okolne poljoprivredne površine u takovim područjima.

Uz prisutan trend smanjenja broja stoke i podizanje standarda pri manipulaciji gnojem 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 (2013): Poljoprivredna proizvodnja u 2012, Statistička izvješća, 1845; Zagreb

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

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

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 (2011): Agriculture and fisheries statistics.

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/themes>

EUROSTAT (2012): Agriculture and fisheries statistics, Main results – 2010-11

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-FK-12-001/EN/KS-FK-12-001-EN.PDF

Eurostat (2013): Agriculture, forestry and fishery statistics: Special focus —the structure of agriculture in Croatia

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 pritisaka poljoprivrede na vodne resurse i more na području Republike Hrvatske. Zagreb, Agronomski fakultet.

NN (2008): Pravilnik o korištenju gnojiva u dobroj poljoprivrednoj praksi, Narodne Novine broj 56/08

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 pritisaka poljoprivrede na vodne resurse i more na području Republike Hrvatske. 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 SIMULACIJA PRIMJENE I. AKCIJSKOG PROGRAMA ZAŠTITE VODA OD ONEČIŠĆENJA UZROKOVANIH NITRATIMA POLJOPRIVREDNOG PODRIJETLA

Autori:

Prof. dr. sc. Zdenko Lončarić, Sveučilište Josip Juraj Strossmayer Poljoprivredni fakultet
Osijek, Zavod za agroekologiju

Prof. dr. sc. Milan Poljak, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za ishranu bilja

7.1 Uvod

Poljoprivredne aktivnosti su značajan antropogeni faktor koji pridonosi kontaminaciji otvorenih vodotoka i podzemnih voda. Povišene koncentracije nitrata u vodi za piće mogu uzrokovati razne bolesti poput methemoglobinemije kod djece, ali i karcinoma probavnog trakta. Stoga je WHO odredila maksimalno dopuštenu koncentraciju nitrata 10 mg/l NO_3^- . Dušik je esencijalni biogeni element čijom primjenom se znatno pospješuje prinos svih kultura, posebice na tlima s niskom razinom dušika. Upravo stoga je širom svijeta raširena primjena dušičnih gnojiva kako bi se povećala produktivnost usjeva. Međutim, kada se dušična gnojiva primjenjuju u količinama koje premašuju potrebe usjeva ili kapacitet tla za denitrifikaciju postoji potencijalno visoki rizik od gubitaka dušika ispiranjem u podzemne vode, uglavnom u nitratnom obliku koji je lako mobilan i slabo adsorbiran na koloidne čestice tla. Tako se pogrešna praksa u primjeni posebice prekomjernih količina dušika iz mineralnih i/ili organskih gnojiva s vremenom javlja kao difuzni ne-točkasti izvor onečišćenja voda nitratima. Pored toga, u brojnim istraživanjima potvrđeno je da točkasti izvori onečišćenja vode nitratima mogu biti lagune i septičke jame.

7.1.1 Cilj

Zadatak u izradi ovom dijelu studije je napraviti model procjene pritiska iz poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda u RH na temelju načina korištenja poljoprivrednih površina i podataka o potrošnji dušika iz osnovnih izvora mineralnih i organskih gnojiva.

7.1.2 Metodologija izračuna

Koristeći izvorne podatke o ukupnoj količini dušika iz organskih i mineralnih gnojiva, podatke o površini i pripadajućoj poljoprivrednoj kulturi po županijama dobivena je osnova za izračun i procjenu rizika od onečišćenja voda potencijalnim ostacima dušika iz biljne proizvodnje kao ne-točkastog izvora. Izračunate količine ukupnog unosa dušika po kulturama usporedili smo s dopuštenim količinama unosa dušika po kulturama Dodatak II I. Akcijskog programa zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla (tablica 1).

Nakon provedbe analize predmetnom metodologijom izrade utvrđene su površine i kulture na razini županija u kojih je potencijalni rizik za onečišćenje vode nitratima nizak, srednji i visok. Na površinama koje su evidentirane kao prekomjerno gnojene dušikom potrebno je provesti preventivne mjere u cilju sprječavanja pojave rizika od onečišćenja vode nitratima. Točna kvantifikacija nije moguća bez interaktivnog razmatranja načina korištenja, načina unosa dušika i količine, dinamike dušika u tlu te fizikalno mehaničkih karakteristika tla (Lončarić i sur., 2009 i 2014, Poljak i sur., 2012).

Objektivni koncept primijenjen u ovom dijelu studije temelji se na razlici u količini unosa dušika iz različitih izvora i dopuštenih količina dušika po biljnim vrstama iz dodatka 2.

Uvjetno je dakle pritisak iz poljoprivrede u onečišćenju vode odraz procjene ukupnog unosa dušika u tlo gnojidbom organskim i mineralnim gnojivima kao primarnim izvorima dušika ne računajući procese u tlu, depoziciju iz zraka, navodnjavanje, leguminoze u komparaciji sa podacima o dopuštenim količinama unosa dušika kg/ha.

Tablica 1. Biljne vrste i dopuštena količina kg N/ha (Dodatak II I. Akcijskog programa zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla)

Biljna vrsta	Maksimalno dopuštena količina N (MDK N) u kg/ha
2-kosni travnjak	170
3-kosni travnjak	240
4-kosni travnjak	320
Pašno-košna uporaba	240
Djeteline i djetelinske mješavine	80
Djetelinsko travne mješavine	240
Trave, travne mješavine i DTS	320
Kukuruz za zrno	270
Kukuruz za silažu	270
Krumpir	240
Pšenica	180
Ječam	150
Tritikale	150
Zob	120
Raž	120
Druge žitarice	120
Uljana repica	200
Druge uljarice	80
Hmelj	270
Soja	80
Suncokret	150
Šećerna repa	300
Korjenaste krmne kulture	200
Drugi jednogodišnji usjevi	200
Duhan	80
Voće	150
Masline	100
Drugo voće (jagode, borovnice)	80
Vinova loza	100
Plodovito	250
Korjenasto gomoljasto	170
Lisnato	150
Zeljasto	300
Lukovičasto	120
Poriluk	250
Mahunasto	60

Model procjene utjecaja poljoprivrede na onečišćenje koristi slijedeće ulazne podatke:

1. površine (ha) u poljoprivrednoj proizvodnji ukupno u RH i pojedinačno po županijama
2. površine (ha) u proizvodnji pojedinih grupa usjeva ili pojedinog usjeva, što je prilagođeno postojećim podacima o strukturi sjetve (strne žitarice, kukuruz, krmne kulture, šećerna repa, suncokret, soja, uljarice, duhan, krumpir, kupus, povrće,

vinogradi, voćnjaci, maslinici, livade i pašnjaci) ukupno u RH i pojedinačno po županijama

3. potrošnja dušika u obliku mineralnih gnojiva i u obliku organskih gnojiva u poljoprivrednoj proizvodnji u RH i pojedinačno po županijama
4. potrošnja dušika u obliku mineralnih gnojiva i u obliku organskih gnojiva u proizvodnji pojedinih grupa usjeva ili pojedinog usjeva ukupno u RH i pojedinačno po županijama
5. ukupna potrošnja dušika u poljoprivrednoj proizvodnji u RH i pojedinačno po županijama
6. ukupna potrošnja dušika u proizvodnji pojedinih grupa usjeva ili pojedinog usjeva ukupno u RH i pojedinačno po županijama
7. maksimalno dopuštena ukupna količina dušika (u kg N/ha) u gnojidbi poljoprivrednih biljnih vrsta prema Dodatku II I. Akcijskog programa zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla (tablica 1)

Model procjene utjecaja poljoprivrede na onečišćenje pomoću navedenih ulaznih podataka rezultira slijedećim novim podacima:

1. prihvatni kapaciteti gnojidbe dušikom po županijama
2. bilance trenutne gnojidbe dušikom po županijama
3. preostali kapaciteti povećanja gnojidbe dušikom po županijama
4. ukupni prihvatni kapaciteti gnojidbe dušikom u RH prema vrsti usjeva
5. bilance trenutne gnojidbe dušikom u RH prema vrsti usjeva
6. preostali kapaciteti povećanja gnojidbe dušikom u RH prema vrsti usjeva
7. prihvatni kapaciteti i bilance gnojidbe dušikom prema vrsti usjeva po županijama.

7.1.2.1 Prihvatni kapaciteti gnojidbe dušikom (PKG N)

Ukupni prihvatni kapaciteti gnojidbe dušikom u RH (PKG N_{RH}) modelom (Lončarić i sur., 2006) su prikazani kao suma prihvatnih kapaciteta po županijama (**PKG N_z**):

$$PKG N_{RH} = \sum_{z=1}^{21} PKG N_z$$

Prihvatni kapaciteti gnojidbe dušikom po županijama (PKG N_z) predstavljaju sumu svih umnožaka utvrđene površine (P_g) grupe usjeva ili usjeva (ukupno 16 grupa ili usjeva) pojedine županije i maksimalno dopuštene ukupne količine dušika (MDK N_g) u gnojidbi pripadajućeg usjeva (prema podacima u tablici 1, odnosno tablici 2).

$$PKG N_z = \sum_{g=1}^{16} P_g \times MDK N_g$$

Model procjene utjecaja poljoprivrede na onečišćenje uključuje tri različita scenarija gnojidbe u poljoprivrednoj proizvodnji (Lončarić i sur., 2009 i 2014):

1. Maksimalni
2. Prosječni
3. Minimalni

Navedeni scenariji međusobno se razlikuju po gnojidbi prilagođenoj različitoj strukturi usjeva unutar svake od 16 grupa usjeva:

1. maksimalni scenarij predviđa 100 %-tnu zastupljenost usjeva najveće vrijednosti maksimalno dopuštene gnojidbe dušikom unutar određene grupe usjeva (npr. 100 %-tna zastupljenost pšenice unutar površina strnih žitarica neke županije),
2. prosječni scenarij predviđa određenu kombinaciju zastupljenosti usjeva unutar iste grupe koji imaju različite vrijednosti maksimalno dopuštene gnojidbe dušikom (npr. podjednaka zastupljenost pšenice, ječma i ostalih žitarica unutar površina strnih žitarica neke županije)
3. minimalni scenarij predviđa 100 %-tnu zastupljenost usjeva najmanje vrijednosti maksimalno dopuštene gnojidbe dušikom unutar određene grupe usjeva (npr. 100 %-tna zastupljenost raži i zobi bez pšenice, ječma i pšenoraži unutar površina strnih žitarica neke županije) ili scenarij pretežite zastupljenosti usjeva nižih vrijednosti maksimalno dopuštene gnojidbe dušikom unutar određene grupe usjeva (npr. pretežno raž i zob, uz nešto ječma i pšenice).

Uporabom prikazanih scenarija strukture sjetve utvrđene su nove vrijednosti maksimalno dopuštene gnojidbe dušikom za 6 grupa usjeva:

1. strne žitarice (pšenica, ječam, pšenoraž, raž, zob, ostale žitarice)

2. krmni usjevi (djeteline i djetelinske mješavine, djetelinsko travne mješavine, trave, travne mješavine i DTS)
3. uljarice (uljna repica i druge uljarice)
4. povrće (plodovito, korjenasto, gomoljasto, lisnato, zeljasto, lukovičasto, poriluk, mahunasto)
5. voće (voće i drugo voće – jagode i borovnice)
6. livade (2-kosni travnjak, 3-kosni travnjak, 4-kosni travnjak)

Za preostalih 10 grupa vrijednosti dopuštene gnojidbe dušikom su nepromijenjene neovisno o strukturi sjetve unutar grupe usjeva (tablica 2). Razlog istih vrijednosti unutar grupe usjeva prema navedenim scenarijima može biti:

1. jednake vrijednosti maksimalno dopuštene gnojidbe dušikom unutar grupe usjeva neovisno o različitim sustavima uzgoja (merkantilni i silažni kukuruz; različite sorte i sustavi uzgoja vinove loze; različite sorte i sustavi uzgoja masline; različiti sastavi i sustavi uporabe pašnjaka)
2. samo jedna biljna vrsta umjesto grupe usjeva, tj. površine su utvrđene za pojedinu vrstu, a ne za grupu usjeva (šećerna repa, soja, suncokret, duhan, krumpir, kupus)

Dakle, kod navedenih su grupa (4) i usjeva (6) dopuštene gnojidbe dušikom identične neovisno o scenariju strukture sjetve (tablica 2). Posljedično, različitim scenarijima strukture sjetve i dopuštene gnojidbe za svaku je županiju, grupu usjeva i RH u cjelini modelom moguće prikazati:

1. **Maksimalni prihvatni kapacitet gnojidbe dušikom** županije (**MAX PKG N_z**), grupe usjeva (**MAX PKG N_g**) i RH u cijelosti (**MAX PKG N_{RH}**)
2. **Prosječni prihvatni kapacitet gnojidbe dušikom** županije (**AVG PKG N_z**), grupe usjeva (**AVG PKG N_g**) i RH u cijelosti (**AVG PKG N_{RH}**)
3. **Minimalni prihvatni kapacitet gnojidbe dušikom** županije (**MINPKG N_z**), grupe usjeva (**MIN PKG N_g**) i RH u cijelosti (**MIN PKG N_{RH}**)

Tablica 2. Dopuštene količine kg N/ha prema scenarijima strukture sjetve i gnojidbe

Biljna vrsta ili grupa (MDK N u kg/ha)	Scenarij			Scenarij		
	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG	MIN
	Udio (%) u strukturi sjetve grupe			Dopuštena količina N u kg/ha		
2-kosni travnjak (170)	-	33	100			
3-kosni travnjak (240)	-	33	-			
4-kosni travnjak (320)	100	33	-			
Livade				320	243	170
Pašno-košna uporaba (240)	100	100	100			
Pašnjaci				240	240	240
Djeteline i djetelinske mješavine (80)	-	33	50			
Djetelinsko travne mješavine (240)	-	33	50			
Trave, travne mješavine i DTS (320)	100	33	-			
Krmni usjevi				320	213	160
Kukuruz za zrno (270)	100	50	-			
Kukuruz za silažu (270)	-	50	100			
				270	270	270
Krumpir (240)	100	100	100	240	240	240
Pšenica (180)	100	33	-			
Ječam (150)	-	17	-			
Pšenoraž (150)	-	16	-			
Zob (120)	-	11	33			
Raž (120)	-	11	33			
Druge žitarice (120)	-	11	33			
Strne žitarice				180	150	120
Uljana repica (200)	100	50	33			
Druge uljarice (80)	-	50	67			
Uljarice				200	140	120
Soja (80)	100	100	100	80	80	80
Suncokret (150)	100	100	100	150	150	150
Šećerna repa (300)	100	100	100	300	300	300
Duhan (80)	100	100	100	80	80	80
Voće (150)	100	50	-			
Drugo voće - jagode, borovnice (80)	-	50	100			
				150	115	80
Masline (100)	100	100	100	100	100	100
Vinova loza (100)	100	100	100	100	100	100
Zeljasto (300)	100	100	100			
Kupus				300	300	300
Plodovito (250)	80	10	-			
Korjenasto gomoljasto (170)	-	20	-			
Lisnato (150)	-	20	-			
Lukovičasto (120)	-	20	-			
Poriluk (250)	20	10	-			
Mahunasto (60)	-	20	100			
Povrće				250	150	60

7.1.2.2. Bilance trenutne gnojidbe dušikom (BIL N)

Bilancia trenutne gnojidbe dušikom po županijama (BIL N_z) je razlika procijenjene ukupne potrošnje dušika u županiji (UN_z) i prihvatnog kapaciteta gnojidbe dušikom po županijama (PKG N_z):

$$BIL N_z = UN_z - PKG N_z$$

Očekivano su bilance gnojidbe dušikom **negativne vrijednosti** jer je ukupna potrošnja dušika u županiji manja od prihvatnog kapaciteta županije. Prema korištenim scenarijima maksimalne, prosječne i minimalne gnojidbe u poljoprivrednoj proizvodnji, također su prikazane **maksimalna (MAXBIL N_z)**, **prosječna (AVGBIL N_z)** i **minimalna (MIN BIL N_z) bilanca trenutne gnojidbe dušikom po županijama:**

$$MAX BIL N_z = UN_z - MAX PKG N_z$$

$$AVG BIL N_z = UN_z - AVG PKG N_z$$

$$MIN BIL N_z = UN_z - MIN PKG N_z$$

Navedene bilance gnojidbe dušikom po županijama korištene su kao polazne vrijednosti za izračun **maksimalne (MAXBIL N_{RH})**, **prosječne (AVGBIL N_{RH})** i **minimalne (MINBIL N_{RH}) bilance trenutne gnojidbe dušikom u RH:**

$$MAX BIL N_{RH} = \sum_{z=1}^{21} MAX BIL N_z$$

Bilancia trenutne gnojidbe dušikom prema vrsti usjeva (BIL N_g) je razlika procijenjene ukupne potrošnje dušika u proizvodnji određene grupe usjeva (UN_g) i prihvatnog kapaciteta gnojidbe dušikom svih površina u RH navedene grupe usjeva (PKG N_g):

$$BIL N_g = UN_g - PKG N_g$$

Također su prikazane **maksimalna (MAXBIL N_g)**, **prosječna (AVGBIL N_g)** i **minimalna (MIN BIL N_g) bilanca trenutne gnojidbe dušikom prema vrsti usjeva:**

$$MAX BIL N_g = UN_g - MAX PKG N_g$$

$$AVG BIL N_g = UN_g - AVG PKG N_g$$

$$MIN BIL N_g = UN_g - MIN PKG N_g$$

Navedene su bilance prikazane kako za sve poljoprivredne površina u RH ukupno, tako i za svaku pojedinu županiju.

7.1.2.3. Preostali kapaciteti povećanja gnojidbe dušikom (KPG N)

Preostali kapacitet povećanja gnojidbe dušikom prema vrsti usjeva (KPG N_g) je razlika maksimalno dopuštene količine dušika (**MDK N**) u gnojidbi usjeva ili grupe usjeva (različite vrijednosti za scenarije maksimalne, prosječne i minimalne gnojidbe) i kvocijenta ukupne potrošnje dušika u gnojidbi grupe usjeva ili usjeva (**UN_g**) i utvrđene površine (**P_g**) usjeva ili grupe usjeva. Preostali su kapaciteti povećanja gnojidbe dušikom izraženi u kg/ha, a izračunati su za svaku grupu usjeva za površine pojedine županije ili za ukupne površine RH:

$$KPG N_{g(z)} = MDK N_g - \frac{UN_{g(z)}}{P_{g(z)}}$$

Prema korištenim scenarijima maksimalne, prosječne i minimalne gnojidbe u poljoprivrednoj proizvodnji (Lončarić i sur., 2009), prikazani su **maksimalni (MAX KPGN_g)**, **prosječni (AVG KPGN_g)** i **minimalni (MINKPN_g) preostali kapacitet povećanja gnojidbe dušikom** prema vrsti usjeva po županijama i prosječno za cijelu RH:

$$MAX KPG N_{g(RH)} = MAX MDK N_g - \frac{UN_{g(RH)}}{P_{g(RH)}}$$

$$AVG KPG N_{g(RH)} = AVG MDK N_g - \frac{UN_{g(RH)}}{P_{g(RH)}}$$

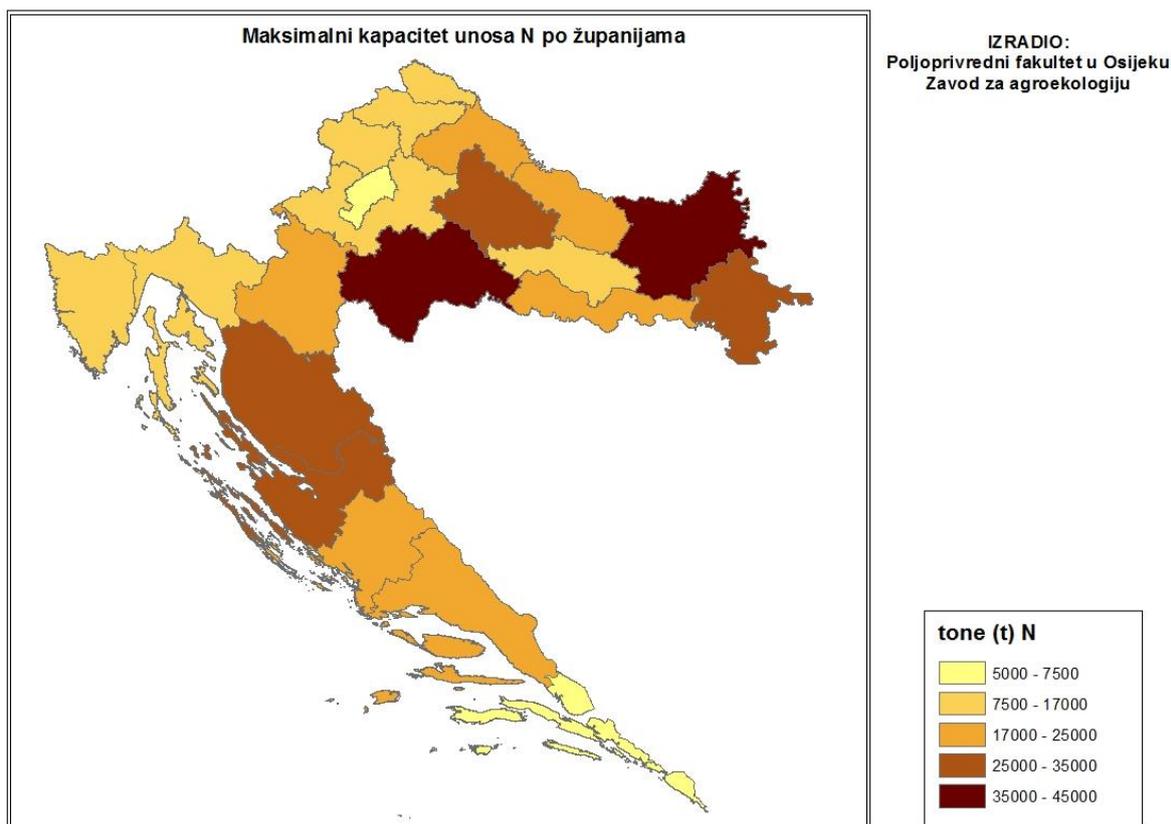
$$MIN KPG N_{g(RH)} = MIN MDK N_g - \frac{UN_{g(RH)}}{P_{g(RH)}}$$

7.2 Prihvatni kapaciteti i bilance gnojidbe dušikom po županijama

7.2.1 Prihvatni kapaciteti gnojidbe dušikom po županijama

Prihvatni kapaciteti gnojidbe dušikom u svim su županijama veći od procijenjene ukupne potrošnje dušika. što se odnosi, kako na maksimalni prihvatni kapacitet unosa, tako i na prosječni i minimalni kapacitet unosa dušika na proizvodnim površinama svake pojedine županije.

Najveći maksimalni prihvatni kapacitet gnojidbe dušikom utvrđen je za Osječko-baranjsku županiju (9,83 % ukupnog prihvatnog kapaciteta RH) i Sisačko-moslavačku županiju (9,24 %), a najmanji za Grad Zagreb (1,14 %) i Dubrovačko-neretvansku županiju (1,62 %) (slika 1).



Slika 1. Maksimalni prihvatni kapaciteti za dušik (u t N) po županijama

Isti su odnosi županija i po prosječnom prihvatnom kapacitetu (Osječko-baranjska županija 9,79 % ukupnog prihvatnog kapaciteta RH, Sisačko-moslavačka županija 9,31 %, te Grad Zagreb 1,13 % i Dubrovačko-neretvanska županija 1,75 %), te minimalnom prihvatnom kapacitetu gnojidbe dušikom (tablica 3).

Tablica 3 . Ukupne potrošnje i kapaciteti unosa dušika (t N) po županijama

Županija	Ukupna potrošnja	Maksimalni kapacitet unosa	Prosječni kapacitet unosa	Minimalni kapacitet unosa
Bjelovarsko-bilogorska	15.542	26.462	23.140	20.430
Brodsko-posavska	13.104	21.285	19.053	17.221
Dubrovačko-neretvanska	1.221	7.352	7.142	6.947
Grad Zagreb	1.914	5.171	4.597	4.088
Istarska	3.608	13.451	11.824	10.478
Karlovačka	5.758	23.548	20.605	18.108
Koprivničko-križevačka	13.116	24.587	21.714	19.420
Krapinsko-zagorska	6.589	16.287	14.094	12.249
Ličko-senjska	3.607	30.895	25.745	21.059
Međimurska	6.936	11.984	10.306	8.877
Osječko-baranjska	31.879	44.685	39.834	36.041
Požeško-slavonska	8.595	16.968	14.752	12.931
Primorsko-goranska	825	12.135	11.086	10.129
Sisačko-moslavačka	12.907	41.997	37.907	34.303
Splitsko-dalmatinska	2.810	22.533	21.404	20.488

Šibensko-kninska	1.387	23.458	22.673	21.995
Varaždinska	7.396	14.513	13.185	11.996
Virovitičko-podravska	11.980	22.178	19.253	16.861
Vukovarsko-srijemska	18.561	26.921	24.320	22.232
Zadarska	2.082	31.226	29.883	28.684
Zagrebačka	9.159	16.814	14.459	12.516
UKUPNO	178.976	454.449	406.975	367.054

Procijenjena ukupna potrošnja dušika je na razini >70 % maksimalnih prihvatnih kapaciteta jedino u Osječko-baranjskoj županiji (71,34 %), a u Vukovarsko-srijemskoj (68,95 %) i Brodsko-posavskoj (61,57 %) je na razini 60-70 %. Ukupna je potrošnja dušika u još 7 županija na razini 50-60 % maksimalnih prihvatnih kapaciteta (Bjelovarsko-bilogorska 58,73 %, Međimurska 57,87 %, Zagrebačka 54,47 %, Virovitičko-podravska 54,02 %, Koprivničko-križevačka 53,34 %, Varaždinska 50,96 % i Požeško-slavonska 50,66 %). Preostalih 11 županija odlikuje se razinama gnojidbe <50 % maksimalnih prihvatnih kapaciteta, pri čemu 3 županije u rangu 30-50 % (Krapinsko-zagorska 40,46 %, Grad Zagreb 37,02 % i Sisačko-moslavačka županija 30,73%), dvije županije u rangu 20-30% (Istarska 26,82 % i Karlovačka 24,45 %), a 6 županija u rangu <20 % (Dubrovačko-neretvanska 16,60 %, Splitsko-dalmatinska 12,47 %, Ličko-senjska 11,67 %, Primorsko-goranska 6,80 %, Zadarska 6,67 % i Šibensko-kninska županija 5,91 %).

Poredak je županija vrlo sličan i po prikazu ukupne potrošnje dušika u odnosu na prosječne prihvatne kapacitete županija. U Osječko-baranjskoj županiji gnojidba je na 80,03 % prosječnog prihvatnog kapaciteta županije, a u Vukovarsko-srijemskoj 76,32 %. Ukupna je potrošnja dušika u još 6 županija na razini 60-70 % prosječnih prihvatnih kapaciteta (Brodsko-posavska 68,78 %, Bjelovarsko-bilogorska 67,16 %, Međimurska 67,30 %, Zagrebačka 63,35 %, Virovitičko-podravska 62,22 %, Koprivničko-križevačka 60,40 %), te u 2 županije na razini 50-60% (Požeško-slavonska 58,26 % i Varaždinska 56,09 %). Preostalih je 11 županija opet na razinama gnojidbe <50 % prosječnih prihvatnih kapaciteta, sada 4 županije u rangu 30-50 % (Krapinsko-zagorska 46,75 %, Grad Zagreb 41,64 %, Sisačko-moslavačka 34,05 % i Istarska županija 30,51 %), Karlovačka je županija (27,94 %) ostala u rangu 20-30%, a 6 županija ponovo u rangu <20 % (Dubrovačko-neretvanska 17,09 %, Ličko-senjska 14,01 %, Splitsko-dalmatinska 13,13 %, Primorsko-goranska 7,45 %, Zadarska 6,97 % i Šibensko-kninska županija 6,12 %).

Konačno, poredak je županija prema ukupnoj potrošnji dušika u odnosu na minimalne prihvatne kapacitete županija:

1. 2 županije na razini >80 % (Osječko-baranjska 88,45 % i Vukovarsko-srijemska 83,49 %),
2. 5 županija na razini 70-80 % (Međimurska 78,13 %, Brodsko-posavska 76,10 %, Bjelovarsko-bilogorska 76,07 %, Zagrebačka 73,18 %, Virovitičko-podravska 71,05 %)
3. 3 županije na razini 60-70 % (Koprivničko-križevačka 67,54 %, Požeško-slavonska 66,47% i Varaždinska 61,65 %)
4. 1 županija na razini 50-60 % (Krapinsko-zagorska 53,79 %)
5. 4 županije na razini 30-50 % (Grad Zagreb 46,82 %, Sisačko-moslavačka 37,63 %, Istarska 34,43 % i Karlovačka županija 31,80 %)
6. 6 županija na razini < 20 % (Dubrovačko-neretvanska 17,57 %, Ličko-senjska 17,13 %, Splitsko-dalmatinska 13,72 %, Primorsko-goranska 8,15 %, Zadarska 7,26 % i Šibensko-kninska županija 6,31 %).

7.2.2 Bilance gnojidbe dušikom po županijama

Ukupna bilanca gnojidbe dušikom kao razlika ukupne potrošnje i različitih bilanci unosa dušika po županijama je negativna (tablica 4), što znači da je ukupni unos ili potrošnja manja od maksimalnog, prosječnog i minimalnog prihvatnog kapaciteta unosa dušika u županijama.

Tablica 4. Bilance unosa dušika (t N) po županijama

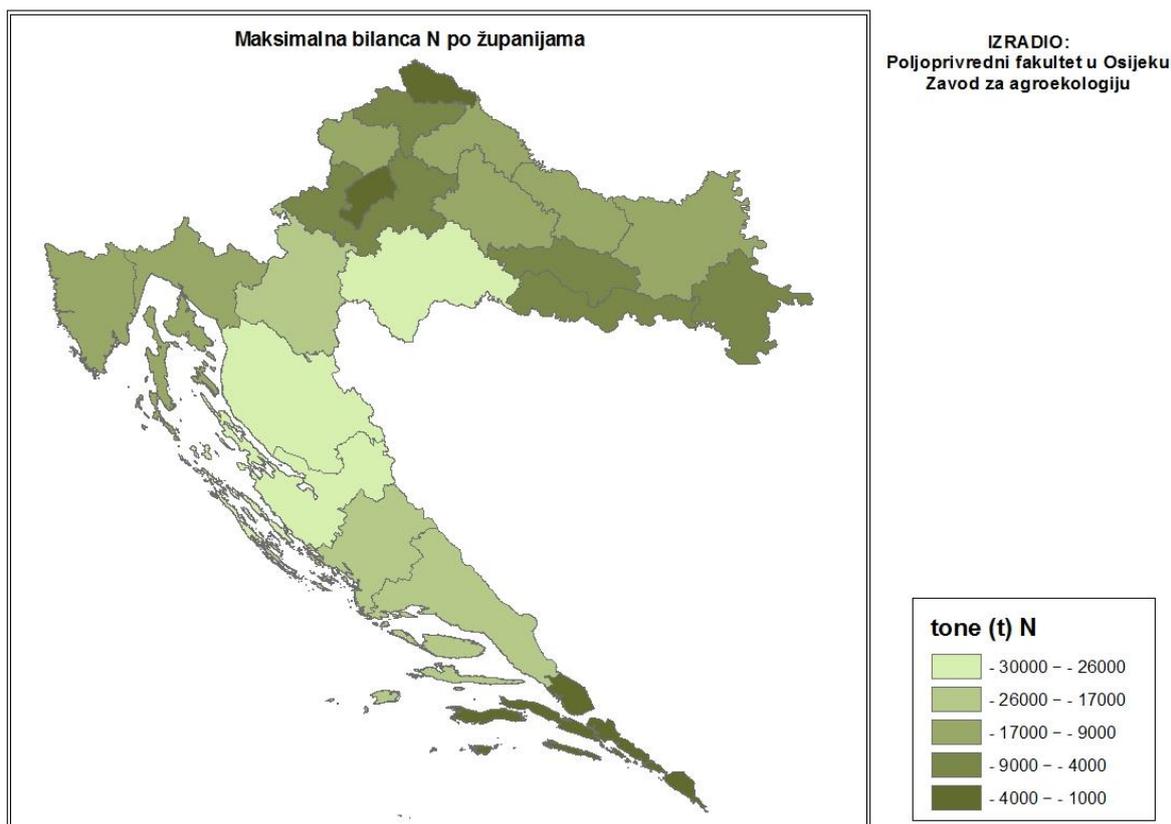
Županija	Maksimalna bilanca unosa	Prosječna bilanca unosa	Minimalna bilanca unosa
Bjelovarsko-bilogorska	-10.920	-7.598	-4.888
Brodsko-posavska	-8.180	-5.948	-4.116
Dubrovačko-neretvanska	-6.131	-5.921	-5.726
Grad Zagreb	-3.257	-2.683	-2.174
Istarska	-9.843	-8.216	-6.870
Karlovačka	-17.790	-14.847	-12.350
Koprivničko-križevačka	-11.471	-8.598	-6.305
Krapinsko-zagorska	-9.698	-7.505	-5.660
Ličko-senjska	-27.288	-22.138	-17.452
Međimurska	-5.048	-3.370	-1.941
Osječko-baranjska	-12.807	-7.956	-4.162

Požeško-slavonska	-8.373	-6.157	-4.336
Primorsko-goranska	-11.310	-10.261	-9.304
Sisačko-moslavačka	-29.090	-24.999	-21.396
Splitsko-dalmatinska	-19.723	-18.594	-17.678
Šibensko-kninska	-22.071	-21.286	-20.608
Varaždinska	-7.116	-5.789	-4.600
Virovitičko-podravska	-10.198	-7.273	-4.881
Vukovarsko-srijemska	-8.360	-5.759	-3.671
Zadarska	-29.144	-27.801	-26.602
Zagrebačka	-7.655	-5.299	-3.357
UKUPNO	-275.473	-227.999	-188.077

Najveća je apsolutna vrijednost maksimalne bilance unosa dušika (slika 2), a po istoj bilanci je do razine maksimalne gnojidbe dušikom propisane Akcijskim planom moguće unositi još dodatnih 275.473 t dušika godišnje na korištenim poljoprivrednim površinama Republike Hrvatske.

Usporedbom prosječnog prihvatnog kapaciteta svih kultura u RH i ukupne potrošnje dušika, utvrđena je prosječna bilanca unosa 17,23 % niže vrijednosti od maksimalne bilance. Međutim, i prema prosječnom je scenariju moguće unositi još 227.999 dodatnih t dušika godišnje.

Minimalna bilanca unosa također pokazuje mogućnost povećanja ukupne gnojidbe sa 188.077 dodatnih t dušika godišnje. Minimalna je bilanca 31,73 % manja od maksimalne bilance, a 17,51 % manja od prosječne bilance.



Slika 2. Maksimalna bilanca unosa dušika (u t N) po županijama

Ukupna je potrošnja dušika 178.976 t, od čega 46.845 t organskog dušika. Izračuni prihvatnih kapaciteta i bilanci gnojidbe ukazuju na mogućnost gotovo dvostrukog (1,98 puta) povećanja ukupne gnojidbe do razine minimalnog prihvatnog kapaciteta, nešto većeg (2,21 puta) povećanja do prosječnog prihvatnog kapaciteta, a 2,47 puta moguće je povećati ukupnu potrošnju dušika uz optimalnu raspodjelu gnojiva prema poljoprivrednim kulturama.

Najveće apsolutne bilance gnojidbe, koje ujedno znače i najveći potencijal povećanja gnojidbe dušikom, utvrđen je u županijama sa značajnim udjelom površina pod livadama i pašnjacima (6 županija). Prema vrijednostima bilance gnojidbe sve županije možemo podijeliti u nekoliko kategorija:

1. 4 županije s bilancom >20.000 t N (Zadarska, Sisačko-moslavačka, Ličko-senjska i Šibensko-kninska županija)
2. 2 županije s bilancom 15.000 – 20.000 t N (Splitsko-dalmatinska i Karlovačka)
3. 5 županija s bilancom 10.000 – 15.000 t N (Osječko-baranjska, Koprivničko-križevačka, Primorsko-goranska, Bjelovarsko-bilogorska i Virovitička županija)

4. 9 županija s bilancom 5.000 – 10.000 t N (Istarska, Krapinsko-zagorska, Požeško-slavonska, Vukovarsko-srijemska, Brodsko-posavska, Zagrebačka, Varaždinska, Dubrovačko-neretvanska i Međimurska županija)
5. 1 županija s bilancom < 5.000 t N (Grad Zagreb).

Potencijalno povećanje gnojidbe dušikom do maksimalnih količina dozvoljenih Akcijskim planom značajno je i radi moguće primjene dopunskih količina organskog dušika iz organskih gnojiva u pojedinim županijama.

Razlike su između županija po navedenom kriteriju vrlo velike, te se kreću od potencijalnog povećanja organske gnojidbe za svega 72 % trenutne organske gnojidbe (Osječko-baranjska županija) do potencijalnog povećanja organske gnojidbe čak 42 puta više od potrošnje u županiji (Dubrovačko-neretvanska županija). Stoga su sve županije podijeljene u nekoliko kategorija:

1. 3 županije s potencijalnim povećanjem organske gnojidbe < 100 % (Osječko-baranjska 72 %, Zagrebačka 92 % i Bjelovarsko-bilogorska 95 %)
2. 4 županije s potencijalnim povećanjem organske gnojidbe 100 - 200 % (Vukovarsko-srijemska 107 %, Koprivničko-križevačka 141 %, Međimurska 141 % i Varaždinska 178 %)
3. 2 županije s potencijalnim povećanjem organske gnojidbe 2-5 puta (Brodsko-posavska 2,45 puta i Virovitičko-podravska 4,25 puta)
4. 4 županije s potencijalnim povećanjem organske gnojidbe 5-10 puta (Krapinsko-zagorska 5,26 puta, Požeško-slavonska 5,63 puta, Sisačko-moslavačka 8,55 puta i Grad Zagreb 9,33 puta)
5. 8 županija s potencijalnim povećanjem organske gnojidbe >10 puta (Istarska 11,77 puta, Karlovačka 12,39 puta, Splitsko-dalmatinska 21,22 puta, Ličko-senjska 24,89 puta, Primorsko-goranska 33,28 puta, Šibensko-kninska 36,06 puta, Zadarska 36,57 puta i Dubrovačko-neretvanska 41,98 puta).

7.2.3 Preostali kapaciteti povećanja gnojidbe dušikom po županijama

Usporedbom trenutne prosječne gnojidbe po županijama u kg/ha dušika i Akcijskim planom dozvoljenih maksimalnih količina gnojidbe dušikom prema strukturi sjetve po županijama, moguće je prikazati preostali kapacitet povećanja unosa dušika u kg/ha za svaku županiju (tablica 5).

Tablica 5. Preostali kapaciteti unosa dušika (kg/ha N) po županijama

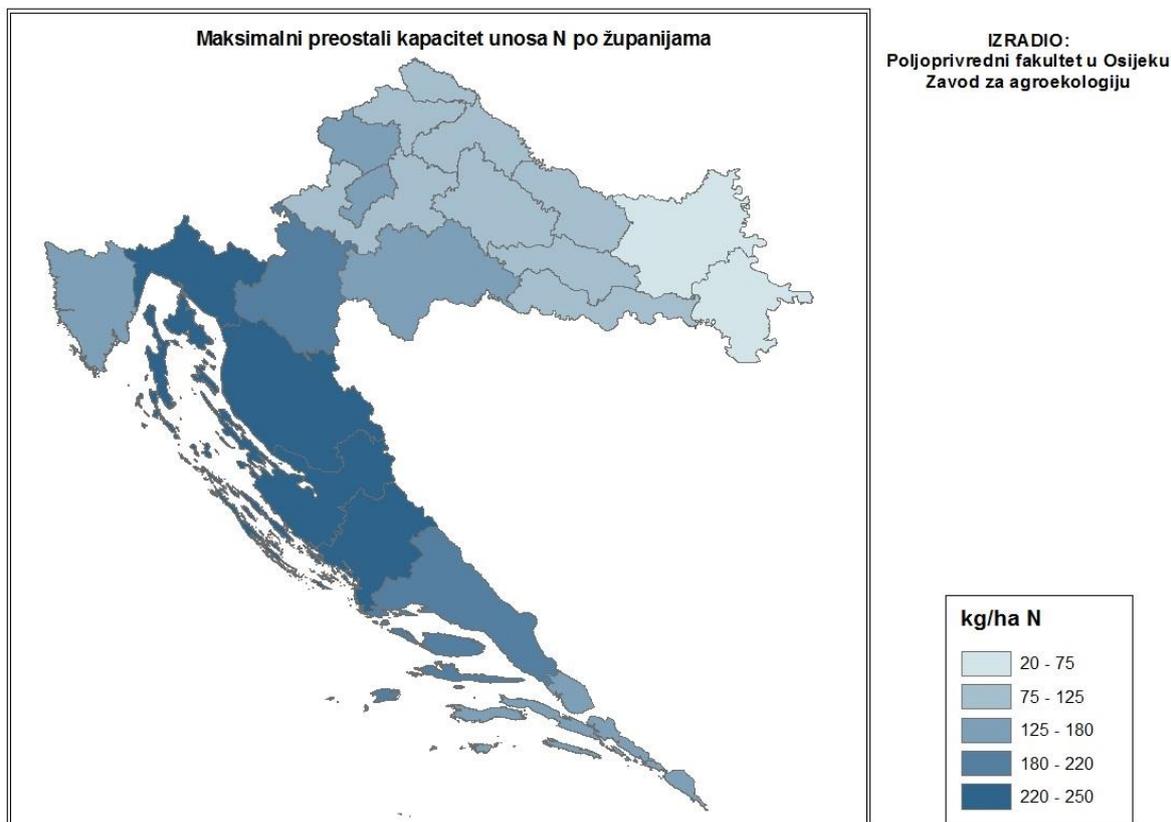
Županija	Maksimalni preostali kapacitet unosa	Prosječni preostali kapacitet unosa	Minimalni preostali kapacitet unosa
Bjelovarsko-bilogorska	104	73	47
Brodsko-posavska	87	63	44
Dubrovačko-neretvanska	169	163	158
Grad Zagreb	162	133	108
Istarska	168	140	117
Karlovačka	201	168	139
Koprivničko-križevačka	120	90	66
Krapinsko-zagorska	157	122	92
Ličko-senjska	247	200	158
Međimurska	106	71	41
Osječko-baranjska	61	38	20
Požeško-slavonska	110	81	57
Primorsko-goranska	238	216	196
Sisačko-moslavačka	180	155	133
Splitsko-dalmatinska	205	193	183
Šibensko-kninska	224	216	209
Varaždinska	124	101	80
Virovitičko-podravska	103	73	49
Vukovarsko-srijemska	63	44	28
Zadarska	225	215	206
Zagrebačka	117	81	51

U RH je preostali kapacitet povećanja unosa dušika 151 kg/ha do maksimalnog, 125 kg/ha do prosječnog i 104 kg/ha do minimalnog prihvatnog kapaciteta korištenih poljoprivrednih površina, a najveći su preostali kapaciteti izračunati za Ličko-senjsku županiju.

Prema maksimalnim preostalim kapacitetima za povećanje gnojidbe dušikom (slika 3), županije možemo podijeliti u 4 grupe:

1. 3 županije s kapacitetom povećanja unosa dušika < 100 kg/ha (Osječko-baranjska 61 kg/ha, Vukovarsko-srijemska 63 kg/ha i Brodsko-posavska 87 kg/ha)

2. 7 županija s kapacitetom povećanja unosa dušika 100 - 150 kg/ha (Virovitičko-podravska 103, Bjelovarsko-bilogorska 104, Međimurska 106, Požeško-slavonska 110, Zagrebačka 117, Koprivničko-križevačka 120 i Varaždinska županija 124 kg/ha)
3. 5 županija s kapacitetom povećanja unosa dušika 150 - 200 kg/ha (Krapinsko-zagorska 157, Grad Zagreb 162, Istarska 168, Dubrovačko-neretvanska 169 i Sisačko-moslavačka 180 kg/ha)
4. 6 županija s kapacitetom povećanja unosa dušika > 200 kg/ha (Karlovačka 201, Splitsko-dalmatinska 205, Šibensko-kninska 224, Zadarska 225, Primorsko-goranska 238 i Ličko-senjska 247 kg/ha).



Slika 3. Maksimalni preostali kapacitet povećanja gnojidbe dušikom (u kg/ha N) po županijama

Razlike između maksimalnih i minimalnih preostalih kapaciteta po županijama kreću se od 11 kg/ha u Dubrovačko-neretvanskoj do 89 kg/ha u Ličko-senjskoj županiji. Prema minimalnim preostalim kapacitetima za povećanje gnojidbe dušikom, županije možemo podijeliti u 3 grupe:

1. 11 županija s kapacitetom povećanja unosa dušika < 100 kg/ha (Osječko-baranjska 20, Vukovarsko-srijemska 28, Međimurska 41, Brodsko-posavska 44, Bjelovarsko-bilogorska 47, Virovitičko-podravska 49, Zagrebačka 51, Požeško-slavonska 57, Koprivničko-križevačka 66, Varaždinska županija 80 i Krapinsko-zagorska 92 kg/ha)
2. 8 županija s kapacitetom povećanja unosa dušika 100 - 200 kg/ha (Grad Zagreb 108, Istarska 117, Sisačko-moslavačka 133, Karlovačka 139, Dubrovačko-neretvanska 158, Ličko-senjska 158, Splitsko-dalmatinska 183 i Primorsko-goranska 196 kg/ha)
3. 2 županije s kapacitetom povećanja unosa dušika > 200 kg/ha (Zadarska 206 i Šibensko-kninska 209 kg/ha).

7.3 Prihvatni kapaciteti i bilance gnojidbe dušikom prema vrsti usjeva

7.3.1 Prihvatni kapaciteti gnojidbe dušikom prema vrsti usjeva

Prihvatni kapaciteti gnojidbe dušikom ukupno su značajno veći od procijenjene ukupne potrošnje dušika. Tako je ukupna potrošnja na razini 42,09 % maksimalnog, 47,00 % prosječnog i 52,11 % minimalnog kapaciteta unosa dušika.

Najveći kapacitet gnojidbe dušikom utvrđen je za pašnjake (25,69 %), slijede kukuruz (24,49 %), livade (20,31 %), strne žitarice (12,77 %) i krmne kulture (7,55 %). Navedenih 5 grupa poljoprivrednih kultura čine 90,81 % prihvatnih kapaciteta gnojidbe dušikom (tablica 6), dakle, nešto više od procijenjenog postotnog udjela ukupne gnojidbe dušikom istih grupa kultura (82,79 %).

Tablica 6. Ukupne potrošnje i kapaciteti unosa dušika (t N) po vrstama poljoprivrednih kultura

Kultura	Ukupna potrošnja	Maksimalni kapacitet unosa	Prosječni kapacitet unosa	Minimalni kapacitet unosa
Kukuruz	82.911	111.288	111.288	111.288
Žitarice	37.337	58.025	48.354	38.683
Livade	16.811	92.304	70.190	49.037
Pašnjaci	12.297	116.766	116.766	116.766
Krmiva	8.993	34.302	22.868	17.151
Povrće	4.955	5.799	3.479	1.392
Šećerna repa	4.747	7.370	7.370	7.370
Suncokret	4.627	5.254	5.254	5.254
Soja	3.859	4.724	4.724	4.724
Voćnjaci	3.524	4.167	3.195	2.222

Maslinici	3.186	2.981	2.981	2.981
Vinogradi	3.159	3.595	3.595	3.595
Krumpir	2.509	3.291	3.291	3.291
Uljarice	1.649	3.209	2.247	1.926
Kupus	511	842	842	842
Duhan	200	533	533	533
UKUPNO	191.275	454.449	406.975	367.054

Ukupna procijenjena potrošnja dušika veća je od maksimalnog prihvatnog kapaciteta unosa dušika jedino u maslinicima (106,9 % prihvatnih kapaciteta), a u svim ostalim je kulturama u rasponu od 10,53 % (pašnjaci) do 88,07 % (suncokret).

Procijenjena ukupna potrošnja dušika je na razini 80-90 % maksimalnih prihvatnih kapaciteta pri uzgoju 5 grupa poljoprivrednih kultura: suncokret (88,07 %), vinogradi (87,87 %), povrće (85,45 %), voćnjaci (84,57 %) i soja (81,69 %), a na razini 70-80% su samo krumpir (76,24 %) i kukuruz (74,50 %).

Još je samo 4 grupe poljoprivrednih kultura na razini gnojidbe iznad 50% maksimalnih prihvatnih kapaciteta: šećerna repa (64,41 %), strne žitarice (64,35 %), kupus (60,74 %) i uljarice (51,38 %).

Gnojidba duhana je značajno manja od polovice maksimalnih prihvatnih kapaciteta površina pod duhanom (37,55 %), slično kao i gnojidba krmnih kultura (26,22 %). Najniža je razina gnojidbe livada koja je na 18,21 % maksimalnih prihvatnih kapaciteta i pašnjaka na 10,53 % prihvatnih kapaciteta.

Usporedbom ukupne potrošnje dušika i prosječnih prihvatnih kapaciteta unosa dušika, utvrđena je gnojidba iznad prosječnih prihvatnih kapaciteta za povrće (142,42 %) i voćnjake (110,31%). Gnojidba strnih žitarica time je na razini 77,22% i uljarica na 73,40 % prosječnih prihvatnih kapaciteta, po čemu se nalaze u grupi usjeva gnojidbe 70-80% prihvatnih kapacitet (uz krumpir i kukuruz).

Gnojidba krmnih usjeva i nakon usporedbe s prosječnim prihvatnim kapacitetima ostaje na razini ispod 50 % (39,33 %), a na još nižoj razini ostaje i gnojidba livada (23,95 %).

Usporedbom ukupne potrošnje dušika s minimalnim prihvatnim kapacitetima niti jedna dodatna grupa poljoprivrednih kultura nije na razini potrošnje dušika iznad prihvatnih kapaciteta (u toj grupi ostaju samo maslinici, voćnjaci i povrće).

Naravno, značajno se povećavaju udjeli gnojidbe u minimalnim prihvatnim kapacitetima strnih žitarica (96,52 %) i uljarica (85,64 %). Također, gnojidba krmnih kultura je na razini 52,43 % minimalnih prihvatnih kapaciteta površina pod krmnim usjevima, a na niskoj razini i dalje ostaje gnojidba livada (34,28 % minimalnih prihvatnih kapaciteta).

7.3.2 Bilance gnojidbe dušikom prema vrsti usjeva

Ukupna bilanca gnojidbe dušikom kao razlika ukupne potrošnje i različitih bilanci unosa dušika je negativna, što znači da je ukupni unos ili potrošnja manja od prihvatnih kapaciteta, kako maksimalnog, tako i prosječnog i minimalnog prihvatnog kapaciteta unosa dušika (tablica 7).

Tablica 7. Bilance unosa dušika (t N) po vrstama poljoprivrednih kultura

Kultura	Maksimalna bilanca unosa	Prosječna bilanca unosa	Minimalna bilanca unosa
Kukuruz	-28.377	-28.377	-28.377
Žitarice	-20.688	-11.017	-1.346
Livade	-75.493	-53.379	-32.225
Pašnjaci	-104.470	-104.470	-104.470
Krmiva	-25.309	-13.875	-8.158
Povrće	-844	1.476	3.563
Šećerna repa	-2.623	-2.623	-2.623
Suncokret	-628	-628	-628
Soja	-865	-865	-865
Voćnjaci	-643	329	1.302
Maslinici	205	205	205
Vinogradi	-436	-436	-436
Krumpir	-782	-782	-782
Uljarice	-1.561	-598	-277
Kupus	-330	-330	-330
Duhan	-333	-333	-333
UKUPNO	-263.177	-215.703	-175.780

Pri tome je najveća apsolutna vrijednost maksimalne bilance unosa dušika, po kojoj je do razine maksimalne gnojidbe dušikom propisane Akcijskim planom moguće unositi još dodatnih 263.177 t dušika godišnje na korištenim poljoprivrednim površinama Republike Hrvatske (tablica 7).

Istovremeno, usporedbom prosječnog prihvatnog kapaciteta svih kultura u RH i ukupne potrošnje dušika, utvrđena je prosječna bilanca unosa 18,04 % niže apsolutne vrijednosti od maksimalne bilance. Međutim, i prema prosječnom je scenariju moguće unositi još 215.703 dodatnih t dušika godišnje.

Minimalna bilanca unosa također pokazuje mogućnost povećanja ukupne gnojidbe dušikom 175.780 dodatnih t dušika godišnje. Minimalna je bilanca 33,21 % manja od maksimalne bilance, a 18,51 % manja od prosječne bilance.

Ukupna je potrošnja dušika 178.976 t, od čega 46.845 t organskog dušika. Izračuni prihvatnih kapaciteta i bilanci gnojidbe ukazuju na mogućnost gotovo dvostrukog (1,98 puta) povećanja ukupne gnojidbe do razine minimalnog prihvatnog kapaciteta, nešto većeg (2,21 puta) povećanja do prosječnog prihvatnog kapaciteta, a 2,47 puta moguće je povećati ukupnu potrošnju dušika uz optimalnu raspodjelu gnojiva prema poljoprivrednim kulturama.

Najznačajnije poljoprivredne kulture za potencijalno povećanje gnojidbe dušikom su pašnjaci na koje otpada 39,7-59,4 % ukupnog potencijalnog povećanja, slijede livade (18,3-28,7 %), a zatim kukuruz (10,8-16,1 %), krmni usjevi (4,6-9,6 %) i strne žitarice (0,8-7,9 %). Značajna je i mogućnost povećanja gnojidbe šećerne repe (1,00-1,49 %).

Potencijalno povećanje gnojidbe dušikom do maksimalnih količina dozvoljenih Akcijskim planom posebno je značajno radi izračuna moguće primjene dopunskih količina organskog dušika iz organskih gnojiva.

Ukupne količine utrošenog organskog dušika moguće je povećati 2,75 puta do minimalnih prihvatnih kapaciteta, 3,60 puta do prosječnih i 4,62 puta do maksimalnih prihvatnih kapaciteta korištenih poljoprivrednih površina u Republici Hrvatskoj.

Navedene se vrijednosti odnose na ukupne površine koje uključuju i vrste pri čijem uzgoju se ne koriste organska gnojiva. Izračunamo li kapacitet mogućeg povećanja gnojidbe organskim gnojivima samo za usjeve pri čijem je uzgoju u ovom izračunu prikazana uporaba organskih gnojiva (kukuruz, krmni usjevi, šećerna repa, suncokret, krumpir, kupus, povrće, vinogradi, voćnjaci, maslinici i livade), preostaje potencijalno povećanje gnojidbe organskim gnojivima 68.489 t N do minimalnih, 98.420 t N do prosječnih i 135.260 t N do maksimalnih prihvatnih kapaciteta. Dakle, bez površina pod pašnjacima, strnim žitaricama, uljaricama, sojom i duhanom, na površinama pod preostalim usjevima moguće je trenutnu ukupnu potrošnju organskog dušika u RH povećati 0,46 puta (povećati 46 %) do minimalnog, 1,10 puta do prosječnog i 1,89 puta do maksimalnog prihvatnog kapaciteta navedenih usjeva u RH.

7.3.3 Preostali kapaciteti unosa dušika prema vrsti usjeva

Usporedbom trenutne prosječne gnojidbe pojedinih usjeva u kg/ha dušika i Akcijskim planom dozvoljenih maksimalnih količina gnojidbe dušikom, moguće je prikazati preostali kapacitet povećanja unosa dušika po vrstama ili grupama poljoprivrednih kultura (tablica 8).

Tablica 8. Preostali kapaciteti unosa dušika (kg/ha N) po vrstama poljoprivrednih kultura

Kultura	Maksimalni preostali kapacitet unosa	Prosječni preostali kapacitet unosa	Minimalni preostali kapacitet unosa
Kukuruz	87	87	87
Žitarice	78	48	18
Livade	279	202	129
Pašnjaci	204	204	204
Krmiva	242	135	82
Povrće	44	-56	-45
Šećerna repa	108	108	108
Suncokret	46	46	46
Soja	19	19	19
Voćnjaci	26	-9	-24
Maslinici	-6	-6	-6
Vinogradi	11	11	11
Krumpir	65	65	65
Uljarice	101	41	21
Kupus	119	119	119
Duhan	50	50	50
PROSJEK	139	114	93

Prosječni je preostali kapacitet povećanja unosa dušika 139 kg/ha do maksimalnog, 114 kg/ha do prosječnog i 93 kg/ha do minimalnog prihvatnog kapaciteta korištenih poljoprivrednih površina u RH, a najveći su preostali kapaciteti izračunati za pašnjake (204 kg/ha) i livade (129-279 kg/ha).

Izostavimo li iz izračuna površine pod livadama i pašnjacima, te zbrojimo površine pod ratarskim usjevima, povrćem, voćnjacima, vinogradima i maslinicima, te preostale kapacitete povećanja gnojidbena ukupno 1.116.332 ha površina u RH pod navedenim poljoprivrednim kulturama, utvrdit ćemo da do maksimalnog prihvatnog kapaciteta navedenih površina možemo povećati ukupnu potrošnju dušika za 83.214 t, do prosječnih za 57.854 t, te do minimalnih prihvatnih kapaciteta za 39.085 t dušika.

Dakle, preostali je prosječni kapacitet povećanja unosa dušika pri uzgoju ratarskih usjeva, povrća, voćnjaka, vinograda i maslinika 75 kg/ha N do maksimalnog, 52 kg/ha do prosječnog i 35 kg/ha do minimalnog prihvatnog kapaciteta na 1.116.332 ha površina u RH.

Ukupne su korištene površine u RH pod ratarskim usjevima (uključujući krumpir) 996.791 ha na kojima do maksimalnog prihvatnog kapaciteta možemo povećati ukupnu potrošnju N za 81.166 t, do prosječnog za 59.098 t, a do minimalnog prihvatnog kapaciteta za 43.389 t N. Preostali je prosječni kapacitet povećanja unosa dušika pri uzgoju ratarskih usjeva 81 kg/ha N do maksimalnog, 59 kg/ha do prosječnog i 43 kg/ha do minimalnog prihvatnog kapaciteta na 996.791 ha ratarskih površina u RH.

7.4 Prihvatni kapaciteti i bilance gnojidbe dušikom prema vrsti usjeva po županijama

7.4.1 Žitarice

Procijenjene su poljoprivredne površine u Republici Hrvatskoj pod strnim žitaricama (pšenica, ječam, raž, zob i pšenoraž) na 322.359 ha. Najveći udio površina očekivano se odnosi na istočno hrvatske županije: Osječko-baranjska županija 74.547 ha (23,1 %), Vukovarsko-srijemska županija 42.227 ha (13,1 %) i Brodsko-posavska županija 36.640 ha (10,8 %), a zajedno ukupno 47,0 % površina žitarica u RH.

Na navedenim je površinama RH procijenjena ukupna godišnja potrošnja 37.337 t N u obliku mineralnih gnojiva (tablica 9). Sukladno površinama i distribucija utroška mineralnog N najveća je u istim županijama (24,96 % Osječko-baranjska, 13,57 % Vukovarsko-srijemska i 11,13 % Brodsko-posavska županija) s procijenjenom primjenom 49,66 % ukupno utrošenog mineralnog N u gnojidbi strnih žitarica u RH.

Tablica 9. Ukupne površine i procijenjena potrošnja N u gnojidbi strnih žitarica po županijama

Županija	Površina pod strnim žitaricama (ha)	Potrošnja N iz mineralnih gnojiva u t	Potrošnja N iz organskih gnojiva u t	Ukupna potrošnja N u t	Ukupna potrošnja N u kg/ha
Bjelovarsko-bilogorska	24.490	2.939	-	2.939	120
Brodsko-posavska	34.640	4.157	-	4.157	120
Dubrovačko-neretvanska	4	0,3	-	0,3	80
Grad Zagreb	3.899	390	-	390	100
Istarska	4.685	469	-	469	100
Karlovačka	9.325	932	-	932	100
Koprivničko-križevačka	16.941	1.864	-	1.864	110
Krapinsko-zagorska	8.681	868	-	868	100
Ličko-senjska	8.728	698	-	698	80
Međimurska	8.332	1.000	-	1.000	120
Osječko-baranjska	74.547	9.318	-	9.318	125
Požeško-slavonska	20.966	2.516	-	2.516	120

Primorsko-goranska	355	28	-	28	80
Sisačko-moslavačka	14.706	1.618	-	1.618	110
Splitsko-dalmatinska	3.054	244	-	244	80
Šibensko-kninska	1.907	114	-	114	60
Varaždinska	9.119	1.094	-	1.094	120
Virovitičko-podravska	23.142	2.777	-	2.777	120
Vukovarsko-srijemska	42.227	5.067	-	5.067	120
Zadarska	924	74	-	74	80
Zagrebačka	11.686	1.169	-	1.169	100
UKUPNO	322.359	37.337	-	37.337	102

Navedeni su utrošci mineralnog N u skladu s prihvatnim kapacitetima županija. Ukupni je maksimalni prihvatni kapacitet svih površina pod strnim žitaricama u RH 58.025 t N, što znači da je procijenjena trenutna potrošnja mineralnog N u gnojidbi strnih žitarica na razini 64,35 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta (tablica 10).

Tablica 10. Maksimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu strnih žitarica dušikom prema strukturi sjetve po županijama

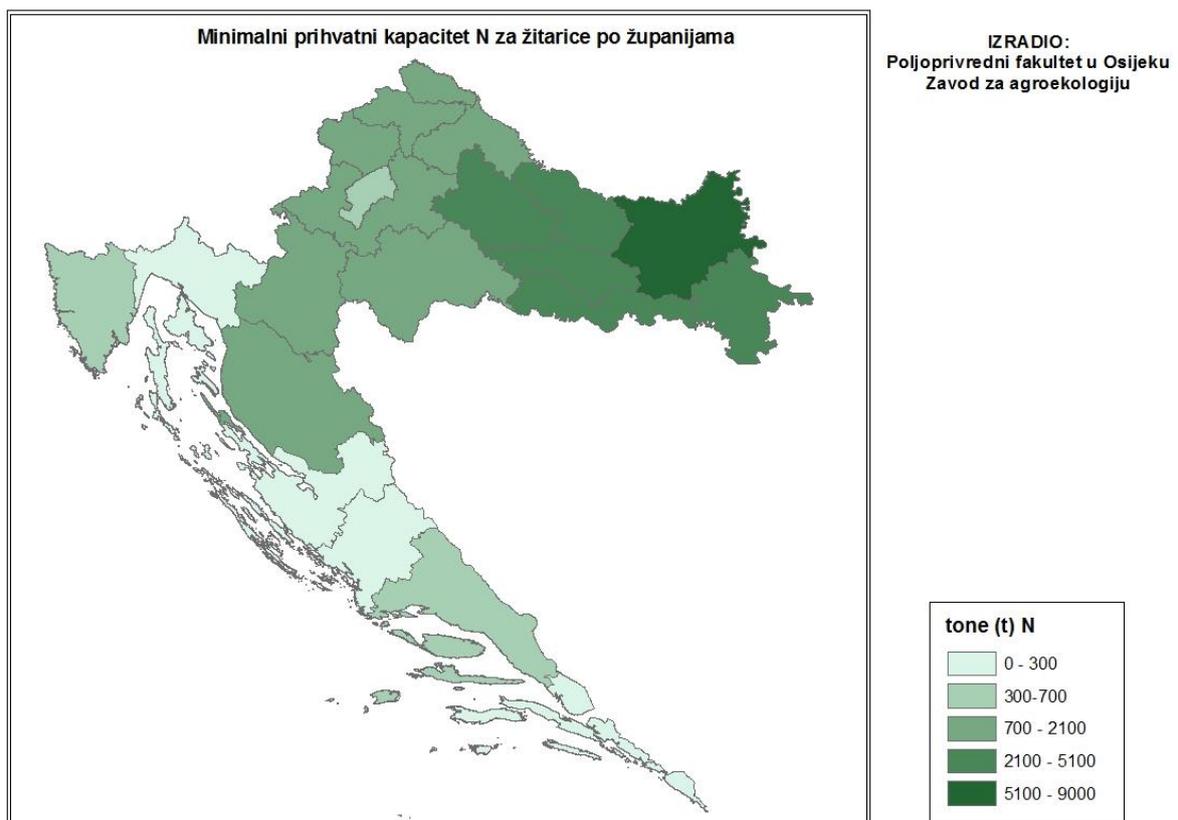
Županija	Maksimalni prihvatni kapaciteti u t N (MaxPK)	% od prihvatnih kapaciteta RH	Procjena N gnojidbe kao % od MaxPK
Bjelovarsko-bilogorska	4.408	7,60	66,67
Brodsko-posavska	6.235	10,75	66,67
Dubrovačko-neretvanska	1	0,00	30,72
Grad Zagreb	702	1,21	55,55
Istarska	843	1,45	55,58
Karlovačka	1.678	2,89	55,57
Koprivničko-križevačka	3.049	5,26	61,12
Krapinsko-zagorska	1.563	2,69	55,54
Ličko-senjska	1.571	2,71	44,45
Međimurska	1.500	2,58	66,66
Osječko-baranjska	13.419	23,13	69,44
Požeško-slavonska	3.774	6,50	66,66
Primorsko-goranska	64	0,11	44,35
Sisačko-moslavačka	2.647	4,56	61,11
Splitsko-dalmatinska	550	0,95	44,42
Šibensko-kninska	343	0,59	33,36
Varaždinska	1.641	2,83	66,68
Virovitičko-podravska	4.166	7,18	66,66
Vukovarsko-srijemska	7.601	13,10	66,67
Zadarska	166	0,29	44,55
Zagrebačka	2.103	3,63	55,57
UKUPNO	58.025	100,00	

Najviša je razina gnojidbe dušikom procijenjena u Osječko-baranjskoj županiji, a iznosi 69,44 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta, 7 je županija na razini 66,7 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta, a 6 je županija po ukupnoj gnojidbi strnih žitarica dušikom na razini ispod 50 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta. Najniža je razina gnojidbe strnih žitarica

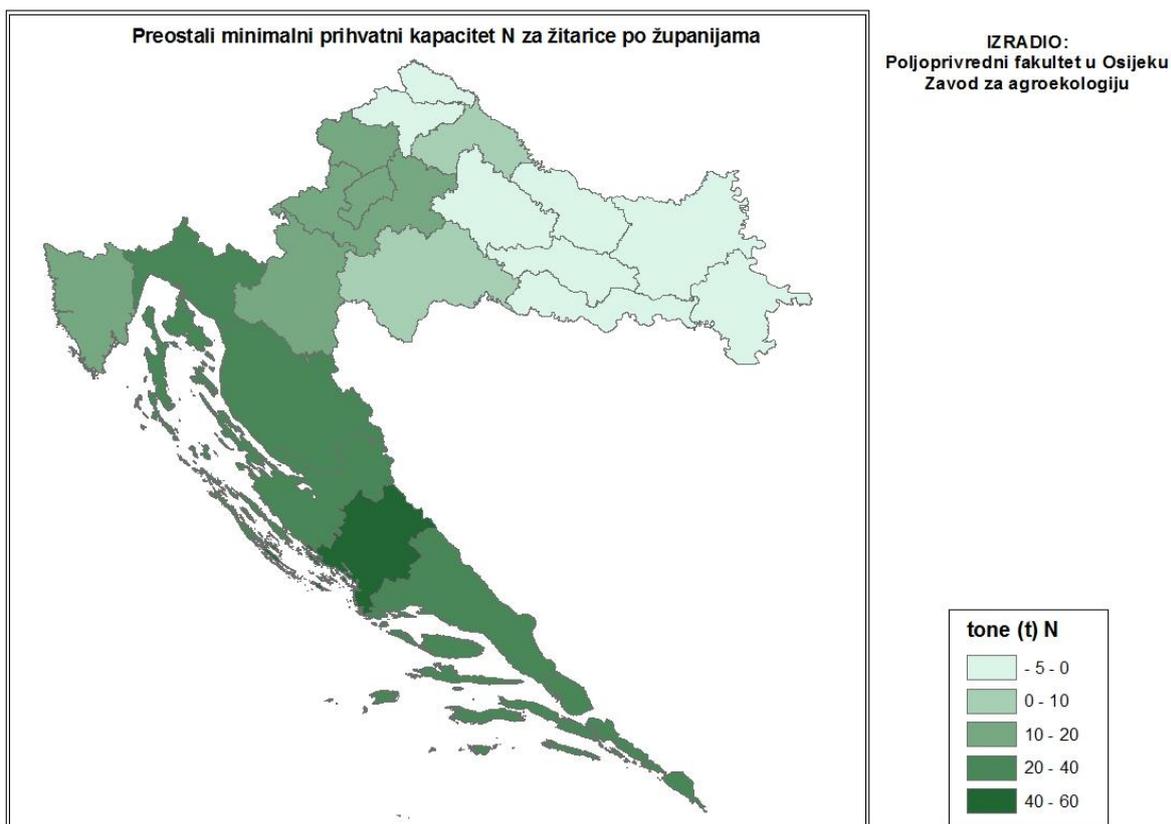
dušikom u Dubrovačko-neretvanskoj županiji i iznosi 30,7 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta Županije.

Ukupni je prosječni prihvatni kapacitet (tablica 11) svih površina pod strnim žitaricama u RH 48.354 t N, a minimalni prihvatni kapacitet je 38.683 t N (slika 4), što znači da je procijenjena trenutna potrošnja mineralnog N u gnojidbi strnih žitarica na razini 77,2 % prosječnog i 96,5 % minimalnog prihvatnog kapaciteta.

Bilanca procijenjene gnojidbe strnih žitarica u RH, kao razlika maksimalnih prihvatnih kapaciteta i primijenjenog N, iznosi 20.688 t N. To znači da se na 322.359 ha poljoprivrednih površina u RH (17 % korištenih poljoprivrednih površina) zasijanih strnim žitaricama može maksimalno povećati gnojidba dušikom za još 20.688 t N (78 kg/ha, tablica 12). Mogućnost povećanja gnojidbe strnih žitarica u RH prema prosječnom prihvatnom kapacitetu ukupno iznosi 11.017 t N (48 kg/ha), a prema minimalnim prihvatnim kapacitetima preostaje mogućnost povećanja gnojidbe dušikom od 1.346 t N (18 kg/ha) (slika 5).



Slika4. Minimalni prihvatni kapaciteti gnojidbe žitarica dušikom (u t N) po županijama



Slika 5. Minimalni preostali kapacitet povećanja gnojidbe žitarica dušikom (u kg/ha N) po županijama

Tablica 11. Prosječni i minimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu strnih žitarica dušikom, te procijenjene bilance gnojidbe dušikom prema strukturi sjetve po županijama

Županija	Prosječni prihvatni kapaciteti u t N	Minimalni prihvatni kapaciteti u t N	Bilanca gnojidbe i maksimalnog kapaciteta u t N	Bilanca gnojidbe i minimalnog kapaciteta u t N
Bjelovarsko-bilogorska	3.674	2.939	-1.469	0
Brodsko-posavska	5.196	4.157	-2.078	0
Dubrovačko-neretvanska	1	0	-0,4	-0,2
Grad Zagreb	585	468	-312	-78
Istarska	703	562	-375	-94
Karlovačka	1.399	1.119	-746	-186
Koprivničko-križevačka	2.541	2.033	-1.186	-169
Krapinsko-zagorska	1.302	1.042	-694	-174
Ličko-senjska	1.309	1.047	-873	-349
Međimurska	1.250	1.000	-500	0,0
Osječko-baranjska	11.182	8.946	-4.100	373
Požeško-slavonska	3.145	2.516	-1.258	0,0
Primorsko-goranska	53	43	-35	-14
Sisačko-moslavačka	2.206	1.765	-1.029	-147
Splitsko-dalmatinska	458	366	-305	-122
Šibensko-kninska	286	229	-229	-114
Varaždinska	1.368	1.094	-547	0
Virovitičko-podravska	3.471	2.777	-1.389	0

Vukovarsko-srijemska	6.334	5.067	-2.534	0
Zadarska	139	111	-92	-37
Zagrebačka	1.753	1.402	-935	-234
UKUPNO	48.354	38.683	-20.688	-1.346

Navedene su vrijednosti agrotehnički vrlo značajne jer prikazuju mogućnost uporabe tekućih organskih gnojiva (gnojovke i gnojnice) na površinama zasijanim strnim žitaricama (Bertić i sur., 2007, Lončarić i sur., 2006, Habuš Jerčić i sur., 2011). Najveći su preostali maksimalni prihvatni kapaciteti u primorskim županijama (100-120 kg/ha), a najmanji u Osječko-baranjskoj (55 kg/ha) i ostalim istočnim (60 kg/ha) županijama.

Procijenjena je gnojidba veća od minimalnih prihvatnih županijskih kapaciteta samo u Osječko-baranjskoj županiji (tek 5 kg/ha), dok je jednaka minimalnim prihvatnim kapacitetima u 7 županija (tablica 12). Prikazani rezultati znače da bi gnojidba dušikom bila samo 5 kg/ha iznad Akcijskim planom dozvoljenih vrijednosti jedino kada bi na 8.946 ha strnih žitarica u Osječko-baranjskoj županiji bili samo raž i/ili zob, bez ječma, pšenoraži i pšenice, a uz prosječnu gnojidbu od 120 kg/ha N.

Tablica 12. Preostali prihvatni kapaciteti (maksimalni, prosječni i minimalni) za povećanje gnojidbe strnih žitarica dušikom prema strukturi sjetve po županijama

Županija	Preostali maksimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)	Preostali prosječni prihvatni kapaciteti (kg/ha)	Preostali minimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)
Bjelovarsko-bilogorska	60	30	0
Brodsko-posavska	60	30	0
Dubrovačko-neretvanska	100	70	40
Grad Zagreb	80	50	20
Istarska	80	50	20
Karlovačka	80	50	20
Koprivničko-križevačka	70	40	10
Krapinsko-zagorska	80	50	20
Ličko-senjska	100	70	40
Međimurska	60	30	0
Osječko-baranjska	55	25	-5
Požeško-slavonska	60	30	0
Primorsko-goranska	100	70	40
Sisačko-moslavačka	70	40	10
Splitsko-dalmatinska	100	70	40
Šibensko-kninska	120	90	60
Varaždinska	60	30	0
Virovitičko-podravska	60	30	0
Vukovarsko-srijemska	60	30	0
Zadarska	100	70	40
Zagrebačka	80	50	20
PROSJEK	78	48	18

7.4.2 Kukuruz

Procijenjene su poljoprivredne površine u Republici Hrvatskoj pod kukuruzom na 412.177 ha. Najveći udio površina odnosi se na Osječko-baranjsku županiju (13,6 %), Sisačko-moslavačku županiju (11,3 %) i Bjelovarsko-bilogorsku županiju (10,1 %).

Na površinama pod kukuruzom u RH procijenjena je ukupna godišnja potrošnja dušika u količini:

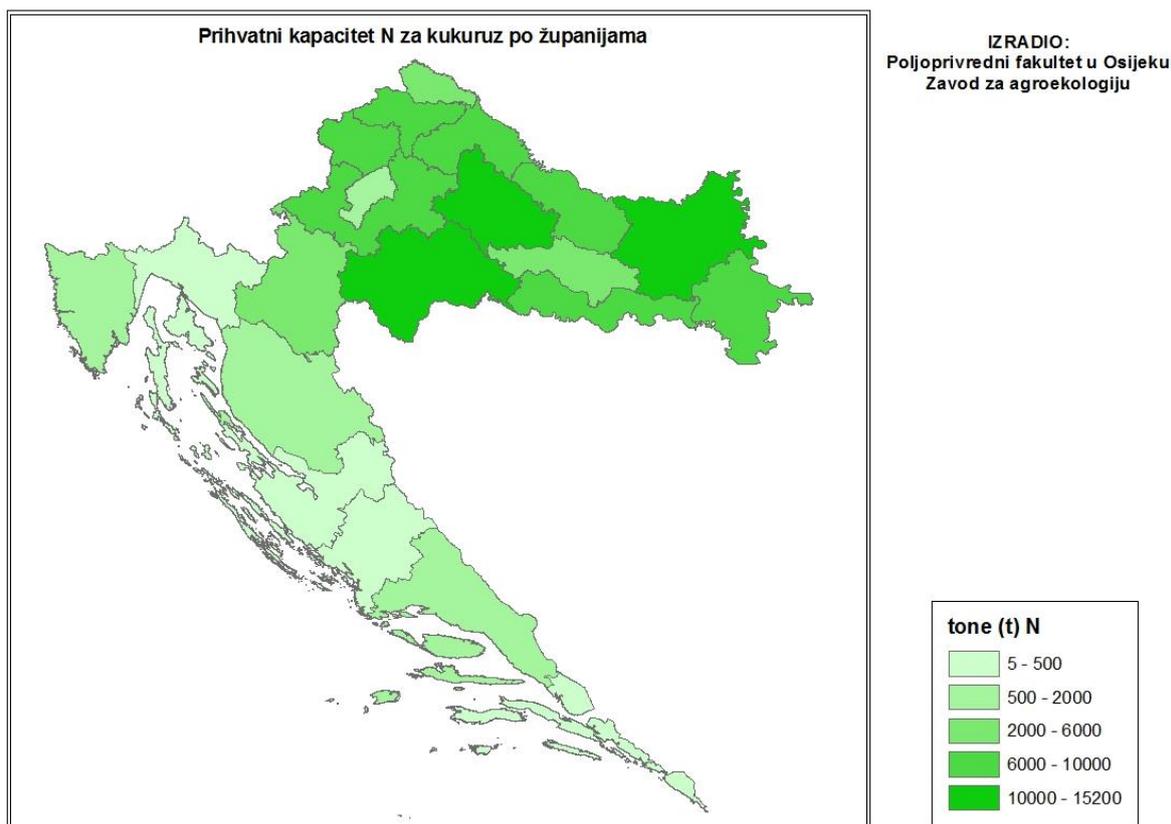
54.140 t N u obliku mineralnih gnojiva (65,3 %)

28.770 t N u obliku organskih gnojiva (34,7 %), tj.

82.911 t N ukupno.

Sukladno površinama i distribucija utroška ukupnog N najveća je u istim županijama (16,15 % Osječko-baranjska, 10,6 5% Bjelovarsko-bilogorska i 9,70 % Sisačko-moslavačka županija) s procijenjenom primjenom 36,50 % ukupno utrošenog N u gnojidbi kukuruza u RH. U navedenim je županijama i najveći % udio utroška mineralnog N od ukupno u RH utrošenog u gnojidbi kukuruza (Osječko-baranjska 15,05 %, Sisačko-moslavačka 11,21 % i Bjelovarsko-bilogorska 9,20 %).

Struktura utroška organskog dušika nešto je drukčija, iako čak 18,22 % ukupno utrošenog organskog dušika u RH pod kukuruzom otpada na Osječko-baranjsku županiju. Slijede Bjelovarsko-bilogorska županija s utrošenih 13,38 % organskog N, Koprivničko-križevačka s 11,38 % i Zagrebačka županija s 9,52 %. Najmanji je udio utroška organskog N očekivano u mediteranskim županijama (< 1 %) i u Gradu Zagrebu.



Slika 6. Prihvatni kapaciteti gnojidbe kukuruza dušikom (u t N) po županijama

Navedeni su utrošci ukupnog N manji od prihvatnih kapaciteta županija (slika 6). Ukupni je maksimalni prihvatni kapacitet svih površina pod kukuruzom u RH 111.288 t N (tablica 13), što znači da je procijenjena trenutna potrošnja ukupnog N u gnojidbi kukuruza na razini 67,47 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta.

Najviša je razina gnojidbe kukuruza dušikom procijenjena u Osječko-baranjskoj županiji sa 88,27 % maksimalnog županijskog prihvatnog kapaciteta, a tek nešto niže su Zagrebačka (87,99 %) i Međimurska županija (85,78 %) te Koprivničko-križevačka županija s gnojdbom na razini 81,95 % županijskog prihvatnog kapaciteta površina pod kukuruzom. Još su 4 županije na razini >70 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta, 7 je županija u rasponu 60-70 %, a još 4 županije iznad 50 %. Ispod 50 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta površina zasijanih kukuruzom samo su dvije mediteranske županije, Dubrovačko-neretvanska i Splitsko-dalmatinska županija.

Udio organskog N u županijskim prihvatnim kapacitetima najveći je u Zagrebačkoj županiji (43,55 %), a slijedi 7 županija s udjelom iznad 30 % i 2 županije s udjelom iznad 20 %. U 11 je županija utvrđeno da je utrošak organskog N na površinama pod kukuruzom manji od 20 %

ukupnog županijskog prihvatnog kapaciteta za N na površinama zasijanih kukuruzom, pri čemu su najmanji % u Dubrovačko-neretvanskoj, Splitsko-dalmatinskoj i Istarskoj županiji (<10 %).

Tablica 13. Maksimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu kukuruza dušikom prema strukturi sjetve po županijama

Županija	Maksimalni prihvatni kapaciteti u t N (MaxPK)	% od prihvatnih kapaciteta RH	Procjena N gnojidbe kao % od MaxPK
Bjelovarsko-bilogorska	11.210	10,07	78,78
Brodsko-posavska	9.306	8,36	68,50
Dubrovačko-neretvanska	5	0,00	34,66
Grad Zagreb	1.904	1,71	58,72
Istarska	649	0,58	53,99
Karlovačka	4.379	3,94	64,19
Koprivničko-križevačka	9.688	8,71	81,95
Krapinsko-zagorska	6.254	5,62	65,96
Ličko-senjska	1.103	0,99	70,01
Međimurska	3.264	2,93	85,78
Osječko-baranjska	15.167	13,63	88,27
Požeško-slavonska	5.081	4,57	65,69
Primorsko-goranska	63	0,06	68,64
Sisačko-moslavačka	12.600	11,32	63,83
Splitsko-dalmatinska	1.393	1,25	44,43
Šibensko-kninska	270	0,24	55,89
Varaždinska	6.287	5,65	76,28
Virovitičko-podravska	7.581	6,81	64,75
Vukovarsko-srijemska	8.505	7,64	79,92
Zadarska	286	0,26	58,70
Zagrebačka	6.292	5,65	87,99
UKUPNO	111.288	100,00	

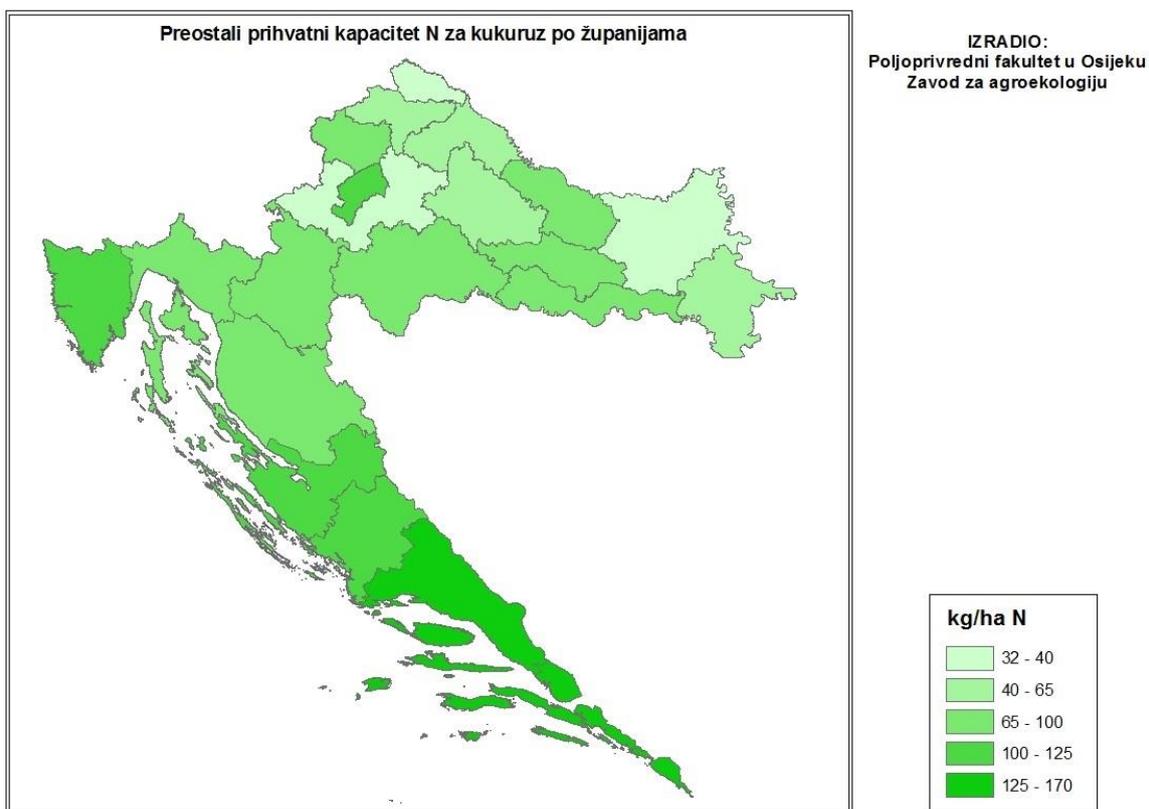
Bilanca procijenjene gnojidbe kukuruza u RH, kao razlika maksimalnih prihvatnih kapaciteta i primijenjenog N, iznosi 28.377 t N (tablica 14). To znači da se na 412.177 ha poljoprivrednih površina u RH (21,8 % korištenih poljoprivrednih površina) zasijanih kukuruzom može maksimalno povećati gnojidba dušikom za još 28.377 t N (87 kg/ha).

Tablica 14. Procijenjene bilance gnojidbe dušikom i preostali prihvatni kapaciteti za povećanje gnojidbe površina pod kukuruzom po županijama

Županija	Bilanca gnojidbe i maksimalnog kapaciteta u t N	Preostali maksimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)
Bjelovarsko-bilogorska	-2.379	57
Brodsko-posavska	-2.931	85
Dubrovačko-neretvanska	-3	170
Grad Zagreb	-786	111
Istarska	-299	124
Karlovačka	-1.568	97

Koprivničko-križevačka	-1.748	49
Krapinsko-zagorska	-2.129	92
Ličko-senjska	-331	81
Međimurska	-464	38
Osječko-baranjska	-1.780	32
Požeško-slavonska	-1.744	93
Primorsko-goranska	-20	84
Sisačko-moslavačka	-4.558	98
Splitsko-dalmatinska	-774	150
Šibensko-kninska	-119	119
Varaždinska	-1.492	64
Virovitičko-podravska	-2.672	95
Vukovarsko-srijemska	-1.707	54
Zadarska	-118	111
Zagrebačka	-755	32
UKUPNO	-28.377	

Navedene su vrijednosti agrotehnički vrlo značajne jer prikazuju mogućnost veće uporabe organskih gnojiva na površinama zasijanim kukuruzom (Bertić i sur., 2006, Lončarić i sur., 2006 i 2014, Rastija i sur., 2007). Najveći su preostali maksimalni prihvatni kapaciteti (slika 7) u primorskim županijama (111, 119, 124, 150 i 170 kg/ha), a najmanji u Osječko-baranjskoj i Zagrebačkoj županiji (32 kg/ha) te Međimurskoj (38 kg/ha) i Koprivničko-križevačkoj županiji (49 kg/ha).



Slika 7. Preostali prihvatni kapaciteti gnojidbe kukuruza N (u kg/ha N) po županijama

7.4.3 Krmno bilje

Procijenjene su poljoprivredne površine u Republici Hrvatskoj pod krmnim biljem na 107.195 ha. Najveći udio površina je ponovo u Osječko-baranjskoj županiji 17.565 ha (16,4 %), a slijede Bjelovarsko-bilogorska (9.401 ha, 8,8 %) i Vukovarsko-srijemska županija (8.722 ha, 8,1 %) s više nego dvostruko manje površina pod krmnim biljem u odnosu na Osječko-baranjsku županiju.

Na površinama pod krmnim biljem u RH procijenjena je ukupna godišnja potrošnja dušika

4.691 t N u obliku mineralnih gnojiva (52,2 %)

4.302 t N u obliku organskih gnojiva (47,8 %), tj.

8.993 t N ukupno.

Najveći je udio organskog dušika u ukupno potrošnji dušika u gnojidbi krmnog bilja procijenjen u Primorsko-goranskoj (76,6 %), Koprivničko-križevačkoj (69,5 %), Ličko-senjskoj (68,3 %), Međimurskoj (61,8 %) i Bjelovarsko-bilogorskoj (60,9 %) županiji. Međutim, u Primorsko-goranskoj županiji je vrlo mala ukupna potrošnja dušika, dok je u Koprivničko-križevačkoj županiji čak 9 puta veća.

Pri uzgoju krmnog bilja najveći je odnos utroška mineralnog i organskog dušika u Virovitičko-podravskoj (5,3:1), Požeško-slavonskoj (4,3:1) i Krapinsko-zagorskoj (2,9:1) županiji, dok je u Osječko-baranjskoj županiji s najvećim utroškom dušika taj odnos 1,5:1.

Tablica 15. Maksimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu krmnih kultura dušikom prema strukturi sjetve po županijama

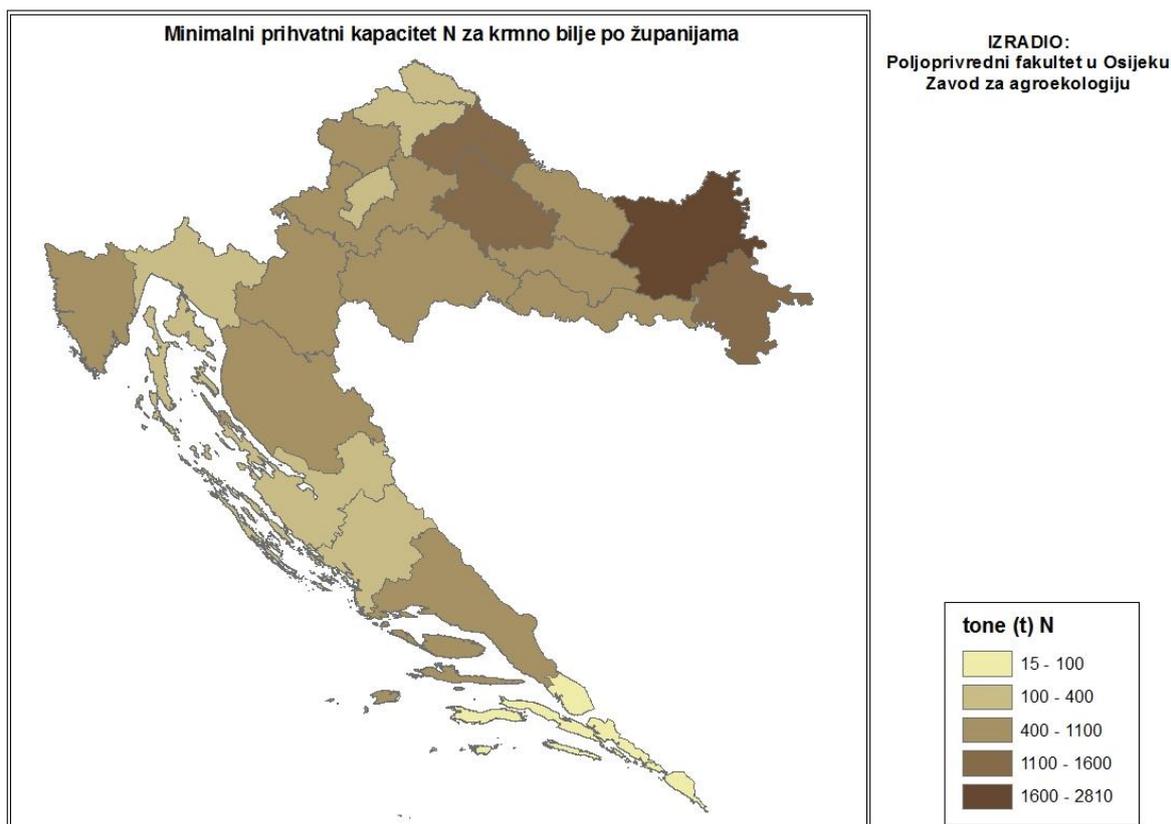
Županija	Maksimalni prihvatni kapaciteti u t N (MaxPK)	% od prihvatnih kapaciteta RH	Procjena N gnojidbe kao % od MaxPK
Bjelovarsko-bilogorska	3.008	8,77	31,98
Brodsko-posavska	2.067	6,03	28,30
Dubrovačko-neretvanska	30	0,09	9,91
Grad Zagreb	282	0,82	25,52
Istarska	1.340	3,91	16,27
Karlovačka	2.115	6,16	22,23
Koprivničko-križevačka	2.696	7,86	40,95
Krapinsko-zagorska	1.649	4,81	16,86
Ličko-senjska	1.652	4,82	29,60
Međimurska	643	1,88	24,56
Osječko-baranjska	5.621	16,39	26,33
Požeško-slavonska	1.486	4,33	19,25
Primorsko-goranska	303	0,88	39,96
Sisačko-moslavačka	1.934	5,64	27,92

Splitsko-dalmatinska	1.064	3,10	12,60
Šibensko-kninska	501	1,46	16,58
Varaždinska	422	1,23	32,71
Virovitičko-podravska	2.196	6,40	18,58
Vukovarsko-srijemska	2.791	8,14	22,54
Zadarska	522	1,52	13,42
Zagrebačka	1.982	5,78	38,65
UKUPNO	34.302	100,00	

Navedeni su utrošci mineralnog i organskog N manji od prihvatnih kapaciteta županija. Ukupni je maksimalni prihvatni kapacitet svih površina pod krmnim kulturama u RH 34.302 t N (tablica 15), što znači da je procijenjena trenutna potrošnja ukupnog N u gnojidbi krmnih kultura na razini 26,22 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta, a pri tome gnojidba mineralnim dušikom na razini 13,68 %, a organskim na razini 12,54 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta.

Najviša je trenutna razina gnojidbe dušikom u odnosu na prihvatni kapacitet procijenjena u Koprivničko-križevačkoj županiji, a iznosi 40,95 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta, slijede Primorsko-goranska s 39,96 % i Zagrebačka županija s 38,65 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta. Pored navedenih još je 7 županija na razini iznad 25 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta, a također 7 je županija po ukupnoj gnojidbi krmnog bilja dušikom na razini ispod 20 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta. Najniža je razina gnojidbe krmnih kultura dušikom u Dubrovačko-neretvanskoj (9,9 %), Splitsko-dalmatinskoj (12,6 %) i Zadarskoj županiji s 13,42 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta navedenih županija.

Ukupni je prosječni prihvatni kapacitet svih površina pod krmnim kulturama u RH 22.868 t N, a minimalni prihvatni kapacitet (slika 7) je 17.151 t N, što znači da je procijenjena trenutna potrošnja mineralnog N u gnojidbi strnih žitarica na razini 39,3 % prosječnog i 52,4 % minimalnog prihvatnog kapaciteta.



Slika 7. Minimalni prihvatni kapaciteti gnojidbe krmnog bilja dušikom (u t N) po županijama

Bilanca procijenjene gnojidbe krmnih kultura u RH, kao razlika maksimalnih prihvatnih kapaciteta i primijenjenog N, iznosi 25.309 t N (tablica 16). To znači da se na 107.195 ha poljoprivrednih površina u RH (5,7 % korištenih poljoprivrednih površina) zasijanih krmnim kulturama može maksimalno povećati gnojidba dušikom za još 25.309 t N (242 kg/ha). Mogućnost povećanja gnojidbe krmnih kultura u RH prema prosječnom prihvatnom kapacitetu ukupno iznosi 13.875 t N (135 kg/ha), a prema minimalnim prihvatnim kapacitetima preostaje mogućnost povećanja gnojidbe dušikom od 8.158 t N (82 kg/ha).

Tablica 16. Prosječni i minimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu krmnih kultura dušikom, te procijenjene bilance gnojidbe dušikom prema strukturi sjetve po županijama

Županija	Prosječni prihvatni kapaciteti u t N	Minimalni prihvatni kapaciteti u t N	Bilanca gnojidbe i maksimalnog kapaciteta u t N	Bilanca gnojidbe i minimalnog kapaciteta u t N
Bjelovarsko-bilogorska	2.006	1.504	-2.047	-542
Brodsko-posavska	1.378	1.034	-1.483	-449
Dubrovačko-neretvanska	20	15	-27	-12
Grad Zagreb	188	141	-210	-69
Istarska	893	670	-1.121	-452
Karlovačka	1.410	1.057	-1.645	-588
Koprivničko-križevačka	1.797	1.348	-1.592	-244

Krapinsko-zagorska	1.099	824	-1.370	-546
Ličko-senjska	1.101	826	-1.163	-337
Međimurska	429	322	-485	-164
Osječko-baranjska	3.747	2.810	-4.140	-1.330
Požeško-slavonska	990	743	-1.199	-457
Primorsko-goranska	202	151	-182	-30
Sisačko-moslavačka	1.290	967	-1.394	-427
Splitsko-dalmatinska	709	532	-930	-398
Šibensko-kninska	334	250	-417	-167
Varaždinska	281	211	-284	-73
Virovitičko-podravsko	1.464	1.098	-1.788	-690
Vukovarsko-srijemska	1.861	1.396	-2.162	-767
Zadarska	348	261	-452	-191
Zagrebačka	1.321	991	-1.216	-225
UKUPNO	22.868	17.151	-25.309	-8.158

Navedene su vrijednosti pri uzgoju krmnih kultura, kao i pri uzgoju kukuruza, agrotehnički vrlo značajne jer prikazuju mogućnost dodatne uporabe tekućih organskih gnojiva (gnojovke i gnojnice) na površinama zasijanim krmnim kulturama. Najveći su preostali maksimalni prihvatni kapaciteti u primorskim županijama (tablica 17), Krapinsko-zagorskoj, Požeško-slavonskoj i Virovitičko-podravskoj županiji (iznad 250 kg/ha), a samo su u 3 županije manji od 200 kg/ha (Zagrebačka 196 kg/ha, Primorsko-goranska 192 kg/ha i Koprivničko-križevačka 189 kg/ha).

Procijenjena gnojidba nije veća od minimalnih prihvatnih županijskih kapaciteta niti u jednoj županiji. Prikazani rezultati znače da je gnojidba dušikom značajno ispod Akcijskim planom dozvoljenih vrijednosti čak i kada bi na 17.565 ha krmnih usjeva u RH bili ravnomjerno zastupljene samo djetelinske i djetelinsko-travne smjese, a uz prosječnu gnojidbu 160 kg/ha N.

Tablica 17. Preostali prihvatni kapaciteti (maksimalni, prosječni i minimalni) za povećanje gnojidbe krmnih kultura dušikom prema strukturi sjetve po županijama

Županija	Preostali maksimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)	Preostali prosječni prihvatni kapaciteti (kg/ha)	Preostali minimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)
Bjelovarsko-bilogorska	218	111	58
Brodsko-posavska	230	123	70
Dubrovačko-neretvanska	290	183	130
Grad Zagreb	238	132	78
Istarska	268	161	108
Karlovačka	249	142	89
Koprivničko-križevačka	189	82	29
Krapinsko-zagorska	266	159	106
Ličko-senjska	225	119	65
Međimurska	242	135	82

Osječko-baranjska	236	129	76
Požeško-slavonska	258	152	98
Primorsko-goranska	192	85	32
Sisačko-moslavačka	231	124	71
Splitsko-dalmatinska	280	173	120
Šibensko-kninska	267	160	107
Varaždinska	215	108	55
Virovitičko-podravska	261	154	101
Vukovarsko-srijemska	248	141	88
Zadarska	277	171	117
Zagrebačka	196	90	36
PROSJEK	242	135	82

7.4.4 Duhan

Procijenjene su poljoprivredne površine u Republici Hrvatskoj pod duhanom samo 6.658 ha ukupno 8 županija sa značajnim površinama samo u Virovitičko-podravskoj (4.483 ha) i Požeško-slavonskoj županiji (1.900 ha). U navedene je dvije županije 96 % površina pod duhanom u RH.

Na površinama pod duhanom uRH procijenjena je ukupna godišnja potrošnja dušika u količini od 200 t N ukupno, što je 0,1 % ukupne potrošnje dušika u RH.

Najveća je potrošnja dušika u proizvodnji duhana u Virovitičko-podravskoj (67,3 %) županiji, a slijedi Požeško-slavonska županija (28,5 %).

Navedeni su utrošci ukupnog N manji od prihvatnih kapaciteta županija. Ukupni je maksimalni prihvatni kapacitet svih površina pod duhanom u RH 533 t N (tablica 17), što znači da je procijenjena trenutna potrošnja ukupnog N u gnojidbi duhana na razini 37,5 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta.

Tablica 17. Maksimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu duhana dušikom prema strukturi sjetve po županijama

Županija	Maksimalni prihvatni kapaciteti u t N (MaxPK)	% od prihvatnih kapaciteta RH	Procjena N gnojidbe kao % od MaxPK
Bjelovarsko-bilogorska	6,5	1,23	37,50
Brodsko-posavska	0,4	0,07	37,50
Dubrovačko-neretvanska			
Grad Zagreb			
Istarska			
Karlovačka			
Koprivničko-križevačka	6,8	1,28	37,50
Krapinsko-zagorska			
Ličko-senjska			
Međimurska			

Osječko-baranjska	6,5	1,23	37,50
Požeško-slavonska	152,0	28,54	37,50
Primorsko-goranska			
Sisačko-moslavačka			
Splitsko-dalmatinska			
Šibensko-kninska			
Varaždinska	0,2	0,03	37,50
Virovitičko-podravska	359	67,33	37,50
Vukovarsko-srijemska	1,6	0,29	37,50
Zadarska			
Zagrebačka			
UKUPNO	533	100,00	

Procijenjena je uniformna razina gnojidbe duhana dušikom na svim proizvodnim površinama, na 37,50 % maksimalnih županijskih prihvatnih kapaciteta.

Bilanca procijenjene gnojidbe duhana u RH, kao razlika maksimalnih prihvatnih kapaciteta i primijenjenog N, iznosi 333 t N (tablica 18). To znači da se na 6.658 ha poljoprivrednih površina u RH (0,35 % korištenih poljoprivrednih površina) zasijanih duhanom može maksimalno povećati gnojidba dušikom za još 333 t N (46 kg/ha).

Tablica 18. Procijenjene bilance gnojidbe duhana dušikom i preostali prihvatni kapaciteti za povećanje gnojidbe prema strukturi sjetve po županijama

Županija	Bilanca gnojidbe i maksimalnog kapaciteta u t N	Preostali maksimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)
Bjelovarsko-bilogorska	-4	50
Brodsko-posavska	-0,4	50
Dubrovačko-neretvanska		
Grad Zagreb		
Istarska		
Karlovačka		
Koprivničko-križevačka	-4	50
Krapinsko-zagorska		
Ličko-senjska		
Međimurska		
Osječko-baranjska	-4	50
Požeško-slavonska	-95	50
Primorsko-goranska		
Sisačko-moslavačka		
Splitsko-dalmatinska		
Šibensko-kninska		
Varaždinska	-0,1	50
Virovitičko-podravska	-224	21
Vukovarsko-srijemska	-1	50
Zadarska		
Zagrebačka		
UKUPNO	-333	

Navedene vrijednosti nemaju veliki agrotehnički značaj jer nema mogućnosti uporabe organskih gnojiva na površinama pod duhanom.

7.4.5 Šećerna repa

Procijenjene su poljoprivredne površine u Republici Hrvatskoj pod šećernom repom na 24.565 ha. Najveći udio površina odnosi se na Osječko-baranjsku (39,4 %), Vukovarsko-srijemsku (37,1 %), Virovitičko-podravsku (7,3 %) i Brodsko-posavska županija (7,0 %). U navedene je 4 županije 90,9 % proizvodnje šećerne repe u RH. Na površinama pod šećernom repom u RH procijenjena je ukupna godišnja potrošnja dušika u količini 3.837 t N u obliku mineralnih gnojiva (80,8 %), 910 t N u obliku organskih gnojiva (19,2 %), tj. 4.747 t N ukupno.

Sukladno površinama i distribucija utroška ukupnog N najveća je u istim županijama (Vukovarsko-srijemska 37,89 %, Osječko-baranjska 37,56 %, Virovitičko-podravska 7,77 % i 7,21 % Brodsko-posavska županija) s procijenjenom primjenom 90,43 % ukupno utrošenog N u gnojidbi šećerne repe u RH. U navedenim je županijama i najveći postotni udio utroška mineralnog N od ukupno u RH utrošenog u gnojidbi šećerne repe (ukupno 90,63 %).

Navedeni su utrošci ukupnog N manji od prihvatnih kapaciteta županija. Ukupni je maksimalni prihvatni kapacitet svih površina pod šećernom repom u RH 7.370 t N (tablica 19), što znači da je procijenjena trenutna potrošnja ukupnog N u gnojidbi šećerne repe na razini 71,56 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta.

Tablica 19. Maksimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu šećerne repe dušikom po županijama

Županija	Maksimalni prihvatni kapaciteti u t N (MaxPK)	% od prihvatnih kapaciteta RH	Procjena N gnojidbe kao % od MaxPK
Bjelovarsko-bilogorska			
Brodsko-posavska	519	7,04	65,91
Dubrovačko-neretvanska			
Grad Zagreb			
Istarska			
Karlovačka			
Koprivničko-križevačka	109	1,47	72,76
Krapinsko-zagorska			
Ličko-senjska			
Međimurska	248	3,36	61,38
Osječko-baranjska	2.902	39,38	61,44
Požeško-slavonska	281	3,81	72,63
Primorsko-goranska			
Sisačko-moslavačka			58,48
Splitsko-dalmatinska			
Šibensko-kninska			

Varaždinska	37	0,50	54,56
Virovitičko-podravska	540	7,33	68,33
Vukovarsko-srijemska	2.735	37,11	65,79
Zadarska			
Zagrebačka			
UKUPNO	7.370	100,00	

Najviša je razina gnojidbe šećerne repe dušikom procijenjena u Koprivničko-križevačkoj i Požeško-slavonskoj županiji sa 72,8 i 72,6 % maksimalnog županijskog prihvatnog kapaciteta, a u 5 županija na razini 60-70 % (61,4-68,3 %) županijskog prihvatnog kapaciteta površina pod šećernom repom. Najniže su razine gnojidbe šećerne repe u Varaždinskoj i Sisačko-moslavačkoj županiji s 54,6 i 58,5 % maksimalnog županijskog prihvatnog kapaciteta.

Udio organskog N u županijskim prihvatnim kapacitetima najveći je u Koprivničko-križevačkoj (19,6 %) i Požeško-slavonskoj županiji (19,3 %), nešto je manji u Virovitičko-podravskoj (15,0 %) i Vukovarsko-srijemskoj (14,1 %) županiji, te Brodsko-posavskoj (12,6 %). Najmanji udio organskog N u županijskim prihvatnim kapacitetima procijenjen je za Osječko-baranjsku (9,8 %) i Međimursku županiju (7,9 %). Prosječno, organski dušik u gnojidbi šećerne repe čini tek 10,9 % prihvatnih kapaciteta u županijama u kojima se uzgaja šećerna repa.

Bilanca procijenjene gnojidbe šećerne repe u RH, kao razlika maksimalnih prihvatnih kapaciteta i primijenjenog N, iznosi 2.623 t N (tablica 20). To znači da se na 24.565 ha poljoprivrednih površina u RH (1,30 % korištenih poljoprivrednih površina) zasijanih šećernom repom može maksimalno povećati gnojidba dušikom za još 2.623 t N (108 kg/ha).

Tablica 20. Procijenjene bilance gnojidbe dušikom i preostali prihvatni kapaciteti za povećanje gnojidbe šećerne repe po županijama

Županija	Bilanca gnojidbe i maksimalnog kapaciteta u t N	Preostali maksimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)
Bjelovarsko-bilogorska		
Brodsko-posavska	-177	102
Dubrovačko-neretvanska		
Grad Zagreb		
Istarska		
Karlovačka		
Koprivničko-križevačka	-29	81
Krapinsko-zagorska		
Ličko-senjska		
Međimurska	-96	116
Osječko-baranjska	-1.119	116
Požeško-slavonska	-77	82
Primorsko-goranska		

Sisačko-moslavačka		140
Splitsko-dalmatinska		
Šibensko-kninska		
Varaždinska	-17	140
Virovitičko-podravska	-171	95
Vukovarsko-srijemska	-936	103
Zadarska		
Zagrebačka		
UKUPNO	-2.623	

Navedene vrijednosti prikazuju mogućnost veće uporabe organskih gnojiva na površinama zasijanim šećernom repom. Najveći su preostali maksimalni prihvatni kapaciteti u kg/ha u Sisačko-moslavačkoj i Varaždinskoj županiji (140 kg/ha), a u t N na površinama pod šećernom repom u Osječko-baranjskoj (1.119 t N) i Vukovarsko-srijemskoj županiji (936 t N).

7.4.6 Soja

Procijenjene su poljoprivredne površine u Republici Hrvatskoj pod sojom na 59.052 ha. Najveći udio površina odnosi se na Vukovarsko-srijemsku (33,4 %), Osječko-baranjsku (24,5 %), Virovitičko-podravsku (14,0 %), Požeško-slavonsku (9,7 %) i Brodsko-posavska županija (7,9 %). U navedenih je 5 slavonskih županija 89,5 % proizvodnje soje u RH.

Na površinama pod sojom u RH procijenjena je ukupna godišnja potrošnja dušika u količini od 3.859 t N ukupno.

Sukladno površinama i distribucija utroška ukupnog N najveća je u istim županijama (Vukovarsko-srijemska 33,2 %, Osječko-baranjska 28,2 %, Virovitičko-podravska 12,9 %, Požeško-slavonska 8,9 % i 7,2 % Brodsko-posavska županija) s procijenjenom primjenom 90,36 % ukupno.

Navedeni su utrošci ukupnog N manji od prihvatnih kapaciteta županija. Ukupni je maksimalni prihvatni kapacitet svih površina pod sojom u RH 4.724 t N (tablica 21), što znači da je procijenjena trenutna potrošnja ukupnog N u gnojidbi soje na razini 81,69 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta.

Tablica 21. Maksimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu soje dušikom po županijama

Županija	Maksimalni prihvatni kapaciteti u t N (MaxPK)	% od prihvatnih kapaciteta RH	Procjena N gnojidbe kao % od MaxPK
Bjelovarsko-bilogorska	145	3,07	75,22
Brodsko-posavska	372	7,87	75,06
Dubrovačko-neretvanska	0		
Grad Zagreb	2	0,05	80,36
Istarska	0		
Karlovačka	13	0,28	75,42
Koprivničko-križevačka	17	0,36	77,36
Krapinsko-zagorska	0		
Ličko-senjska	0		
Međimurska	23	0,49	73,46
Osječko-baranjska	1.160	24,55	93,74
Požeško-slavonska	458	9,69	74,91
Primorsko-goranska	0		
Sisačko-moslavačka	209	4,43	74,96
Splitsko-dalmatinska	0		
Šibensko-kninska	0		
Varaždinska	1	0,01	76,10
Virovitičko-podravska	662	14,01	74,93
Vukovarsko-srijemska	1.577	33,38	81,23
Zadarska	0		
Zagrebačka	85	1,80	75,09
UKUPNO	4.724	100,00	

Najviša je razina gnojidbe soje dušikom procijenjena u Osječko-baranjskoj i Vukovarsko-srijemskoj županiji sa 93,7 i 81,2 % maksimalnog županijskog prihvatnog kapaciteta, a u svim ostalim županijama na razini 70-80 % (74,9-80,3 %) županijskog prihvatnog kapaciteta površina pod sojom. Prosječno, ukupni dušik u gnojidbi soje čini 77,5 % prihvatnih kapaciteta površina na kojima se uzgaja soja.

Bilanca procijenjene gnojidbe soje u RH, kao razlika maksimalnih prihvatnih kapaciteta i primijenjenog N, iznosi 865 t N (tablica 22). To znači da se na 59.052 ha poljoprivrednih površina u RH (3,12 % korištenih poljoprivrednih površina) zasijanih sojom može maksimalno povećati gnojidba dušikom za još 865 t N (19 kg/ha).

Tablica 22. Procijenjene bilance gnojidbe dušikom i preostali prihvatni kapaciteti za povećanje gnojidbe sojeto županijama

Županija	Bilanca gnojidbe i maksimalnog kapaciteta u t N	Preostali maksimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)
Bjelovarsko-bilogorska	-36	20
Brodsko-posavska	-93	20
Dubrovačko-neretvanska		
Grad Zagreb	-0,6	20
Istarska		
Karlovačka	-3	20

Koprivničko-križevačka	-4	20
Krapinsko-zagorska	-0,04	20
Ličko-senjska		
Međimurska	-6	20
Osječko-baranjska	-72	5
Požeško-slavonska	-114	20
Primorsko-goranska		
Sisačko-moslavačka	-52	20
Splitsko-dalmatinska		
Šibensko-kninska		
Varaždinska	-0,1	20
Virovitičko-podravska	-165	20
Vukovarsko-srijemska	-296	15
Zadarska		
Zagrebačka	-21	20
UKUPNO	-865	

Navedene vrijednosti prikazuju malu mogućnost povećanja uporabe gnojiva na površinama zasijanim sojom (Redžepović i sur., 2006). Preostali su maksimalni prihvatni kapaciteti u gotovo svim županijama 20 kg/ha N.

7.4.7 Suncokret

Procijenjene su poljoprivredne površine u Republici Hrvatskoj pod suncokretom na 35.027 ha. Najveći udio površina odnosi se na Osječko-baranjsku (55,8 %), Vukovarsko-srijemsku (29,6 %), Virovitičko-podravsku (8,3 %) i Brodsko-posavska županija (4,8 %). U navedene je 4 županije 98,4 % proizvodnje suncokreta u RH.

Na površinama pod suncokretom u RH procijenjena je ukupna godišnja potrošnja dušika u količini:

3.834 t N u obliku mineralnih gnojiva (82,9 %)

793 t N u obliku organskih gnojiva (17,1 %), tj.

4.627 t N ukupno.

Sukladno površinama i distribucija utroška ukupnog N najveća je u istim županijama (Osječko-baranjska 52,6 %, Vukovarsko-srijemska 33,0 %, Virovitičko-podravska 8,7 % i 4,6 % Brodsko-posavska županija) s procijenjenom primjenom 98,75 % ukupno utrošenog N u gnojidbi suncokreta u RH. U navedenim je županijama i najveći postotni udio utroška mineralnog N od ukupno u RH utrošenog u gnojidbi suncokreta (ukupno 98,49 %).

Navedeni su utrošci ukupnog N manji od prihvatnih kapaciteta županija. Ukupni je maksimalni prihvatni kapacitet svih površina pod suncokretom u RH 5.254 t N (tablica 23), što znači da je procijenjena trenutna potrošnja ukupnog N u gnojidbi suncokreta na razini 88,07% maksimalnog prihvatnog kapaciteta.

Tablica 23. Maksimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu suncokreta dušikom po županijama

Županija	Maksimalni prihvatni kapaciteti u t N (MaxPK)	% od prihvatnih kapaciteta RH	Procjena N gnojidbe kao % od MaxPK
Bjelovarsko-bilogorska	12	0,24	64,07
Brodsko-posavska	251	4,77	84,16
Dubrovačko-neretvanska			
Grad Zagreb			
Istarska	4	0,07	78,68
Karlovačka			
Koprivničko-križevačka	13	0,25	67,45
Krapinsko-zagorska			82,30
Ličko-senjska			
Međimurska	4	0,08	70,50
Osječko-baranjska	2.931	55,78	82,98
Požeško-slavonska	40	0,76	72,20
Primorsko-goranska			
Sisačko-moslavačka	1	0,02	77,78
Splitsko-dalmatinska			
Šibensko-kninska			64,72
Varaždinska	2	0,03	60,01
Virovitičko-podravska	436	8,30	91,75
Vukovarsko-srijemska	1.554	29,57	98,16
Zadarska			
Zagrebačka	6	0,12	66,14
UKUPNO	5.254	100,00	

Najviša je razina gnojidbe suncokreta dušikom procijenjena u Vukovarsko-srijemskoj i Virovitičko-podravskoj županiji sa 98,2 i 91,8 % maksimalnog županijskog prihvatnog kapaciteta, u 3 je županije na razini 80-85 % (82,3-84,2 %), a u 4 je županije na razini 70-80 % (70,5-78,7 %) županijskog prihvatnog kapaciteta površina pod suncokretom. Najniže su razine gnojidbe suncokreta u Varaždinskoj i Bjelovarsko-bilogorskoj županiji sa 60,01 i 64,07 % maksimalnog županijskog prihvatnog kapaciteta.

Udio organskog N u županijskim prihvatnim kapacitetima najveći je u Vukovarsko-srijemskoj (24,8 %), Virovitičko-podravskoj (18,5 %) i Brodsko-posavskoj (17,4 %) županiji, te značajno niži u Osječko-baranjskoj (9,7 %) županiji. Prosječno, organski dušik u gnojidbi suncokreta čini tek 16,2 % prihvatnih kapaciteta u županijama u kojima se uzgaja.

Bilanca procijenjene gnojidbe suncokreta u RH, kao razlika maksimalnih prihvatnih kapaciteta i primijenjenog N, iznosi 627 t N (tablica 24). To znači da se na 35.027 ha poljoprivrednih površina u RH (1,85 % korištenih poljoprivrednih površina) zasijanih suncokretom može maksimalno povećati gnojidba dušikom za još 627 t N (46 kg/ha).

Tablica 24. Procijenjene bilance gnojidbe dušikom i preostali prihvatni kapaciteti za povećanje gnojidbe suncokretapo županijama

Županija	Bilanca gnojidbe i maksimalnog kapaciteta u t N	Preostali maksimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)
Bjelovarsko-bilogorska	-4	50
Brodsko-posavska	-40	24
Dubrovačko-neretvanska	0	
Grad Zagreb	0	
Istarska	-1	50
Karlovačka	0	
Koprivničko-križevačka	-4	50
Krapinsko-zagorska	0	50
Ličko-senjska	0	
Međimurska	-1	40
Osječko-baranjska	-498	25
Požeško-slavonska	-11	40
Primorsko-goranska	0	
Sisačko-moslavačka	0	
Splitsko-dalmatinska	0	
Šibensko-kninska	0	50
Varaždinska	-1	50
Virovitičko-podravska	-35	12
Vukovarsko-srijemska	-29	3
Zadarska	0	
Zagrebačka	-2	50
UKUPNO	-627	

Navedene vrijednosti prikazuju mogućnost dodatneuporabe gnojiva na površinama zasijanim suncokretom. Najveći su preostali maksimalni prihvatni kapaciteti u kg/ha u 7 županija (50 kg/ha), a u t N na površinama pod suncokretom u Osječko-baranjskoj županiji (498 t N).

7.4.8 Uljarice

Procijenjene su poljoprivredne površine u Republici Hrvatskoj pod uljaricama na 16.047 ha. Uljarice su relativno ravnomjerno raspoređene u županijama intenzivnije poljoprivredne proizvodnje (Požeško-slavonska 15,86 %, Osječko-baranjska 13,95 %, Virovitičko-podravska 13,30 %, Međimurska 12,89 % i Koprivničko-križevačka županija 10,64 %). U navedenih je 5 županija ukupno 66,65 % površina uljarica u RH.

Na navedenim je površinama RH procijenjena ukupna godišnja potrošnja 1.649 t N u obliku mineralnih gnojiva. Sukladno površinama i distribucija utroška mineralnog N najveća je u 5 navedenih županija. U njima je procijenjena primjena 67,74 % ukupno utrošenog mineralnog N u gnojidbi uljarica u RH.

Navedeni su utrošci mineralnog N u skladu s prihvatnim kapacitetima županija. Ukupni je maksimalni prihvatni kapacitet svih površina pod uljaricama u RH 3.209 t N (tablica 25), što znači da je procijenjena trenutna potrošnja mineralnog N u gnojidbi uljarica na razini 51,38 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta.

Tablica 25. Maksimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu uljarica dušikom prema strukturi sjetve po županijama

Županija	Maksimalni prihvatni kapaciteti u t N (MaxPK)	% od prihvatnih kapaciteta RH	Procjena N gnojidbe kao % od MaxPK
Bjelovarsko-bilogorska	216	6,73	49,98
Brodsko-posavska	152	4,75	49,88
Dubrovačko-neretvanska	0		
Grad Zagreb	3	0,08	37,99
Istarska	19	0,59	42,21
Karlovačka	45	1,41	39,78
Koprivničko-križevačka	342	10,64	50,06
Krapinsko-zagorska	74	2,31	49,94
Ličko-senjska	0		
Međimurska	414	12,89	50,03
Osječko-baranjska	448	13,95	52,50
Požeško-slavonska	509	15,86	55,00
Primorsko-goranska	4	0,13	47,62
Sisačko-moslavačka	181	5,63	49,81
Splitsko-dalmatinska	0		
Šibensko-kninska	0		
Varaždinska	139	4,33	49,70
Virovitičko-podravska	427	13,30	52,47
Vukovarsko-srijemska	124	3,88	52,23
Zadarska	0		
Zagrebačka	113	3,52	49,62
UKUPNO	3.209	100,00	

Najviša je razina gnojidbe dušikom procijenjena u Požeško-slavonskoj županiji, a iznosi 55,00% maksimalnog prihvatnog kapaciteta, još je 5 županija na razini > 50,0 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta (50,03-52,50 %), a 10 je županija po ukupnoj gnojidbi uljarica dušikom na razini ispod 50 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta (37,99-49,98 %).

Ukupni je prosječni prihvatni kapacitet svih površina pod uljaricama u RH 2.247 t N (tablica 26), a minimalni prihvatni kapacitet je 1.926 t N, što znači da je procijenjena

trenutna potrošnja mineralnog N u gnojidbi uljarica na razini 73,4 % prosječnog i 85,6 % minimalnog prihvatnog kapaciteta.

Bilanca procijenjene gnojidbe uljarica u RH, kao razlika maksimalnih prihvatnih kapaciteta i primijenjenog N, iznosi 1.561 t N. To znači da se na 16.047 ha poljoprivrednih površina u RH (0,85 % korištenih poljoprivrednih površina) zasijanih uljaricama može maksimalno povećati gnojidba dušikom za još 1.561 t N (101 kg/ha). Mogućnost povećanja gnojidbe uljarica u RH prema prosječnom prihvatnom kapacitetu ukupno iznosi 598 t N (41 kg/ha), a prema minimalnim prihvatnim kapacitetima preostaje mogućnost povećanja gnojidbe dušikom od 277 t N (21 kg/ha).

Tablica 26. Prosječni i minimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu uljarica dušikom, te procijenjene bilance gnojidbe dušikom po županijama

Županija	Prosječni prihvatni kapaciteti u t N	Minimalni prihvatni kapaciteti u t N	Bilanca gnojidbe i maksimalnog kapaciteta u t N	Bilanca gnojidbe i minimalnog kapaciteta u t N
Bjelovarsko-bilogorska	151	130	-108	-22
Brodsko-posavska	107	91	-76	-15
Dubrovačko-neretvanska	0	0	0	0
Grad Zagreb	2	2	-1	0
Istarska	13	11	-11	-4
Karlovačka	32	27	-27	-9
Koprivničko-križevačka	239	205	-171	-34
Krapinsko-zagorska	52	44	-37	-7
Ličko-senjska	0	0	0	0
Međimurska	290	248	-207	-41
Osječko-baranjska	313	269	-213	-34
Požeško-slavonska	356	305	-229	-25
Primorsko-goranska	3	3	-2	0
Sisačko-moslavačka	126	108	-90	-18
Splitsko-dalmatinska	0	0	0	0
Šibensko-kninska	0	0	0	0
Varaždinska	97	83	-69	-14
Virovitičko-podravska	299	256	-203	-32
Vukovarsko-srijemska	87	75	-59	-9
Zadarska	0	0	0	0
Zagrebačka	79	68	-56	-11
UKUPNO	2.247	1.926	-1.561	-277

Navedene vrijednosti prikazuju mogućnost uporabe organskih gnojiva na površinama zasijanim uljaricama. Preostali su maksimalni prihvatni kapaciteti u većini županija 100-120 kg/ha, a u 4 slavonske županije (90-95 kg/ha). Procijenjena gnojidba nije veća od minimalnih prihvatnih županijskih kapaciteta niti u jednoj županiji (tablica 27).

Tablica 27. Preostali prihvatni kapaciteti (maksimalni, prosječni i minimalni) za povećanje gnojidbe uljarica dušikom po županijama

Županija	Preostali maksimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)	Preostali prosječni prihvatni kapaciteti (kg/ha)	Preostali minimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)
Bjelovarsko-bilogorska	100	40	20
Brodsko-posavska	100	40	20
Dubrovačko-neretvanska			
Grad Zagreb	100	40	20
Istarska	120	60	40
Karlovačka	120	60	40
Koprivničko-križevačka	100	40	20
Krapinsko-zagorska	100	40	20
Ličko-senjska			
Međimurska	100	40	20
Osječko-baranjska	95	35	15
Požeško-slavonska	90	30	10
Primorsko-goranska	100	40	20
Sisačko-moslavačka	100	40	20
Splitsko-dalmatinska			
Šibensko-kninska			
Varaždinska	100	40	20
Virovitičko-podravska	95	35	15
Vukovarsko-srijemska	95	35	15
Zadarska			
Zagrebačka	100	40	20
PROSJEK	101	41	21

7.4.9 Krumpir

Procijenjene su poljoprivredne površine u Republici Hrvatskoj pod krumpirom na 13.712 ha. Najveći udio površina se odnosi na Međimursku 5.100 ha (37,19 %) i Ličko-senjsku županiju 1.025 ha (7,48 %), odnosno zajedno ukupno 44,67 % površina pod krumpirom u RH. Značajnije površine pod krumpirom su još u 5 županija: Splitsko dalmatinska (6,20 %), Varaždinska (6,13 %), Bjelovarsko-bilogorska (5,45 %), Karlovačka (5,45 %) i Vukovarsko-srijemska (5,41 %), a zajedno ukupno 28,64 % površina pod krumpirom u RH.

Na površinama pod krumpirom u RH procijenjena je ukupna godišnja potrošnja dušika u količini 2.509 t N . Od toga 1.678 t N u obliku mineralnih gnojiva (66,89 %) i 831 t N u obliku organskih gnojiva (33,11 %). Najveći utrošak N je u Međimurskoj županiji (40,11 %), a slijede Vukovarsko-srijemska (6,63 %), Varaždinska (6,42 %), Ličko-senjska (5,64 %), Karlovačka (5,29 %), Bjelovarsko-bilogorska (5,07 %) i Splitsko dalmatinska (4,48 %) s procijenjenom primjenom od 73,63 % ukupno utrošenog organskog i mineralnog N u gnojidbi krumpira u RH.

Navedeni su utrošci organskog i mineralnog N u skladu s prihvatnim kapacitetima županija. Ukupni je maksimalni prihvatni kapacitet svih površina pod krumpirom u RH 3.291 t N, što znači da je procijenjena trenutna potrošnja N u gnojidbi krumpira na razini 76,24 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta (tablica 28).

Tablica 28. Maksimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu krumpira dušikom po županijama

Županija	Maksimalni prihvatni kapaciteti u t N (MaxPK)	% od prihvatnih kapaciteta RH	Procjena N gnojidbe kao % od MaxPK
Bjelovarsko-bilogorska	179	5,45	70,90
Brodsko-posavska	78	2,37	63,95
Dubrovačko-neretvanska	36	1,09	70,93
Grad Zagreb	10	0,32	59,99
Istarska	120	3,65	89,22
Karlovačka	179	5,45	74,01
Koprivničko-križevačka	76	2,31	77,96
Krapinsko-zagorska	98	2,97	77,69
Ličko-senjska	246	7,48	57,46
Međimurska	1.224	37,19	82,22
Osječko-baranjska	97	2,96	86,36
Požeško-slavonska	102	3,09	71,26
Primorsko-goranska	4	0,12	58,51
Sisačko-moslavačka	28	0,86	77,07
Splitsko-dalmatinska	204	6,20	55,11
Šibensko-kninska	4	0,13	77,18
Varaždinska	202	6,13	79,90
Virovitičko-podravska	65	1,96	75,04
Vukovarsko-srijemska	178	5,41	93,29
Zadarska	94	2,87	67,53
Zagrebačka	65	1,97	63,27
UKUPNO	3.291	100	

Najviša razina gnojidbe krumpira dušikom procijenjena je u Vukovarsko-srijemskoj županiji i iznosi 93,29 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta, a slijede Istarska (89,22 %) i Osječko-baranjska županija (86,36 %). U 10 županija ukupna gnojidba krumpira dušikom je na razini iznad 70 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta. Najniža razina gnojidbe dušikom procijenjena je u Splitsko-dalmatinskoj županiji i iznosi 55,11 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta Županije.

Najveći je procijenjeni udio organskog dušika u županijskim prihvatnim kapacitetima u proizvodnji krumpira u Krapinsko-zagorskoj županiji (44,35 %), a slijede 3 županije sa udjelom iznad 40 %. U 12 županija je procijenjen udio organskog dušika u rasponu 20,39-36,60 %, te u 4 županije u rasponu 17,53-13,44 %. Najmanji procijenjeni udio organskog

dušika u županijskim prihvatnim kapacitetima u proizvodnji krumpira je u Ličko-senjskoj županiji i iznosi 12,06 %.

Bilanca procijenjene gnojidbe krumpira dušikom u RH, kao razlika primijenjenog N i maksimalnih prihvatnih kapaciteta, iznosi 782 t N. To znači da se na 13.712 ha poljoprivrednih površina u RH (0,73 % korištenih poljoprivrednih površina) zasađenih krumpirom može maksimalno povećati gnojidba dušikom za još 782 t N odnosno u prosjeku 65 kg/ha N (tablica 29).

Tablica 29. Procijenjene bilance gnojidbe dušikom i preostali prihvatni kapaciteti za povećanje gnojidbe krumpira dušikom po županijama

Županija	Bilanca gnojidbe i maksimalnog kapaciteta u t N	Preostali maksimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)
Bjelovarsko-bilogorska	-52	70
Brodsko-posavska	-28	87
Dubrovačko-neretvanska	-10	70
Grad Zagreb	-4	96
Istarska	-13	26
Karlovačka	-47	62
Koprivničko-križevačka	-17	53
Krapinsko-zagorska	-22	54
Ličko-senjska	-105	102
Međimurska	-218	43
Osječko-baranjska	-13	33
Požeško-slavonska	-29	69
Primorsko-goranska	-2	100
Sisačko-moslavačka	-7	55
Splitsko-dalmatinska	-92	108
Šibensko-kninska	-1	55
Varaždinska	-41	48
Virovitičko-podravska	-16	60
Vukovarsko-srijemska	-12	16
Zadarska	-31	78
Zagrebačka	-24	88
UKUPNO	-782	

Navedene su vrijednosti agrotehnički vrlo značajne jer prikazuju mogućnost veće uporabe dušika iz organskih gnojiva i/ili mineralnih gnojiva na površinama zasađenim krumpirom (Poljak i sur., 2007 i 2012., Horvat i sur., 2012). Najveći su preostali maksimalni prihvatni kapaciteti (100-108 kg/ha) u Splitsko-dalmatinskoj, Ličko-senjskoj i Primorsko-goranskoj županiji, a najmanji u Vukovarsko-srijemskoj (16 kg/ha), Istarskoj (26 kg/ha) i Osječko-baranjskoj županiji (33 kg/ha).

Procijenjena je gnojidba manja od maksimalnih prihvatnih kapaciteta u svim županijama, stoga bi gnojidba dušikom bila na razini Akcijskim planom dozvoljenih vrijednosti već kada bi se na 742 ha pod krumpirom u Vukovarsko-srijemskoj županiji primijenila postojeća procijenjena količina dušika uvećana samo za 16 kg/ha N.

7.4.10 Kupus

Procijenjene su poljoprivredne površine u Republici Hrvatskoj pod kupusom na 2.805 ha. Najveći udio površina se odnosi na 5 županija: Istarska 480 ha (17,11 %), Varaždinska 470 ha (16,76 %), Zadarska 375 ha (13,35 %), Splitsko-dalmatinska 300 ha (10,69 %) i Dubrovačko-neretvanska 290 ha (10,34 %), sa zajedno ukupno 68,25 % površina pod kupusom u RH.

Na površinama pod kupusom je procijenjena ukupna godišnja potrošnja od 511 t N u obliku organskih i mineralnih gnojiva. U ukupnoj procijenjenoj godišnjoj potrošnji dušika udio dušika iz mineralnih gnojiva je 392 t (76,59 %), a iz organskih gnojiva je 120 t (24,41 %). U navedenih 5 županija utrošeno je ukupno 67,69 % ukupne procijenjene godišnje količine dušika. Najveći utrošak N je u 3 županije: Varaždinska županija (22,31 %), Istarska (15,56 %) i Zadarska (11,87 %). Navedeni su utrošci ukupno procijenjenog N u skladu s prihvatnim kapacitetima županija. Ukupni je maksimalni prihvatni kapacitet svih površina pod kupusom u RH 842 t N, što znači da je procijenjena trenutna potrošnja mineralnog N u gnojidbi kupusa na razini 60,74 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta (tablica 30).

Tablica 30. Maksimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu kupusa dušikom po županijama

Županija	Maksimalni prihvatni kapaciteti u t N (MaxPK)	% od prihvatnih kapaciteta RH	Procjena N gnojidbe kao % od MaxPK
Bjelovarsko-bilogorska	9	1,01	74,10
Brodsko-posavska	9	1,06	71,11
Dubrovačko-neretvanska	87	10,34	49,27
Grad Zagreb	12	1,41	70,29
Istarska	144	17,11	55,24
Karlovačka	40	4,71	69,25
Koprivničko-križevačka	13	1,53	73,09
Krapinsko-zagorska	0	0,04	46,67
Ličko-senjska	7	0,78	40,00
Međimurska	21	2,50	50,00
Osječko-baranjska	32	3,82	50,00
Požeško-slavonska	31	3,73	46,67
Primorsko-goranska	3	0,39	76,88
Sisačko-moslavačka	7	0,81	46,67
Splitsko-dalmatinska	90	10,69	54,28
Šibensko-kninska	3	0,37	69,83

Varaždinska	141	16,76	80,87
Virovitičko-podravska	36	4,30	82,38
Vukovarsko-srijemska	29	3,45	63,28
Zadarska	112	13,35	54,02
Zagrebačka	15	1,82	46,67
UKUPNO	842	100	

Najviša je razina gnojidbe dušikom procijenjena u Virovitičko-podravskoj županiji 82,38 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta te u Varaždinskoj županiji (80,87 %). U 4 je županije gnojidba dušikom procijenjena na razini 70 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta, a 9 je županija po ukupnoj gnojidbi kupusa dušikom na razini ispod 50 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta. Najniža je razina gnojidbe kupusa dušikom u Ličko-senjskoj županiji i iznosi 40 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta županije.

Najveći je procijenjeni udio organskog dušika u županijskim prihvatnim kapacitetima u proizvodnji kupusa u Virovitičko-podravskoj županiji (35,72 %), a slijede Varaždinska (34,20 %), Koprivničko-križevačka (33,09 %) i Primorsko-goranska (30,22 %). U 5 županija je procijenjen udio organskog dušika u rasponu 23,16-29,25 %, te u 5 županija u rasponu 2,61-13,28 %. U preostalih čak 7 županija udio organskog dušika u županijskim prihvatnim kapacitetima jednak je 0 %, a to su: Krapinsko-zagorska, Ličko-senjska, Međimurska, Osječko-baranjska, Požeško-slavonska, Sisačko-moslavačka i Zagrebačka županija.

Bilanca procijenjene gnojidbe kupusa u RH, kao razlika primijenjenog N i maksimalnih prihvatnih kapaciteta, iznosi 330 t N. To znači da se na 2.805 ha poljoprivrednih površina u RH zasađenih kupusom može maksimalno povećati gnojidba dušikom za još 330 t N (119 kg/ha) (tablica 31).

Tablica 31. Procijenjene bilance gnojidbe dušikom i preostali prihvatni kapaciteti za povećanje gnojidbe kupusa dušikom po županijama

Županija	Bilanca gnojidbe i maksimalnog kapaciteta u t N	Preostali maksimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)
Bjelovarsko-bilogorska	-2	78
Brodsko-posavska	-3	87
Dubrovačko-neretvanska	-44	160
Grad Zagreb	-4	89
Istarska	-64	134
Karlovačka	-12	92
Koprivničko-križevačka	-3	81
Krapinsko-zagorska	0	160
Ličko-senjska	-4	180
Međimurska	-11	150
Osječko-baranjska	-16	150

Požeško-slavonska	-17	160
Primorsko-goranska	-1	69
Sisačko-moslavačka	-4	160
Splitsko-dalmatinska	-41	137
Šibensko-kninska	-1	91
Varaždinska	-27	57
Virovitičko-podravska	-6	53
Vukovarsko-srijemska	-11	110
Zadarska	-52	138
Zagrebačka	-8	160
UKUPNO	-330	

Navedene su vrijednosti agrotehnički vrlo značajne jer prikazuju mogućnost uporabe organskih i mineralnih gnojiva na površinama zasađenim kupusom. Najveći su preostali maksimalni prihvatni kapaciteti u Ličko-senjskoj (180 kg/ha) te u županijama sa 100-160 kg/ha preostalih maksimalnih prihvatnih kapaciteta. Najmanji preostali kapaciteti su u Varaždinskoj (57 kg/ha) i Virovitičko-podravskoj županiji (53 kg/ha).

Procijenjena gnojidba nije veća od prihvatnih županijskih kapaciteta niti u jednoj županiji, ali postoji potencijalni rizik od prekomjerne uporabe dušika u samo dvije županije s niskim do srednjim preostalim maksimalnim prihvatnim kapacitetima. Prikazani rezultati znače da bi gnojidba dušikom bila iznad Akcijskim planom dozvoljenih vrijednosti jedino kada bi na 141 ha kupusa u Varaždinskoj županiji bila primijenjena postojeća procijenjena gnojidba uvećana za više od 57 kg/ha dušika.

7.4.11 Povrće

Procijenjene su poljoprivredne površine u Republici Hrvatskoj pod povrćem (mahunasto, lukovičasto, lisnato, korjenasto i gomoljasto, poriluk i plodovito) na 23.194 ha. Najveći udio površina očekivano se odnosi na županije: Virovitičko-podravska 4.438 ha (19,13 %), Međimurska 2.474 ha (10,66 %), Osječko-baranjska županija 2.166ha (9,34 %), Vukovarsko-srijemska županija 1.924 ha (8,30 %), Istarska 1.792 ha (7,73 %), Zadarska 1.740 ha (7,50 %) i Brodsko-posavska županija 1.500 ha (6,47 %), a zajedno ukupno 69,12 % površina povrća u RH.

Na površinama pod povrćem je ukupna godišnja potrošnja u količini od 4.955 t N, od toga u obliku mineralnih gnojiva 3.330 t (67,20 %) i 1.625 t (32,80 %) u obliku organskih gnojiva. Sukladno površinama i distribucija utroška N najveća je u županijama Virovitičko-podravska 18,15 %, Međimurska 11,42 %, Osječko-baranjska 10,84 %, Vukovarsko-srijemska 9,33 %, Brodsko-posavska 6,47 %, Istarska 7,73 %, Zadarska 7,50 %, Međimurska 10,66 %, Virovitičko-podravska 19,13 %.

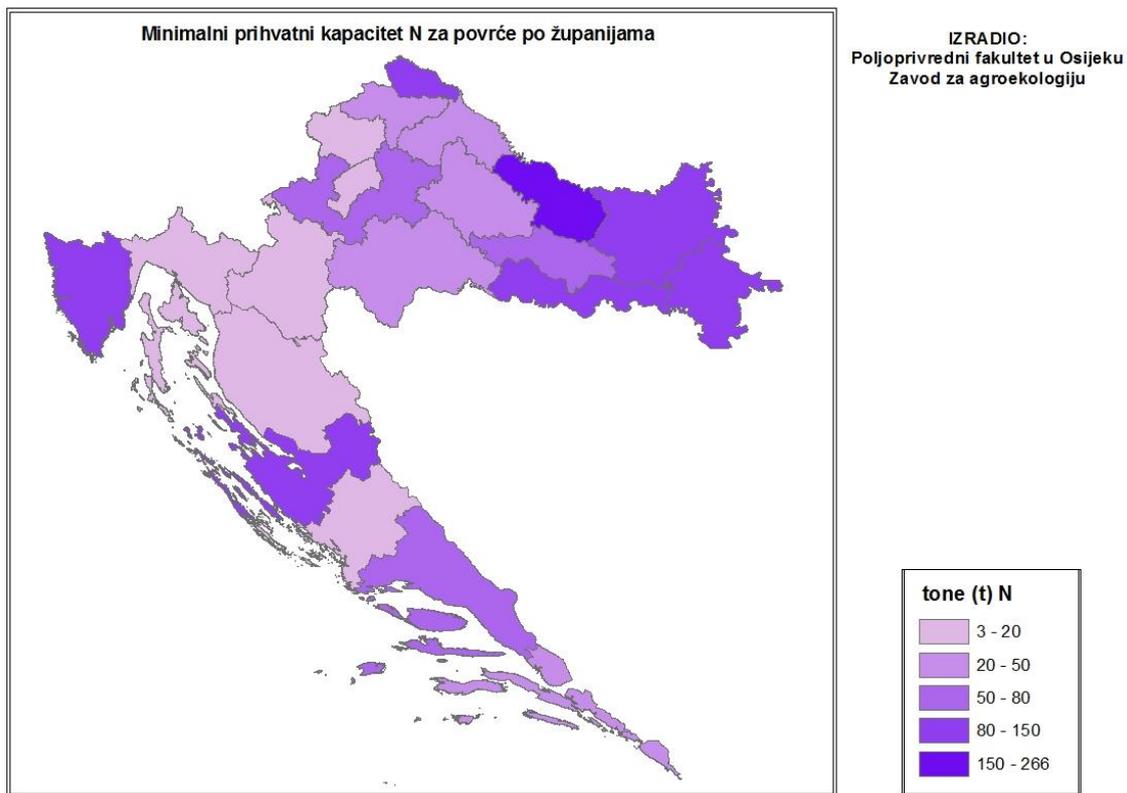
Zadarska 7,29 %, Istarska 7,03 % i Brodsko-posavska 6,13 % s procijenjenom primjenom od 70,20 % ukupno utrošenog N u gnojidbi povrća u RH.

Navedeni su utrošci ukupnog dušika u proizvodnji povrća u skladu s prihvatnim kapacitetima županija. Ukupni je maksimalni prihvatni kapacitet svih površina pod povrćem u RH 5.799 t N, što znači da je procijenjena trenutna godišnja potrošnja ukupno procijenjenog N u gnojidbi povrća na razini 85,45 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta županije (tablica 32). Najviša je razina gnojidbe dušikom procijenjena u Osječko-baranjskoj županiji, a iznosi 99,25 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta, 8 je županija na razini 80-96 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta, a 6 je županija po ukupnoj gnojidbi povrća dušikom na razini ispod 80 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta. Najniža je razina gnojidbe povrća dušikom u Ličko-senjskoj županiji i iznosi 65,08 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta županije. Ukupni je prosječni prihvatni kapacitet svih površina pod povrćem u RH 3.479 t N, a minimalni prihvatni kapacitet (slika 8) je 1.392 t N, što znači da je procijenjena trenutna potrošnja mineralnog N u gnojidbi povrća na razini 142 % prosječnog i 356 % minimalnog prihvatnog kapaciteta. Bilanca procijenjene gnojidbe povrća u RH (tablica 33), kao razlika primijenjenog N i maksimalnih prihvatnih kapaciteta, iznosi 844 t N. To znači da se na 23.194 ha poljoprivrednih površina u RH pod povrćem (1,23 % korištenih poljoprivrednih površina) može maksimalno povećati gnojidba dušikom za još 844 t N (44 kg/ha). Ukupna mogućnost povećanja gnojidbe povrća u RH prema prosječnom prihvatnom kapacitetu kao i prema minimalnim prihvatnim kapacitetima nije moguća.

Tablica 32. Maksimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu povrća dušikom po županijama

Županija	Maksimalni prihvatni kapaciteti u t N (MaxPK)	% od prihvatnih kapaciteta RH	Procjena N gnojidbe kao % od MaxPK
Bjelovarsko-bilogorska	176	3,04	95,92
Brodsko-posavska	375	6,47	80,99
Dubrovačko-neretvanska	129	2,22	75,52
Grad Zagreb	74	1,28	86,22
Istarska	448	7,73	77,79
Karlovačka	72	1,25	80,08
Koprivničko-križevačka	159	2,73	74,85
Krapinsko-zagorska	62	1,07	79,25
Ličko-senjska	45	0,78	65,08
Međimurska	618	10,66	91,53
Osječko-baranjska	541	9,34	99,25
Požeško-slavonska	301	5,18	81,59
Primorsko-goranska	11	0,19	67,12
Sisačko-moslavačka	116	2,00	90,78

Splitsko-dalmatinska	249	4,29	75,53
Šibensko-kninska	28	0,49	73,70
Varaždinska	146	2,52	88,99
Virovitičko-podravska	1.110	19,13	81,05
Vukovarsko-srijemska	481	8,30	96,09
Zadarska	435	7,50	83,00
Zagrebačka	221	3,82	87,65
UKUPNO	5.799	100	



Slika 8. Minimalni prihvatni kapaciteti gnojidbe povrća dušikom (u t N) po županijama

Tablica 33. Prosječni i minimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu povrća dušikom, te procijenjene bilance gnojidbe dušikom prema strukturi po županijama

Županija	Prosječni prihvatni kapaciteti u t N	Minimalni prihvatni kapaciteti u t N	Bilanca gnojidbe i maksimalnog kapaciteta u t N	Bilanca gnojidbe i minimalnog kapaciteta u t N
Bjelovarsko-bilogorska	106	42	-7	127
Brodsko-posavska	225	90	-71	214
Dubrovačko-neretvanska	77	31	-32	66
Grad Zagreb	44	18	-10	46
Istarska	269	108	-100	241
Karlovačka	43	17	-14	41
Koprivničko-križevačka	95	38	-40	81
Krapinsko-zagorska	37	15	-13	34
Ličko-senjska	27	11	-16	19
Međimurska	371	148	-52	418
Osječko-baranjska	325	130	-4	407

Požeško-slavonska	180	72	-55	173
Primorsko-goranska	7	3	-4	5
Sisačko-moslavačka	70	28	-11	78
Splitsko-dalmatinska	149	60	-61	128
Šibensko-kninska	17	7	-7	14
Varaždinska	88	35	-16	95
Virovitičko-podravska	666	266	-210	633
Vukovarsko-srijemska	289	115	-19	347
Zadarska	261	104	-74	257
Zagrebačka	133	53	-27	141
UKUPNO	3.479	1.392	-844	3.563

Najveći su preostali maksimalni prihvatni kapaciteti u Primorsko-goranskoj županiji (87 kg/ha), a najmanji u Osječko-baranjskoj županiji (2 kg/ha).

Procijenjena je gnojidba veća od prosječnih i minimalnih prihvatnih županijskih kapaciteta u svim županijama. Prikazani rezultati znače da bi prosječna gnojidba dušikom bila samo 13 kg/ha iznad Akcijskim planom dozvoljenih vrijednosti jedino kada bi na 182 ha površina pod povrćem u Ličko-senjskoj županiji bilo mahunasto, lukovičasto, lisnato, korijenasto gomoljasto, poriluk i plodovito, a uz prosječnu gnojidbu 150 kg/ha N (tablica 34).

Tablica 34. Preostali prihvatni kapaciteti (maksimalni, prosječni i minimalni) za povećanje gnojidbe povrća dušikom prema strukturi po županijama

Županija	Preostali maksimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)	Preostali prosječni prihvatni kapaciteti (kg/ha)	Preostali minimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)	
Bjelovarsko-bilogorska	10	-90	-79	
Brodsko-posavska	48	-52	-42	
Dubrovačko-neretvanska	61	-39	-28	
Grad Zagreb	34	-66	-55	
Istarska	56	-44	-34	
Karlovačka	50	-50	-39	
Koprivničko-križevačka	63	-37	-26	
Krapinsko-zagorska	52	-48	-37	
Ličko-senjska	87	-13	-2	
Međimurska	21	-79	-68	
Osječko-baranjska	2	-98	-87	
Požeško-slavonska	46	-54	-43	
Primorsko-goranska	82	-18	-7	
Sisačko-moslavačka	23	-77	-66	
Splitsko-dalmatinska	61	-39	-28	
Šibensko-kninska	66	-34	-23	
Varaždinska	28	-72	-62	
Virovitičko-podravska	47	-53	-42	
Vukovarsko-srijemska	10	-90	-79	
Zadarska	42	-58	-47	
Zagrebačka	31	-69	-58	
PROSJEK	44	-56	-45	

7.4.12 Vinogradi

Procijenjene su poljoprivredne površine u Republici Hrvatskoj pod vinogradima na 35.950 ha. Najveće procijenjene površine su u 5 primorskih županija: Istarska 5.845 ha (16,26 %), Dubrovačko-neretvanska 2.987 ha (8,31 %), Splitsko-dalmatinska 2.740 ha (7,62 %), Zadarska 2.391 ha (6,65 %), Šibensko-kninska 2.013 ha (5,60 %), 3 istočnohrvatske županije: Osječko-baranjska 3.287 (9,14 %), Vukovarsko-srijemska 2.407 ha (6,69 %), Požeško-slavonska 1.951 ha (5,34 %) te 3 središnjohrvatske županije: Krapinsko-zagorska 2.628 ha (7,31 %), Varaždinska 2.323 ha (6,46 %), Zagrebačka 2.134 ha (5,94 %). Na zajedno ukupno 11 županija imamo 85,41 % vinogradarskih površina u RH od čega na 5 primorskih županije otpada ukupno 44,44 %, na 3 istočnohrvatske županije 21,26 % te na županije središnje hrvatske 19,71 % površina pod vinogradima.

Na površinama pod vinogradima u RH procijenjena je ukupna godišnja potrošnja dušika u količini 1.878 t N, od toga je 1.638 t (51,86 %) u obliku mineralnih gnojiva i 1.521 t (48,14 %) u obliku organskih gnojiva. Sukladno površinama i distribucija utroška N najveća je u istim županijama (16,09 % Istarska, 9,69 % Osječko-baranjska, 6,16 % Dubrovačko-neretvanska, 7,38 % Splitsko-dalmatinska, 7,91 % Krapinsko-zagorska, 7,47 % Vukovarsko-srijemska, 5,12 % Zadarska, 7,52 % Varaždinska, 6,03 % Zagrebačka, 6,05 % Šibensko-kninska i 5,48% Požeško-slavonska) s procijenjenom primjenom 84,90 % ukupno utrošenog ukupnog N u gnojidbi vinograda u RH. Ukupni je maksimalni prihvatni kapacitet svih procijenjenih površina pod vinogradima u RH 3.595 t N, što znači da je procijenjena trenutna potrošnja ukupnog N u gnojidbi vinograda na razini 87,88 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta (tablica 35).

Tablica 35. Maksimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu vinograda dušikom po županijama

Županija	Maksimalni prihvatni kapaciteti u t N (MaxPK)	% od prihvatnih kapaciteta RH	Procjena N gnojidbe kao % od MaxPK
Bjelovarsko-bilogorska	55	1,52	92,80
Brodsko-posavska	68	1,90	81,85
Dubrovačko-neretvanska	299	8,31	65,18
Grad Zagreb	23	0,65	98,08
Istarska	584	16,26	86,99
Karlovačka	31	0,86	87,64
Koprivničko-križevačka	117	3,25	86,41
Krapinsko-zagorska	263	7,31	95,06
Ličko-senjska	3	0,08	91,32
Međimurska	95	2,65	101,42
Osječko-baranjska	329	9,14	93,09

Požeško-slavonska	195	5,43	88,82
Primorsko-goranska	24	0,67	89,72
Sisačko-moslavačka	60	1,68	91,14
Splitsko-dalmatinska	274	7,62	85,03
Šibensko-kninska	201	5,60	94,91
Varaždinska	232	6,46	102,27
Virovitičko-podravska	48	1,32	90,95
Vukovarsko-srijemska	241	6,69	98,08
Zadarska	239	6,65	67,66
Zagrebačka	213	5,94	89,32
UKUPNO	3.595	100	

Najviša je razina gnojidbe dušikom procijenjena u Varaždinskoj županiji a iznosi 102,27 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta te u Međimurskoj 101,42 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta, 15 je županija je na razini ispod 100, a iznad 80 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta, a 2 su županije po ukupnoj gnojidbi vinograda dušikom na razini ispod 70 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta. Najniža je razina gnojidbe vinograda dušikom u Dubrovačko-neretvanskoj županiji i iznosi 65,18 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta županije.

Udio organskog N u županijskim prihvatnim kapacitetima najveći je u Varaždinskoj županiji (62,27 %), a slijedi Međimurska županija (61,42 %). Skupinu županija s više od 50 % udjela organskog dušika u prihvatnim kapacitetima predstavljaju Krapinsko-zagorska (55,06 %), Šibensko-kninska (54,91 %), Ličko-senjska (51,32 %) i Virovitičko-podravska (50,95 %), slijedi 8 županija sa više od 40 % udjela organskog dušika te 5 županija sa više od 30 % udjela organskog dušika na površinama pod vinogradima. Samo Zadarska županija ima 27,66 % udjela organskog dušika dok je najmanji udio organskog dušika u prihvatnom kapacitetu u Dubrovačko-neretvanskoj županiji (15,18 %).

Bilanca procijenjene gnojidbe vinograda u RH (tablica 36), kao razlika primijenjenog N i maksimalnih prihvatnih kapaciteta, iznosi 436 t N. To znači da se na 35.950 ha poljoprivrednih površina u RH (1,90 % korištenih poljoprivrednih površina) pod vinogradima može maksimalno povećati gnojidba dušikom za još 436 t N (11 kg/ha).

Tablica 36. Procijenjene bilance gnojidbe vinograda dušikom i preostali maksimalni prihvatni kapaciteti po županijama

Županija	Bilanca gnojidbe i maksimalnog kapaciteta u t N	Preostali maksimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)
Bjelovarsko-bilogorska	-4	7
Brodsko-posavska	-12	18
Dubrovačko-neretvanska	-104	35

Grad Zagreb	0	2
Istarska	-76	13
Karlovačka	-4	12
Koprivničko-križevačka	-16	14
Krapinsko-zagorska	-13	5
Ličko-senjska	0	9
Međimurska	1	-1
Osječko-baranjska	-23	7
Požeško-slavonska	-22	11
Primorsko-goranska	-2	10
Sisačko-moslavačka	-5	9
Splitsko-dalmatinska	-41	15
Šibensko-kninska	-10	5
Varaždinska	5	-2
Virovitičko-podravska	-4	9
Vukovarsko-srijemska	-5	2
Zadarska	-77	32
Zagrebačka	-23	11
UKUPNO	-436	

Navedene su vrijednosti agrotehnički vrlo značajne jer prikazuju mogućnost ograničene uporabe dodatnih količina dušika u vinogradima koristeći organska i mineralna gnojiva (Karažija i sur., 2011). Najveći su preostali maksimalni prihvatni kapaciteti u Dubrovačko-neretvanskoj (35 kg/ha) i Zadarskoj županiji (32 kg/ha). Skupinu od 8 županija s prihvatnim kapacitetima višim od 10 kg/ha predvodi Brodsko-posavska županija, a u čak 9 županija se vrijednosti kreću u rasponu od 2 kg/ha u Gradu Zagrebu i Vukovarsko-srijemskoj županiji do 9 kg/ha u Ličko-senjskoj i Virovitičko-podravskoj županiji.

Procijenjena je gnojdba veća od maksimalnih prihvatnih županijskih kapaciteta samo u Međimurskoj (1 kg/ha) i Varaždinskoj županiji (2 kg/ha), dok je jednaka maksimalnim prihvatnim kapacitetima u Ličko-senjskoj županiji i Gradu Zagrebu. Prikazani rezultati znače da je gnojdba dušikom u Međimurskoj i Varaždinskoj županiji iznad Akcijskim planom dozvoljenih vrijednosti, a u Ličko-senjskoj i Gradu Zagrebu jednaka maksimalnim graničnim vrijednostima unosa dušika.

7.4.13 Voćnjaci

Procijenjene su poljoprivredne površine u Republici Hrvatskoj pod voćnjacima (jabuke, kruške, šljive, trešnje, jagode, maline, kupine i borovnice) na 27.780 ha. Najveći udio površina se odnosi na 8 županija: Osječko-baranjska 5.116 ha (18,42 %), Vukovarsko-srijemska 2.049 ha (7,38 %), Brodsko-posavska 2.360 ha (8,50 %), Virovitičko-podravska 2.071 ha (7,45 %), Bjelovarsko-bilogorska 2.032 ha (7,31 %), Požeško-slavonska 2.017 ha

(7,26 %), Sisačko moslavačka 1.742 ha (6,27 %) i Zagrebačka 1.393 ha (5,01 %), a zajedno iznose ukupno 67,61 % površina pod voćnjacima u RH.

Na površinama pod voćnjacima je procijenjena ukupna godišnja potrošnja 3.524 t N u od čega u obliku mineralnih gnojiva 2.010 t (57,03 %) i 1.514 t (42,97 %) u obliku organskih gnojiva. Sukladno površinama i distribucija utroška ukupnog N najveća je u navedenih 8 županijama procijenjenom primjenom 68,68 % ukupno utrošenog N u gnojidbi voćnjaka u RH. Najveći udio u potrošnji dušika je 19,66 % u Osječko-baranjskoj županiji, a najniži 5,36 % u Zagrebačkoj.

Navedeni su utrošci ukupnog N u skladu s prihvatnim kapacitetima županija. Ukupni je maksimalni prihvatni kapacitet svih površina pod voćnjacima u RH 4.167 t N, što znači da je procijenjena trenutna potrošnja mineralnog N u gnojidbi voćnjaka na razini 84,57 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta (tablica 37).

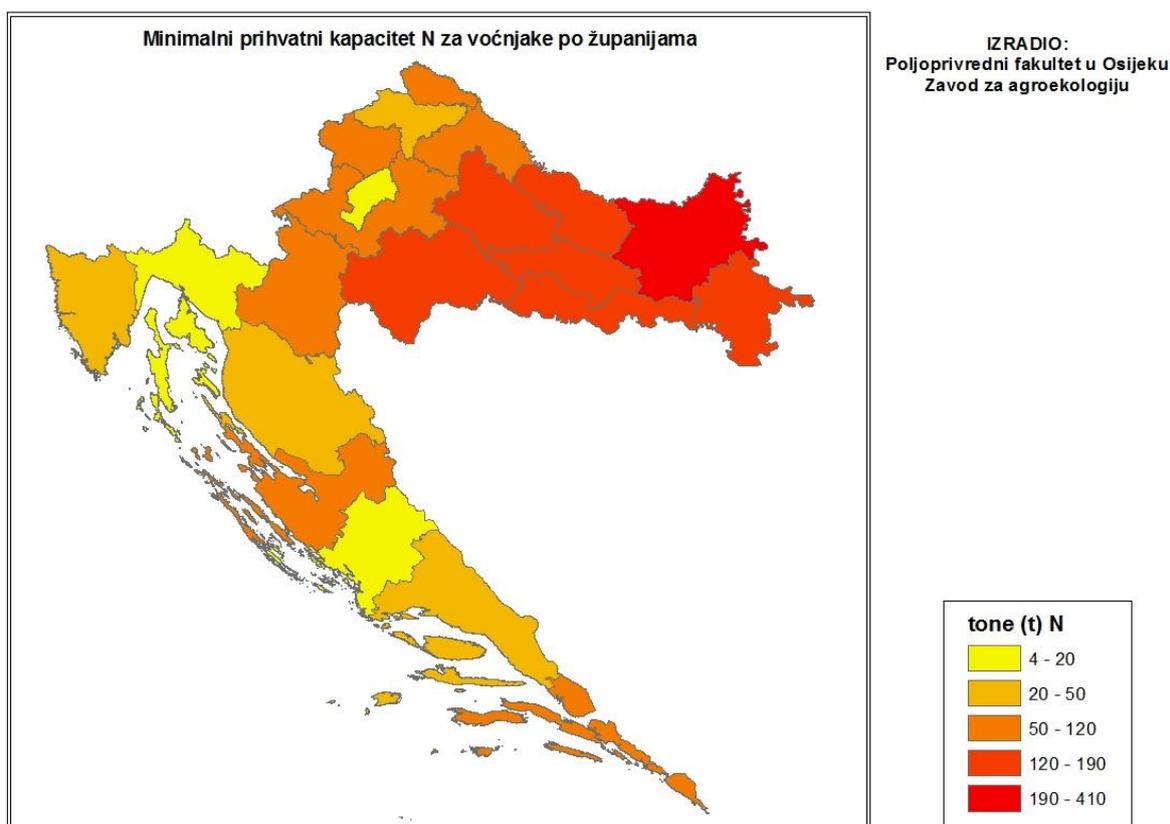
Najviša je razina gnojidbe dušikom procijenjena u Koprivničko-križevačkoj županiji 93,50 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta, a u još 3 županije je procijenjena razina gnojidbe dušikom više od 90 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta, 16 je županija na razini 71,61-89,08 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta, a Ličko-senjska je županija po ukupnoj gnojidbi voćnjaka dušikom na razini od 46,35 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta županije.

Ukupni je prosječni prihvatni kapacitet svih površina pod voćnjacima u RH 3.195 t N, a minimalni prihvatni kapacitet je 2.222 t N, što znači da je procijenjena trenutna potrošnja mineralnog N u gnojidbi voćnjaka na razini 110,32 % prosječnog i 158,6 % minimalnog prihvatnog kapaciteta (slika 9).

Tablica 37. Maksimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu voćnjaka dušikom po županijama

Županija	Maksimalni prihvatni kapaciteti u t N (MaxPK)	% od prihvatnih kapaciteta RH	Procjena N gnojidbe kao % od MaxPK
Bjelovarsko-bilogorska	305	7,31	78,43
Brodsko-posavska	354	8,50	83,61
Dubrovačko-neretvanska	195	4,69	71,61
Grad Zagreb	28	0,66	87,27
Istarska	55	1,33	75,62
Karlovačka	132	3,16	90,70
Koprivničko-križevačka	159	3,82	93,50
Krapinsko-zagorska	140	3,35	88,15
Ličko-senjska	88	2,12	46,35
Međimurska	167	4,02	88,28
Osječko-baranjska	767	18,42	90,25

Požeško-slavonska	303	7,26	89,08
Primorsko-goranska	8	0,18	79,23
Sisačko-moslavačka	261	6,27	87,54
Splitsko-dalmatinska	84	2,02	85,99
Šibensko-kninska	35	0,84	84,65
Varaždinska	85	2,05	89,01
Virovitičko-podravska	311	7,45	79,35
Vukovarsko-srijemska	307	7,38	84,31
Zadarska	173	4,16	77,18
Zagrebačka	209	5,01	90,37
UKUPNO	4.167	100	



Slika 9. Minimalni prihvatni kapaciteti u gnojidbi voćnjaka dušikom (u t N) po županijama

Bilanca procijenjene gnojidbe voćnjaka u RH, kao razlika primijenjenog N i maksimalnih prihvatnih kapaciteta, iznosi 643 t N. To znači da se na 27.780 ha poljoprivrednih površina u RH (1,47 % korištenih poljoprivrednih površina) pod voćnjacima može maksimalno povećati gnojidba dušikom za još 643 t N (26 kg/ha). Međutim, ne postoji mogućnost za povećanje gnojidbe voćnjaka u RH prema prosječnom i minimalnom prihvatnom kapacitetu izuzev u Ličko-senjskoj županiji gdje se ukupno može povećati gnojidba za svega 6 t N (tablica 38).

Tablica 38. Prosječni i minimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu voćnjak dušikom, te procijenjene bilance gnojidbe dušikom po županijama

Županija	Prosječni prihvatni kapaciteti u t N	Minimalni prihvatni kapaciteti u t N	Bilanca gnojidbe i maksimalnog kapaciteta u t N	Bilanca gnojidbe i minimalnog kapaciteta u t N
Bjelovarsko-bilogorska	234	163	-66	77
Brodsko-posavska	271	189	-58	107
Dubrovačko-neretvanska	150	104	-55	36
Grad Zagreb	21	15	-4	9
Istarska	42	30	-14	12
Karlovačka	101	70	-12	49
Koprivničko-križevačka	122	85	-10	64
Krapinsko-zagorska	107	74	-17	49
Ličko-senjska	68	47	-47	-6
Međimurska	128	89	-20	58
Osječko-baranjska	588	409	-75	283
Požeško-slavonska	232	161	-33	108
Primorsko-goranska	6	4	-2	2
Sisačko-moslavačka	200	139	-33	89
Splitsko-dalmatinska	64	45	-12	27
Šibensko-kninska	27	19	-5	11
Varaždinska	65	46	-9	30
Virovitičko-podravska	238	166	-64	81
Vukovarsko-srijemska	236	164	-48	95
Zadarska	133	92	-40	41
Zagrebačka	160	111	-20	77
UKUPNO	3.195	2.222	-643	1.302

Najveći su preostali maksimalni prihvatni kapaciteti u Ličko-senjskoj županiji (80 kg/ha), Dubrovačko-neretvanskoj (43 kg/ha), Istarskoj (37 kg/ha) i Zadarskoj županiji (32 kg/ha), a najmanji u Koprivničko-križevačkoj (10 kg/ha).

Procijenjena je gnojidba veća za 1-25 kg/ha od prosječnih prihvatnih županijskih kapaciteta u svim županijama osim u Ličko senjskoj županiji (45 kg/ha N), Dubrovačko-neretvanskoj (8 kg/ha) i Istarskoj (2 kg/ha). Procijenjena gnojidba niža je od minimalnih prihvatnih kapaciteta u Ličko-senjskoj županiji, neznatno premašuje minimalne prihvatne kapacitete u Dubrovačko-neretvanskoj županiji, a u drugim županijama veća je od minimalnih prihvatnih kapaciteta za 13-40 kg/ha (tablica 39).

Tablica 39. Preostali prihvatni kapaciteti (maksimalni, prosječni i minimalni) za povećanje gnojidbe voćnjaka dušikom prema strukturi po županijama

Županija	Preostali maksimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)	Preostali prosječni prihvatni kapaciteti (kg/ha)	Preostali minimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)
Bjelovarsko-bilogorska	32	-3	-18
Brodsko-posavska	25	-10	-25
Dubrovačko-neretvanska	43	8	-7
Grad Zagreb	19	-16	-31
Istarska	37	2	-13
Karlovačka	14	-21	-36
Koprivničko-križevačka	10	-25	-40
Krapinsko-zagorska	18	-17	-32
Ličko-senjska	80	45	30
Međimurska	18	-17	-32
Osječko-baranjska	15	-20	-35
Požeško-slavonska	16	-19	-34
Primorsko-goranska	31	-4	-19
Sisačko-moslavačka	19	-16	-31
Splitsko-dalmatinska	21	-14	-29
Šibensko-kninska	23	-12	-27
Varaždinska	16	-19	-34
Virovitičko-podravska	31	-4	-19
Vukovarsko-srijemska	24	-11	-26
Zadarska	34	-1	-16
Zagrebačka	14	-21	-36
PROSJEK	26	-9	-24

7.4.14 Maslinici

Procijenjene su poljoprivredne površine u Republici Hrvatskoj pod maslinicima na 29.811 ha. Najveći udio površina očekivano se odnosi na 7 primorskih županija: Splitsko-dalmatinska (24,67 %), Dubrovačko-neretvanska (23,1 %), Istarska (20,09 %), Šibensko-kninska (13,09 %), Zadarska (11,31 %) i Primorsko-goranska (6,36 %), a najmanje površine pod maslinicima su u Ličko-senjskoj županiji (1,15 %).

Na površinama pod maslinicima procijenjena ukupna godišnja potrošnja 3.186 t N u obliku mineralnih gnojiva 2.398 t (75,28 %) i organskih gnojiva 788 t (24,72 %). Utrošak N najveći je u Splitsko-dalmatinskoj županiji (25,41 %), a zatim slijede Istarska (20,80 %), Dubrovačko-neretvanska (20,70 %), Šibensko-kninska (13,16 %), Zadarska (12,10 %), Primorsko-goranska (6,83 %) te Ličko-senjska županija (1,00 %) s najnižim procijenjenim utroškom N u gnojidbi maslinika u RH.

Ukupni je maksimalni prihvatni kapacitet svih površina pod maslinicima u RH 2.981 t N, što znači da je procijenjena trenutna potrošnja ukupnog N u gnojidbi maslinika na razini 106,9 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta (tablica 40).

Tablica 40. Maksimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu voćnjaka dušikom po županijama

Županija	Maksimalni prihvatni kapaciteti u t N (MaxPK)	% od prihvatnih kapaciteta RH	Procjena N gnojidbe kao % od MaxPK
Bjelovarsko-bilogorska			
Brodsko-posavska			
Dubrovačko-neretvanska	695	23,31	94,89
Grad Zagreb			
Istarska	599	20,09	110,62
Karlovačka			
Koprivničko-križevačka			
Krapinsko-zagorska			
Ličko-senjska	34	1,15	92,58
Međimurska			
Osječko-baranjska			
Požeško-slavonska			
Primorsko-goranska	190	6,36	114,70
Sisačko-moslavačka			
Splitsko-dalmatinska	735	24,67	110,08
Šibensko-kninska	390	13,09	107,38
Varaždinska			
Virovitičko-podravska			
Vukovarsko-srijemska			
Zadarska	337	11,31	114,31
Zagrebačka			
UKUPNO	2.981	100	

Najviša je razina gnojidbe dušikom procijenjena u Primorsko-goranskoj županiji, a iznosi 114,70 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta. Najniža je razina gnojidbe maslinika dušikom u Ličko-senjskoj županiji i iznosi 92,58 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta Županije. Dakle u 5 od 7 županija procijenjena trenutna potrošnja dušika u gnojidbi maslinika viša je za 0,62-14,71 % od maksimalnih županijskih prihvatnih kapaciteta.

Bilanca procijenjene gnojidbe maslinika u RH (tablica 41), kao razlika primijenjenog N i maksimalnih prihvatnih kapaciteta, iznosi 205 t N. To znači da se na 29.811 ha poljoprivrednih površina u RH (1,65 % korištenih poljoprivrednih površina) pod maslinicima ne može povećati gnojidba dušikom jer je procijenjena potrošnja već za 205 t N veća od maksimalnog kapaciteta unosa (tablica 41).

Najveći su preostali maksimalni prihvatni kapaciteti u Dubrovačko-neretvanskoj županiji 35 t i Ličko senjskoj županiji 3 t.

Procijenjena je gnojidba veća od maksimalnih prihvatnih županijskih kapaciteta u Primorsko-goranskoj, Zadarskoj, Istarskoj, Splitsko-dalmatinskoj i Šibensko-kninskoj županiji. Prikazani rezultati znače da je trenutno procijenjena gnojidba maslinika veća od maksimalnih vrijednosti dozvoljenih Akcijskim planom za 7 kg/ha u Šibensko-kninskoj odnosno 15 kg/ha u Primorsko-goranskoj županiji. Istovremeno, uslijed ukupne procijenjene gnojidbe maslinika dušikom u količini od 5 kg/ha iznad trenutno procijenjene u Dubrovačko-neretvanskoj županiji te 7 kg/ha u Ličko-senjskoj županiji dosegle bi se Akcijskim planom dozvoljene vrijednosti dušika u gnojidbi maslinika (tablica 41).

Tablica 41. Procijenjene bilance gnojidbe dušikom i preostali prihvatni kapaciteti za povećanje gnojidbe maslinika po županijama

Županija	Bilanca gnojidbe i maksimalnog prihvatnog kapaciteta u t N	Preostali maksimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)
Bjelovarsko-bilogorska		
Brodsko-posavska		
Dubrovačko-neretvanska	-35	5
Grad Zagreb		
Istarska	64	-11
Karlovačka		
Koprivničko-križevačka		
Ličko-senjska	-3	7
Krapinsko-zagorska		
Međimurska		
Osječko-baranjska		
Požeško-slavonska		
Primorsko-goranska	28	-15
Sisačko-moslavačka		
Splitsko-dalmatinska	74	-10
Šibensko-kninska	29	-7
Varaždinska		
Virovitičko-podravska		
Vukovarsko-srijemska		
Zadarska	48	-14
Zagrebačka		
UKUPNO	205	-6

7.4.15. Livade

Procijenjene su poljoprivredne površine u Republici Hrvatskoj pod livadama na 288.451 ha. Najveći udio površina se odnosi na županije: Ličko-senjska 56.072 ha (19,44 %), Sisačko-

moslavačka 37.080 ha (12,85 %), Karlovačka 24.591 ha (8,53 %), Bjelovarsko-bilogorska 17.974 ha (6,23 %), Krapinsko-zagorska 16.999 ha (5,89 %), Koprivničko-križevačka 16.468 ha (5,71 %), Zagrebačka 15.301 ha (5,30 %), a zajedno ukupno 63,96 % površina livada u RH.

Na ukupnim površinama pod livadama je procijenjena ukupna godišnja potrošnja 16.811 t N u obliku organskih gnojiva 5.670 t (33,73 %) i u obliku mineralnih gnojiva 11.141 t (66,27 %). Sukladno površinama i distribucija utroška N najveća je u županijama: Sisačko-moslavačka 12,17 %, Bjelovarsko-bilogorska 11,84 %, Koprivničko-križevačka 8,91 %, Ličko-senjska 8,32 %, Karlovačka 6,85 %, Virovitičko-podravska 5,92 %, Zagrebačka 5,60 %, a zajedno ukupno sa 59,61 % utrošenog N u gnojidbi livada u RH.

Ukupni je maksimalni prihvatni kapacitet svih površina pod livadama u RH 92.304 t N, što znači da je procijenjena trenutna potrošnja mineralnog N u gnojidbi livada na razini 18,21 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta (tablica 42).

Tablica 42. Maksimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu livada dušikom po županijama

Županija	Maksimalni prihvatni kapaciteti u t N (MaxPK)	% od prihvatnih kapaciteta RH	Procjena N gnojidbe kao % od MaxPK
Bjelovarsko-bilogorska	5.752	6,23	34,60
Brodsko-posavska	940	1,02	39,20
Dubrovačko-neretvanska	428	0,46	13,10
Grad Zagreb	1.360	1,47	15,12
Istarska	3.517	3,81	23,10
Karlovačka	7.869	8,53	14,64
Koprivničko-križevačka	5.270	5,71	28,42
Krapinsko-zagorska	5.440	5,89	14,37
Ličko-senjska	17.943	19,44	7,79
Međimurska	3.354	3,63	23,02
Osječko-baranjska	880	0,95	58,71
Požeško-slavonska	3.121	3,38	24,55
Primorsko-goranska	3.882	4,21	9,61
Sisačko-moslavačka	11.866	12,85	17,24
Splitsko-dalmatinska	2.350	2,55	14,84
Šibensko-kninska	2.262	2,45	16,45
Varaždinska	3.310	3,59	16,88
Virovitičko-podravska	3.567	3,86	27,91
Vukovarsko-srijemska	429	0,47	59,29
Zadarska	3.869	4,19	15,61
Zagrebačka	4.896	5,30	19,24
UKUPNO	92.304	100	

Najviša je razina gnojidbe livada dušikom procijenjena u Vukovarsko-srijemskoj županiji 59,29 %, a slijedi Osječko-baranjska županija sa 58,71 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta. U 7 županija razina gnojidbe livada je na 23,10-39,20 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta,

a 6 je županija po ukupnoj gnojdbi livada dušikom na razini ispod 19,24 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta. Najniža je razina gnojidbe livada dušikom u Ličko-senjskoj županiji 7,79 % i Primorsko-goranskoj županiji i iznosi 9,61 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta Županije.

Ukupni je prosječni prihvatni kapacitet svih površina pod livadama u RH 70.190 t N, a minimalni prihvatni kapacitet je 49.037 t N, što znači da je procijenjena trenutna potrošnja mineralnog N u gnojdbi livada na razini 23,95 % prosječnog i 34,28 % minimalnog prihvatnog kapaciteta (tablica 43).

Bilanca procijenjene gnojidbe livada u RH, kao razlika primijenjenog N i maksimalnih prihvatnih kapaciteta, iznosi 75.493 t N. To znači da se na 288.451 ha poljoprivrednih površina u RH (15,25 % korištenih poljoprivrednih površina) pod livadama može maksimalno povećati gnojidba dušikom za još 75.493 t N (260 kg/ha). Ukupna mogućnost povećanja gnojidbe livada u RH prema prosječnom prihvatnom kapacitetu ukupno iznosi 53.379 t N (180 kg/ha), a prema minimalnim prihvatnim kapacitetima i dalje preostaje mogućnost povećanja gnojidbe dušikom od 1.346 t N (110 kg/ha).

Tablica 43. Prosječni i minimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu livada dušikom, te procijenjene bilance gnojidbe dušikom po županijama

Županija	Prosječni prihvatni kapaciteti u t N	Minimalni prihvatni kapaciteti u t N	Bilanca gnojidbe i maksimalnog kapaciteta u t N	Bilanca gnojidbe i minimalnog kapaciteta u t N
Bjelovarsko-bilogorska	4.374	3.056	-3.762	-1.066
Brodsko-posavska	715	499	-571	-131
Dubrovačko-neretvanska	325	227	-372	-171
Grad Zagreb	1.034	723	-1.155	-517
Istarska	2.674	1.868	-2.704	-1.056
Karlovačka	5.984	4.180	-6.717	-3.028
Koprivničko-križevačka	4.007	2.800	-3.772	-1.302
Krapinsko-zagorska	4.137	2.890	-4.658	-2.108
Ličko-senjska	13.644	9.532	-16.545	-8.134
Međimurska	2.550	1.782	-2.582	-1.010
Osječko-baranjska	669	468	-363	49
Požeško-slavonska	2.373	1.658	-2.355	-892
Primorsko-goranska	2.952	2.062	-3.509	-1.689
Sisačko-moslavačka	9.023	6.304	-9.820	-4.258
Splitsko-dalmatinska	1.787	1.248	-2.001	-900
Šibensko-kninska	1.720	1.202	-1.890	-830
Varaždinska	2.517	1.759	-2.752	-1.200
Virovitičko-podravska	2.712	1.895	-2.571	-899
Vukovarsko-srijemska	326	228	-175	26

Zadarska	2.942	2.056	-3.265	-1.451
Zagrebačka	3.723	2.601	-3.954	-1.659
UKUPNO	70.190	49.037	-75.493	-32.225

Navedene su vrijednosti agrotehnički vrlo značajne jer prikazuju mogućnost uporabe tekućih organskih gnojiva (gnojovke i gnojnice) i mineralnih gnojiva na površinama pod livadama. Najveći su preostali maksimalni prihvatni kapaciteti u svim županijama (199-299 kg/ha), a najmanji u Osječko-baranjskoj županiji (179 kg/ha).

Procijenjena je gnojidba manja i od minimalnih prihvatnih kapaciteta u svim županijama. Samo u Osječko-baranjskoj županiji i Vukovarsko-srijemskoj, postoji rizik od prekomjerne gnojidbe 2-kosnih livada ukoliko se primjene prosječne količine od 243 kg/ha dušika (tablica 44).

Tablica 44. Preostali prihvatni kapaciteti (maksimalni, prosječni i minimalni) za povećanje gnojidbe livada dušikom prema strukturi po županijama

Županija	Preostali maksimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)	Preostali prosječni prihvatni kapaciteti (kg/ha)	Preostali minimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)
Bjelovarsko-bilogorska	219	142	69
Brodsko-posavska	223	147	73
Dubrovačko-neretvanska	299	222	149
Grad Zagreb	275	199	125
Istarska	255	179	105
Karlovačka	277	200	127
Koprivničko-križevačka	242	165	92
Krapinsko-zagorska	275	198	125
Ličko-senjska	297	220	147
Međimurska	248	172	98
Osječko-baranjska	179	103	29
Požeško-slavonska	248	171	98
Primorsko-goranska	297	220	147
Sisačko-moslavačka	274	197	124
Splitsko-dalmatinska	297	221	147
Šibensko-kninska	297	221	147
Varaždinska	272	195	122
Virovitičko-podravska	237	160	87
Vukovarsko-srijemska	199	123	49
Zadarska	297	220	147
Zagrebačka	263	186	113
PROSJEK	260	184	110

7.4.16 Pašnjaci

Procijenjene su poljoprivredne površine u Republici Hrvatskoj pod pašnjacima na 486.527 ha. Najveći udio površina se odnosi na 7 županija sa zajedno ukupno 85,86 % površina

pašnjaka u RH: Zadarska 21,40 %, Šibensko-kninska 16,63 %, Splitsko-dalmatinska 13,31 %, Sisačko-moslavačka 10,35 %, Ličko-senjska 7,02 %, Primorsko-goranska 6,49 %, Karlovačka 5,99 % i Dubrovačko-neretvanska 4,67 %.

Na površinama pod pašnjacima procijenjena je ukupna godišnja potrošnja 12.297 t N u obliku mineralnih gnojiva. Sukladno površinama i distribucija utroška mineralnog N najveća je u županijama Zadarska 16,94 %, Šibensko-kninska 13,16 %, Sisačko-moslavačka 12,29 %, Splitsko-dalmatinska 10,53 %, Istarska 8,69 %, Karlovačka 7,11 %, Ličko-senjska 5,56 % s procijenjenom primjenom 74,27 % ukupno utrošenog mineralnog N u gnojidbi pašnjaka u RH (tablica 60).

Ukupni je maksimalni prihvatni kapacitet svih površina pod pašnjacima u RH 116.766 t N, što znači da je procijenjena trenutna potrošnja mineralnog N u gnojidbi pašnjaka na razini 10,50 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta (tablica 45).

Tablica 45. Maksimalni prihvatni kapaciteti za gnojidbu pašnjaka dušikom po županijama

Županija	Maksimalni prihvatni kapaciteti u t N (MaxPK)	% od prihvatnih kapaciteta RH	Procjena N gnojidbe kao % od MaxPK
Bjelovarsko-bilogorska	980	0,84	25,00
Brodsko-posavska	558	0,48	20,83
Dubrovačko-neretvanska	5.447	4,67	8,33
Grad Zagreb	771	0,66	12,50
Istarska	5.128	4,39	20,83
Karlovačka	6.994	5,99	12,50
Koprivničko-križevačka	2.873	2,46	20,83
Krapinsko-zagorska	744	0,64	12,50
Ličko-senjska	8.202	7,02	8,33
Međimurska	408	0,35	20,83
Osječko-baranjska	385	0,33	20,83
Požeško-slavonska	1.135	0,97	20,83
Primorsko-goranska	7.580	6,49	8,33
Sisačko-moslavačka	12.085	10,35	12,50
Splitsko-dalmatinska	15.540	13,31	8,33
Šibensko-kninska	19.420	16,63	8,33
Varaždinska	1.867	1,60	12,50
Virovitičko-podravska	678	0,58	20,83
Vukovarsko-srijemska	368	0,31	20,83
Zadarska	24.991	21,40	8,33
Zagrebačka	612	0,52	12,50
UKUPNO	116.766	100	

Najviša je razina gnojidbe dušikom procijenjena u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji, a iznosi 25,00 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta, 8 je županija na razini 20,3 %, 6 na razini 12,5 %

maksimalnog prihvatnog kapaciteta. Najniža je razina gnojidbe pašnjaka dušikom u 6 županija na razini 8,33 % maksimalnog prihvatnog kapaciteta Županije.

Bilanca procijenjene gnojidbe pašnjaka u RH (tablica 46), kao razlika primijenjenog N i maksimalnih prihvatnih kapaciteta, iznosi 104.470 t N. To znači da se na 486.527 ha poljoprivrednih površina u RH (25,72 % korištenih poljoprivrednih površina) pod pašnjacima može maksimalno povećati gnojidba dušikom za još 104.470 t N (204 kg/ha).

Tablica 46. Procijenjene bilance gnojidbe dušikom i preostali maksimalni prihvatni kapaciteti za povećanje gnojidbe pašnjaka dušikompo županijama

Županija	Bilanca gnojidbe i maksimalnog kapaciteta u t N	Preostali maksimalni prihvatni kapaciteti (kg/ha)
Bjelovarsko-bilogorska	-735	180
Brodsko-posavska	-442	190
Dubrovačko-neretvanska	-4.993	220
Grad Zagreb	-674	210
Istarska	-4.060	190
Karlovačka	-6.120	210
Koprivničko-križevačka	-2.274	190
Krapinsko-zagorska	-651	210
Ličko-senjska	-7.519	220
Međimurska	-323	190
Osječko-baranjska	-305	190
Požeško-slavonska	-898	190
Primorsko-goranska	-6.948	220
Sisačko-moslavačka	-10.575	210
Splitsko-dalmatinska	-14.245	220
Šibensko-kninska	-17.802	220
Varaždinska	-1.634	210
Virovitičko-podravaska	-537	190
Vukovarsko-srijemska	-291	190
Zadarska	-22.909	220
Zagrebačka	-536	210
UKUPNO	-104.470	204

Navedene su vrijednosti agrotehnički vrlo značajne jer prikazuju mogućnost uporabe tekućih organskih gnojiva (gnojovke i gnojnice) i mineralnih gnojiva na površinama pod pašnjacima. Najveći preostali maksimalni prihvatni kapaciteti od 220 kg/ha su u 6 županija, slijedi 6 županija sa 210 kg/ha i 8 županija sa 190 kg/ha. Najmanji preostali maksimalnim kapacitet ima Bjelovarsko-bilogorska županija, a iznosi 180 kg/ha.

7.5 Zaključak

Prihvatni kapaciteti gnojidbe dušikom ukupno su značajno veći od procijenjene ukupne potrošnje dušika. Tako je ukupna potrošnja na razini 42,09 % maksimalnog, odnosno 52,11 % minimalnog kapaciteta unosa dušika.

Izračuni prihvatnih kapaciteta i bilanci gnojidbe ukazuju na mogućnost gotovo dvostrukog (1,98 puta) povećanja ukupne gnojidbe do razine minimalnog prihvatnog kapaciteta, odnosno 2,37 puta do razine maksimalnog prihvatnog kapaciteta uz optimalnu raspodjelu gnojiva prema poljoprivrednim kulturama. Pri tome se čak 68 % preostalog prihvatnog kapaciteta dozvoljenih Akcijskim planom odnosi na pašnjake (39,7 %) i livade (28,7 %). Na ratarsku se proizvodnju odnosi 30,8 % preostalog prihvatnog kapaciteta, a na povrće, maslinike, voćnjake i vinograde samo 0,7 %.

Potencijalno povećanje gnojidbe dušikom do maksimalnih količina dozvoljenih Akcijskim planom značajno je zbog moguće primjene dopunskih količina dušika iz organskih gnojiva u pojedinim županijama. Tako je potencijal povećanja procijenjene organske gnojidbe vrlo značajan i u Osječko-baranjskoj (72 %), Zagrebačkoj (92 %) i Bjelovarsko-bilogorskoj županiji (95 %) u kojima je značajno manji nego u ostalim županijama.

Ukupne količine utrošenog organskog dušika moguće je povećati 2,75 puta do minimalnih prihvatnih kapaciteta, 3,60 puta do prosječnih i 4,62 puta do maksimalnih prihvatnih kapaciteta korištenih poljoprivrednih površina u Republici Hrvatskoj.

Najveći kapacitet gnojidbe dušikom utvrđen je za pašnjake (25,69 %), slijede kukuruz (24,49 %), livade (20,31 %), strne žitarice (12,77 %) i krmne kulture (7,55 %). Navedenih 5 grupa poljoprivrednih kultura čini 90,81 % prihvatnih kapaciteta gnojidbe dušikom.

Ukupna procijenjena potrošnja dušika veća je od maksimalnog prihvatnog kapaciteta unosa dušika jedino u maslinicima (106,9 % prihvatnih kapaciteta). Međutim, procijenjena ukupna potrošnja dušika za maslinike, voćnjake i povrće je iznad minimalnih prihvatnih kapaciteta, što je posljedica značajnih razlika u Akcijskim planom dopuštenih količina u gnojidbi različitih grupa povrća i vrsta voća.

7.6 Literatura

Bertić, B., Lončarić, Z., Vukadinović, V., Vukobratović, Ž., Vukadinović, V. (2007): Winter wheat yield responses to mineral fertilization. *Cereal Research Communications*. 35 (2): 245-248.

Bertić, B., Lončarić, Z., Vukadinović, V., Vukobratović, Ž., Vukobratović, M., Teklić, T. (2006): Maize yield responses to mineral fertilization. *Cereal Research Communications*. 34 (1): 405-408.

Habuš Jerčić, I., Barić, M., Kereša, S., Mihovilović, A., Poljak, M. (2011): Effects of water deficit on chlorophyll content, relative water content and grain yield of six Croatian winter wheat genotypes. *Novenytermeles*. 60, 1; 333-337.

Horvat, T., Poljak, M., Lazarević, B., Svečnjak, Z., Halilović, S., Karažija, T. (2012): Utjecaj folijarnih gnojiva na prinos i strukturu prinosa gomolja krumpira (*Solanum tuberosum* L.). *Glasnik zaštite bilja*. 35, 3; 38-43.

Karažija, T., Ćosić, T., Horvat, T., Poljak, M., Lazarević, B. (2011): Utjecaj organske gnojidbe na količinu i dinamiku kalija u listu vinove loze (*Vitis vinifera* L.) na karbonatnom tlu. Zbornik radova 46. hrvatskog i 6. međunarodnog simpozija agronoma. Zagreb : Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, 2011. 112-115.

Lončarić, Z., Csatho, P., Vukadinović, V., Rekasi, M., Vukobratović, M., Ragaly, P., Đurđević, B., Filep, T. (2009): Soil productivity determination and fertilizer recommendations in Croatia and Hungary. *Proceedings of the 7th International Symposium on Plant-Soil Interactions at Low pH*. Hong, L., Xiaolong, Y., Kochian, L. (ur.). Guangzhou, Kina: South China University of Technology Press, 2009. 37-38.

Lončarić, Z., Lončarić, R. (2006): Computer System for Fertilizer Recommendation and Economic analyses of Field Vegetable Ecological Production in Croatia. *Acta Horticulturae*. 700: 217-220.

Lončarić, Z., Popović, B., Ivezić, V., Karalić, K., Manojlović, M., Čabilovski, R., Lončarić, R. (2014): Mineralna i organska gnojidba na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima u pograničnome području Hrvatske i Srbije. Zbornik radova 49. Hrvatskog I 9. Međunarodnog

simpozija agronoma. Marić, S., Lončarić, Z. (ur.). Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Osijeku, Osijek. 77-81.

Lončarić, Z., Rastija, D., Karalić, K., Popović, B. (2006): Mineral fertilization and liming impact on maize and wheat yield. *Cereal Research Communications*. 34 (1): 717-720.

Lončarić, Z., Vukadinović, V., Bertić, B., Kovačević, V. (2006): The simulation model of winter wheat organic matter production. *International Conference Climate Change: Impacts and Responses in Central and Eastern European Countries. Conference Proceedings*. Lang, I., Farago, T., Ivanyi, Z. (ed.). Pecs. Hungarian Academy of Sciences, Hungarian Ministry of Environment and Water, The Regional Environmental Center for central and Eastern Europe. 115-121.

Lončarić, Z., Vukobratović, M., Popović, B., Karalić, K., Vukobratović, Ž. (2009): Computer model for evaluation of plant nutritional and environment values of organic fertilizers. *Cereal Research Communications*. 37 (Supplement 1): 617-620.

Poljak, M., Herak Čustić, M., Horvat, T., Čoga, L., Majić, A. (2007): Effects of nitrogen nutrition on potato tuber composition and yield. *Cereal Research Communications*. 35, 2 Part 2; 937-940.

Poljak, M., Lazarević, B., Horvat, T. (2012): Impact of nitrogen fertilization and in-row seed distance on potato yield, tuber size and N recovery. *Acta Horticulturae*. 960; 417-424.

Rastija, D., Lončarić, Z., Vidaček, Ž., Bensa, A. (2007): Liming and fertilization impact on nutrient removal by maize and winter wheat. *Cereal Research Communications*. 35 (2): 985-988.

Redžepović, S., Čolo, J., Blažinkov, M., Poljak, M., Pecina, M., Sikora, S., Šeput, M. (2006): Effect of inoculation and growth regulator on soybean yield and photosynthetic pigment content. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 71, 3; 75-80.

8 KORIŠTENJE POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA I POLJOPRIVREDA KAO POKAZATELJ POTENCIJALNOG PRITISKA NA VODE

Autori:

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

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

Marina Bubalo, mag.aedif., Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za melioracije

Dr. sc. Vlado Kušan, Oikon d.o.o. Zagreb

8.1 Uvod

Osnovna podloga za procjenu pritiska poljoprivrede na vode jest svakako analiza poljoprivrednog zemljišta – raspoloživost, način i intenzitet korištenja, prostorna distribucija unutar administrativnih granica u RH, prirodna ranjivost i drugo. Poljoprivredni prostor u Hrvatskoj zbog prirodnih i drugih različitosti nije raspoređen jednolično. Poljoprivredne regije su jasno izražene premda nisu službeno proglašene.

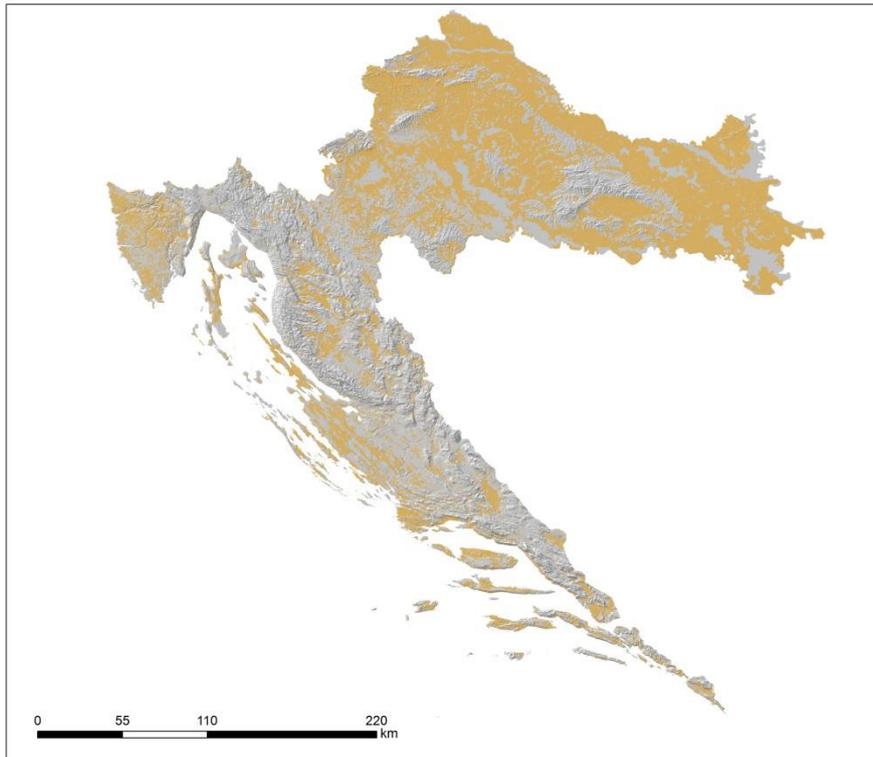
Po definiciji u najužem smislu, poljoprivredno zemljište je obradivo zemljište koje se redovito koristi za biljnu proizvodnju, sa ili bez navodnjavanja. Sama riječ poljoprivreda odnosi se na širu skupinu načina korištenja resursa uključujući sve oblike biljne i stočarske proizvodnje. U najširem smislu, poljoprivredno zemljište uključuje svo zemljište koje ljudima donosi korist putem proizvodnje hrane, krme, mesa, bio-goriva i drugih sirovina (World Agricultural Census, FAO, 1995). Svaki od tih načina korištenja zemljišta može imati različite utjecaje na okoliš.

Stoga je cilj ovog poglavlja prikazati pregled poljoprivrednog prostora RH s kartografskim prikazom svih karakteristika odgovornih za osjetljivost i intenzitet pritiska na vode.

8.2 Podloge za procjenu pritiska na vode

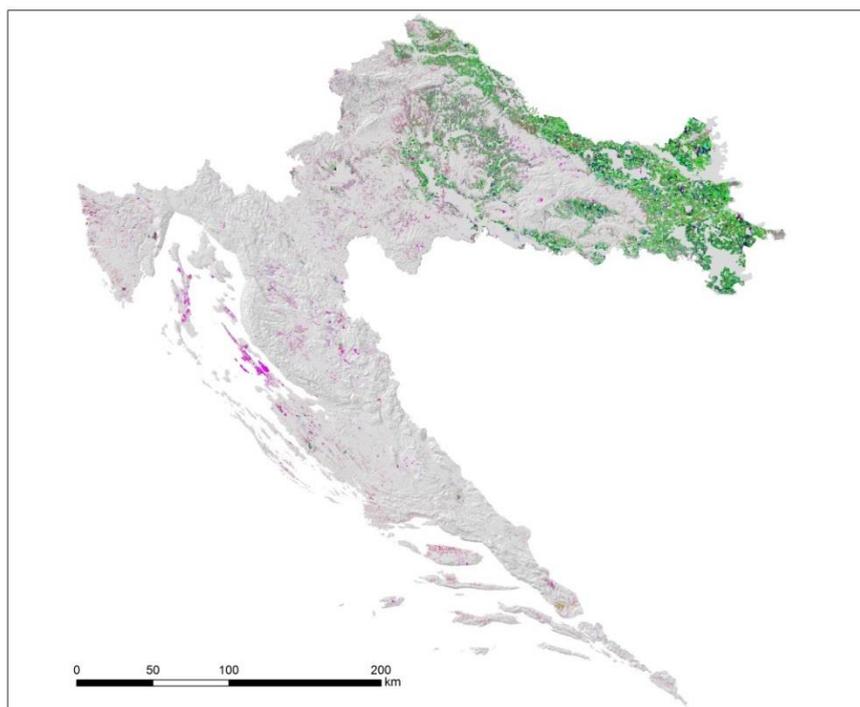
Sukladno zahtjevu i obvezama koje proizlaze iz članstva EU, vlada RH usvojila je Nacionalni program za uspostavu sustava za identifikaciju zemljišnih čestica (LPIS) upravo s ciljem kvantificiranja poljoprivrednog prostora. Navedeni sustav predstavlja grafičku evidenciju svih zemljišnih površina koje se koriste za poljoprivrednu proizvodnju i njegovom

uspostavom na uvid su stavljeni stvarni podaci o korištenju poljoprivrednih površina na teritoriju RH. U poglavlju 3 je navedena metodika izrade LPIS inicijalnog sloja kojim su kartirane kategorije poljoprivrednog korištenja zemljišta i koji je poslužio kao podloga za uspostavu ARKOD-a – nacionalnog sustava identifikacije zemljišnih parcela u RH. Prema LPIS-u, potencijalni prostor za poljoprivrednu proizvodnju evidentiran je na 1.789.984 ha (slika 1).

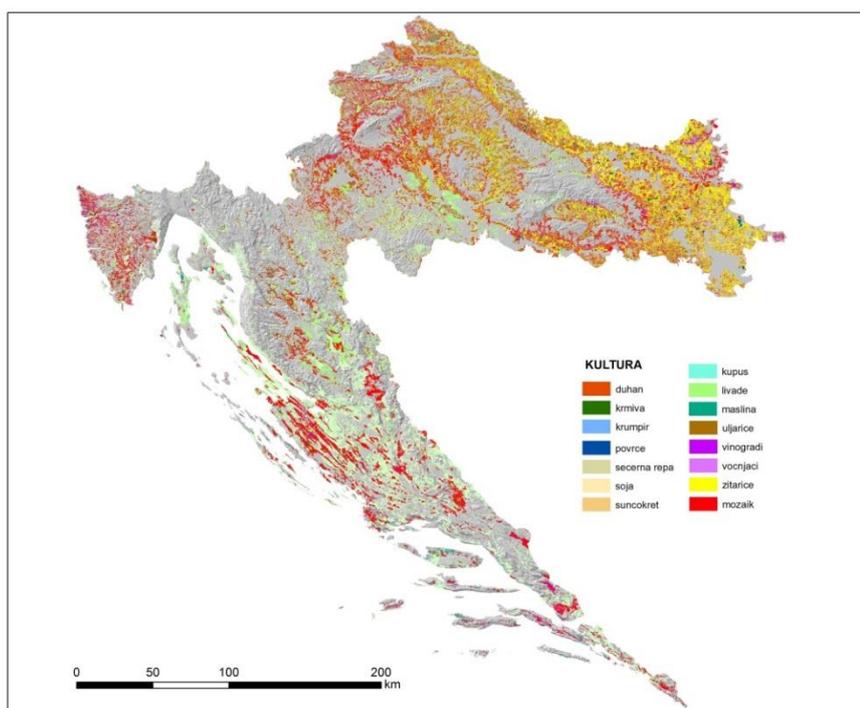


Slika 1. Inicijalni sloj LPIS-a u Republici Hrvatskoj (označen žuto)

ARKOD je dinamičan sustav u kojem se evidentiraju promjene načina korištenja poljoprivrednih parcela i to onih poljoprivrednih proizvođača koji su uključeni u sustav. Nadalje, on služi i za usklađivanje i evidenciju potpora koje poljoprivredni proizvođači dobivaju bilo iz zajedničkih EU ili nacionalnih izvora. Do sada je putem AKORD sustava registrirano 1.023.628 ha poljoprivrednog zemljišta (slika 2).

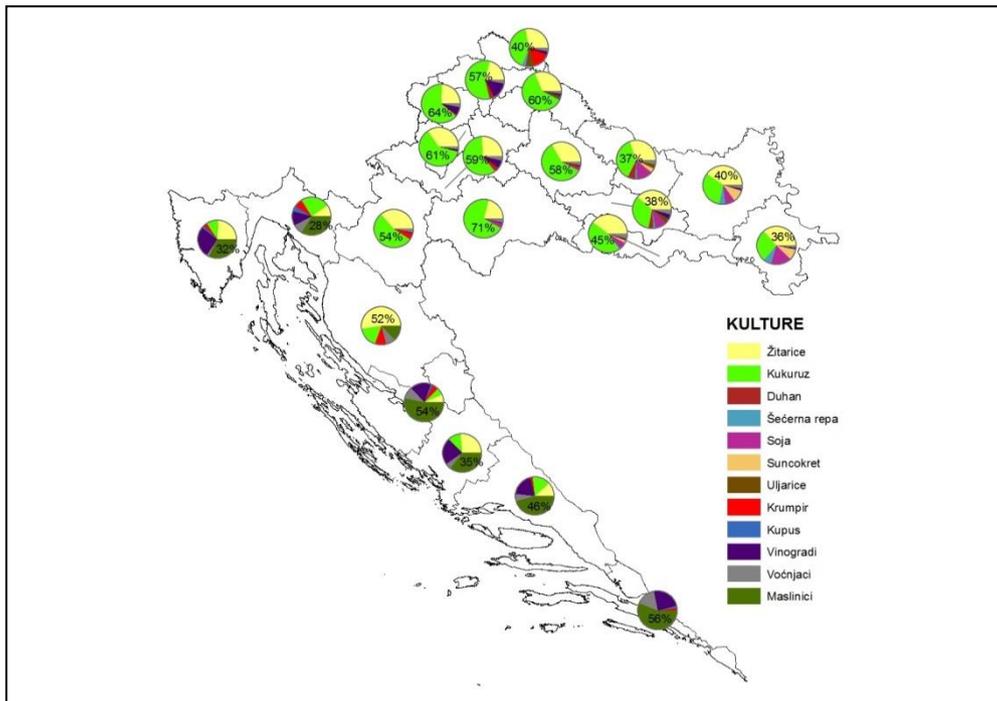


Slika 2. AKORD parcele po kulturama u RH (Izvor: Agencija za plaćanje u poljoprivredi)
 Primjenom metodologije koja je detaljno obrazložena u poglavlju 3, Korištenje poljoprivrednih površina u RH, proizvedena je karta korištenja poljoprivrednih površina u 2012. godini (slika 3) i bila je temelj za daljnje analize biljne poljoprivredne proizvodnje.



Slika 3. Korišteno poljoprivredno zemljište po kulturama u RH za 2012. godinu

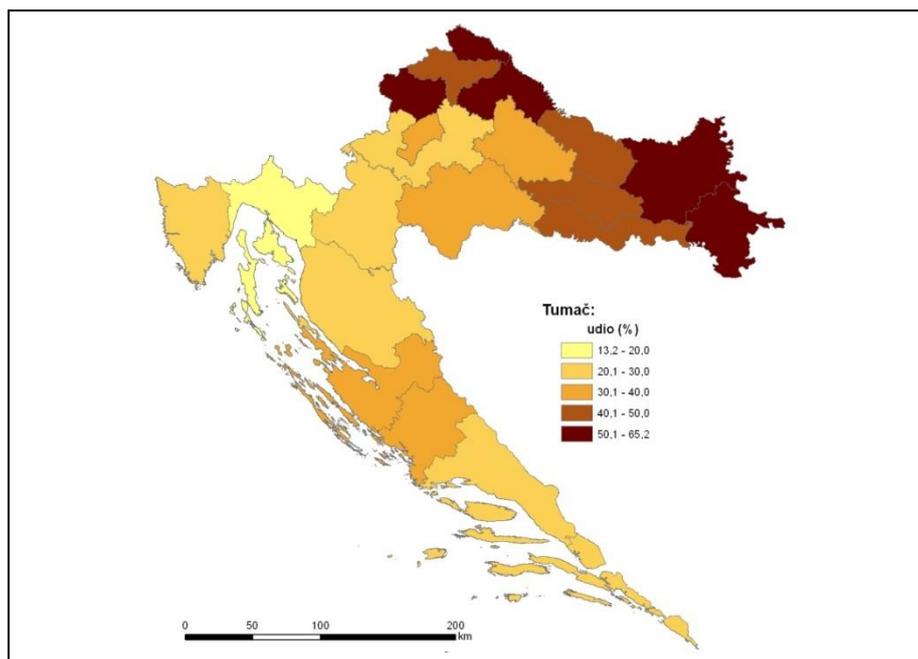
U sljedećem koraku provedena je analiza zastupljenosti poljoprivrednih kultura po županijama u RH (slika 4).



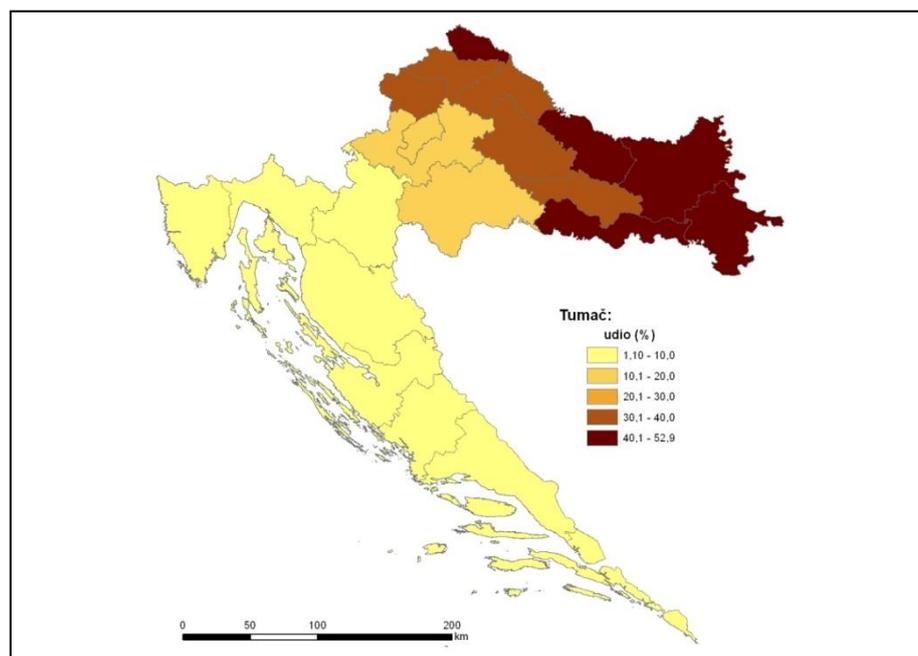
Slika 4. Način korištenja poljoprivrednih površina po županijama u RH za 2012. godinu

Iz slike 4 se vidi da na području kontinentalne Hrvatske dominiraju ratarske kulture (kukuruz i žitarice) dok na području južnih županija dominiraju drvenaste kultura (maslinici i vinogradi). Kukuruz je bio najzastupljeniji u Sisačko – moslavačkoj županiji sa 71 %, dok su žitarice dominirale u Ličko - senjskoj 52 % i Osječko - baranjskoj 40 %. Od drvenastih kultura dominiraju maslinici, a najviše u Dubrovačko – neretvanskoj sa 5 6%.

Osim udjela pojedinih kultura intenzitet poljoprivrede proizvodnje u nekom području može se izraziti i udjelom korištenog i obradivog zemljišta u ukupnoj površini općine i županije. Tako na slici 5 prikazan je udjel poljoprivrednog zemljišta u ukupnoj površini županija te se vidi da najmanje korištenog poljoprivrednog zemljišta imamo u Primorsko-goranskoj županiji (13,2 %), a najviše u Međimurskoj županiji (65,2 %).

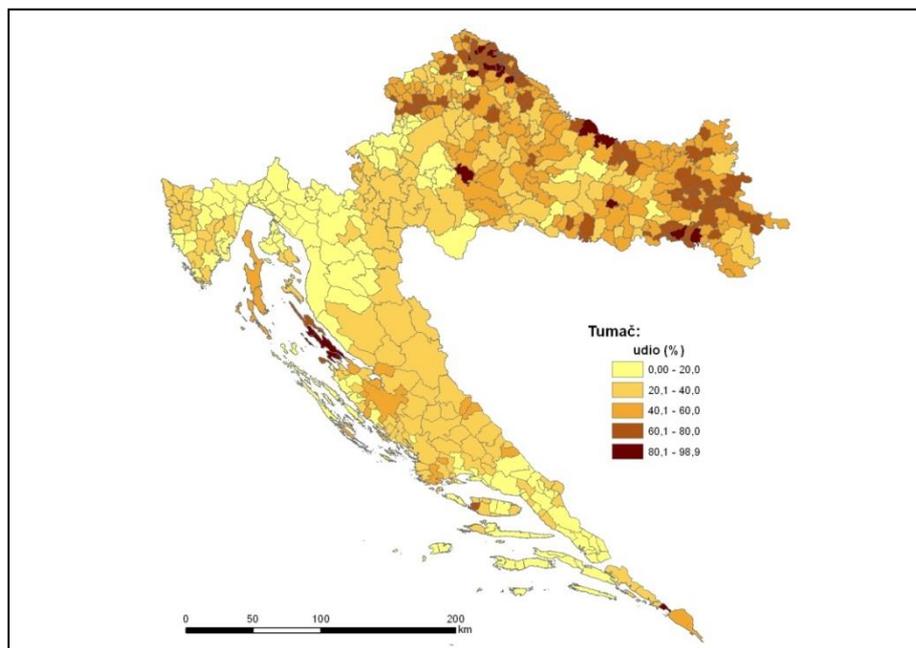


Slika 5. Udjel korištenog poljoprivrednog zemljišta u ukupnoj površini županija u RH
 Kada je provedena analiza udjela obradivog poljoprivrednog zemljišta po županijama u RH (slika 6) uočava se razlika između panonskog i krškog dijela države. Najmanji udjel obradivog zemljišta ima Primorsko-goranska županija sa svega 1,1 %, slijedi Šibensko–kninska i Zadarska sa 3,6 %. Najveći udjel obradivog zemljišta ima Vukovarsko-srijemska županija – 52,9 %, a slijede je Osječko–baranjska sa 49,5 % i Međimurska sa 48,5 %.



Slika 6. Udio obradivog poljoprivrednog zemljišta u ukupnoj površini županija u RH

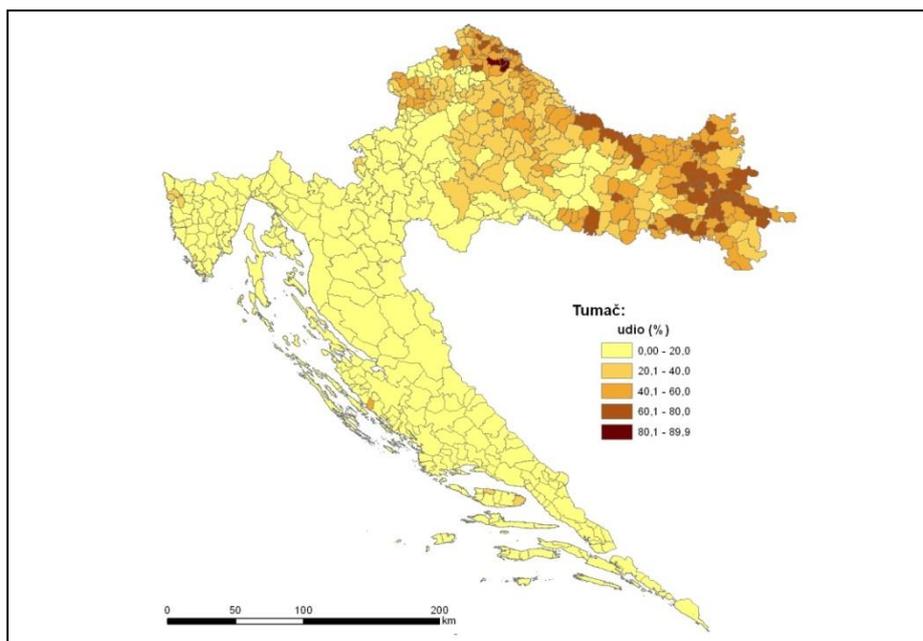
Udjel korištenog poljoprivrednog zemljišta po općinama u Republici Hrvatskoj prikazan je na slici 7.



Slika 8. Udjel korištenog poljoprivrednog zemljišta u ukupnoj površini općina u RH

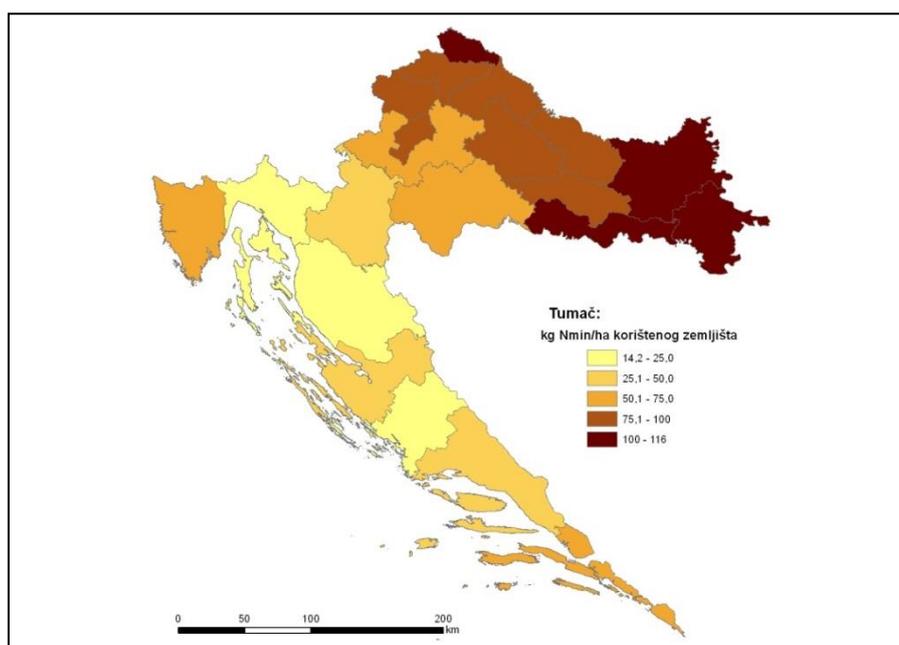
Iz slike 8 se vidi da je udjel korištenog poljoprivrednog zemljišta u ukupnoj površini općine različit u odnosu na prikaz po županijama. Neke općine na području Primorsko – goranske županije imaju od 0,1 do 0,5 % korištenog poljoprivrednog zemljišta (Kostrena, Kastav, Skrad). Najveći udio korištenog poljoprivrednog zemljišta ima općina Pribislavec 98,9 %, zatim Sveti Juraj 98,8 % i Belica 96,1 %.

Udjel obradivog poljoprivrednog zemljišta u ukupnoj površini općina prikazan je na slici 9 iz koje se vidi da najveći udjel obradivog poljoprivrednog zemljišta imaju općine u Međimurju: Sveti Juraj 89,9 % i Gornjoj Podravini: Veliki Bukovec 86,0 % i Mali Bukovec 80,7 %. Nadalje, veliki dio općina u krškom dijelu države i one u gorskim krajevima imaju udjel obradivog zemljišta manji od 20 %.



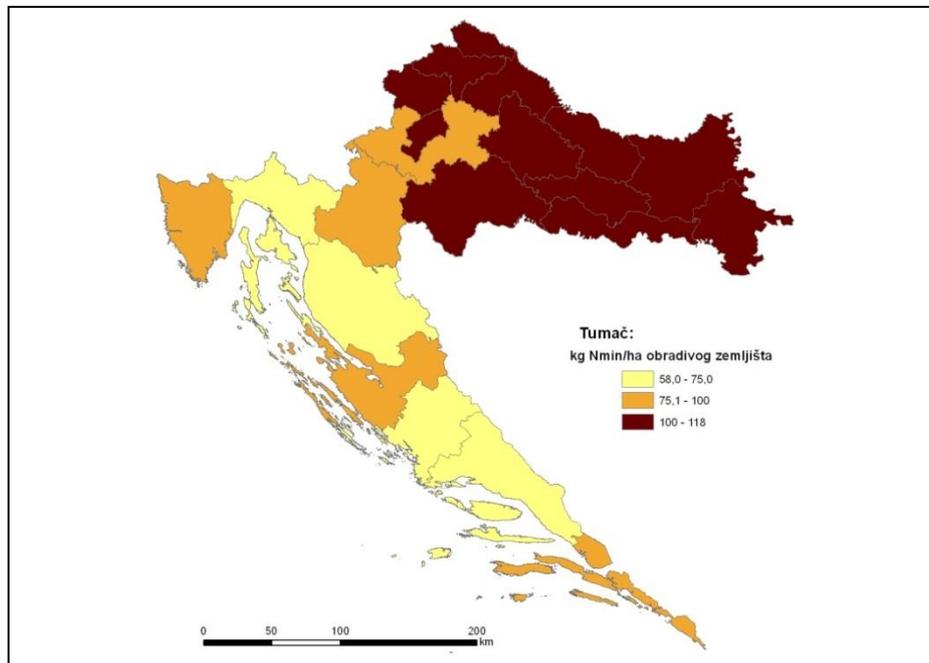
Slika 9. Udjel obradivog poljoprivrednog zemljišta u ukupnoj površini općina u RH

U poglavlju 4, Procjena pritiska dušika i fosfora iz mineralnih i organskih gnojiva, simulirana je primjena mineralnih gnojiva na korišteno poljoprivredno zemljište po županijama u Republici Hrvatskoj (slika 10) te se vidi da se najviše mineralnog gnojiva primjenjuje u istočnim županijama (Osječko–baranjskoj, Vukovarsko-srijemskoj i Brodsko–posavskoj) i u Međimurskoj sa više od 100 kg. Najmanja potrošnja je u Primorsko-goranskoj, Ličko–Senjskoj i Šibensko–Kninskoj županiji.



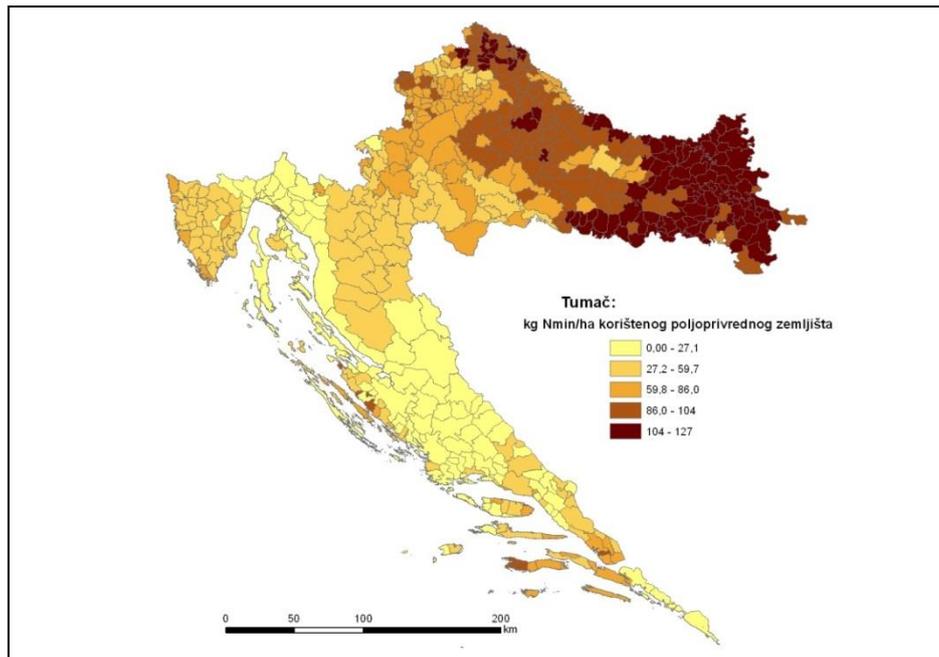
Slika 10. Potrošnja mineralnog N na korišteno poljoprivredno zemljište po županijama u RH

Kada je u pitanju primjena mineralnog N na obradivo poljoprivredno zemljište onda se uočava da se najviše N primjenjuje u kontinentalnom dijelu RH (slika 11), što je i razumljivo s obzirom na veći udjel obradivih poljoprivrednih površina, a time i intenzivniju poljoprivredu.

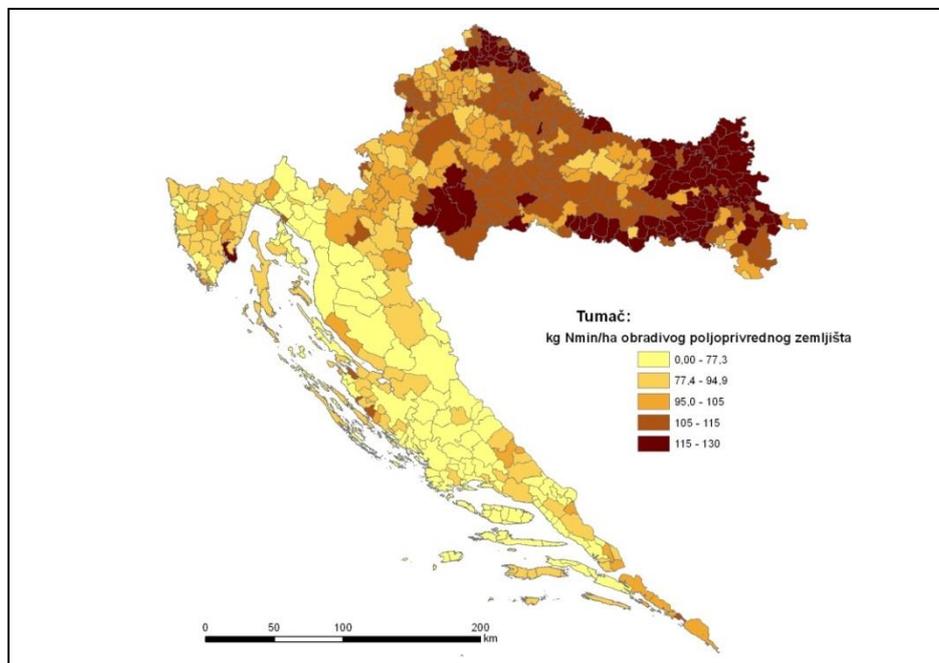


Slika 11. Potrošnja mineralnog N na obradivom poljoprivrednom zemljištu po županijama u RH

Simulacija primjene mineralnog N na korišteno poljoprivredno zemljište po općinama u RH prikazana je na slici 12. Osam općina s najmanjom primjenom mineralnog dušika nalazi se u Primorsko – goranskoj županiji, dok se najveće količine primjenjuju u dvjema općinama u Osječko-baranjskoj županiji (Beli Manastir – 126,9 kg N/ha i Vuka – 126,4 kg N/ha).

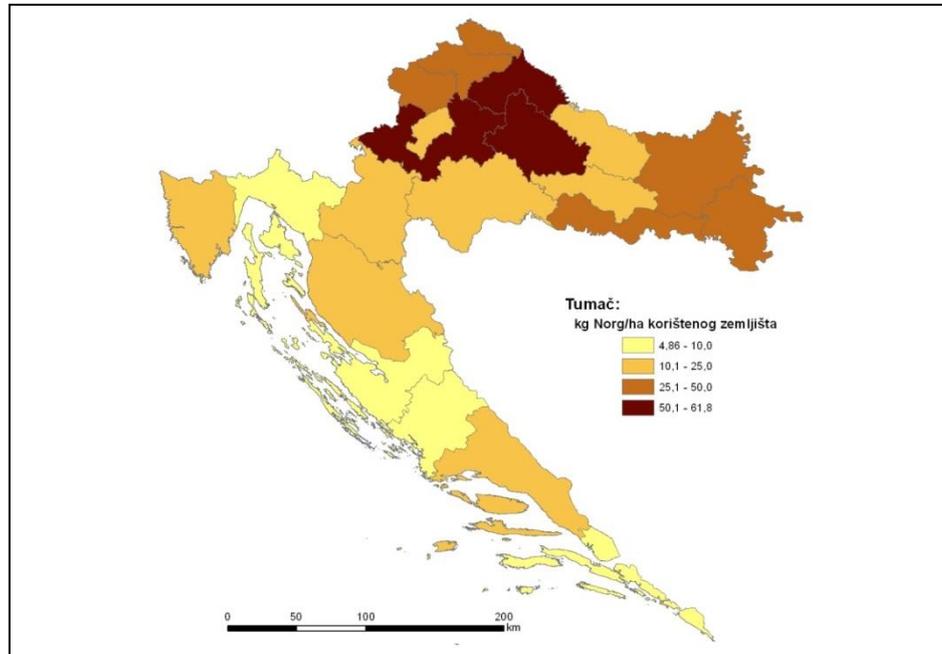


Slika 12. Potrošnja mineralnog N na korišteno poljoprivredno zemljište po općinama u RH
 Procjena primjene mineralnog N na obradivo poljoprivredno zemljište prikazano je na slici 13. Općine s najmanje korištenog N nalaze se u Primorsko-goranskoj županiji (Bakar, Crikvenica, Čavle, Viškovo i Rijeka), dok se općine s maksimalnom primjenom nalaze u Međimurskoj županiji (Pribislavec – 130,4 kg N/ha i Belica – 130,2 kg N/ha).



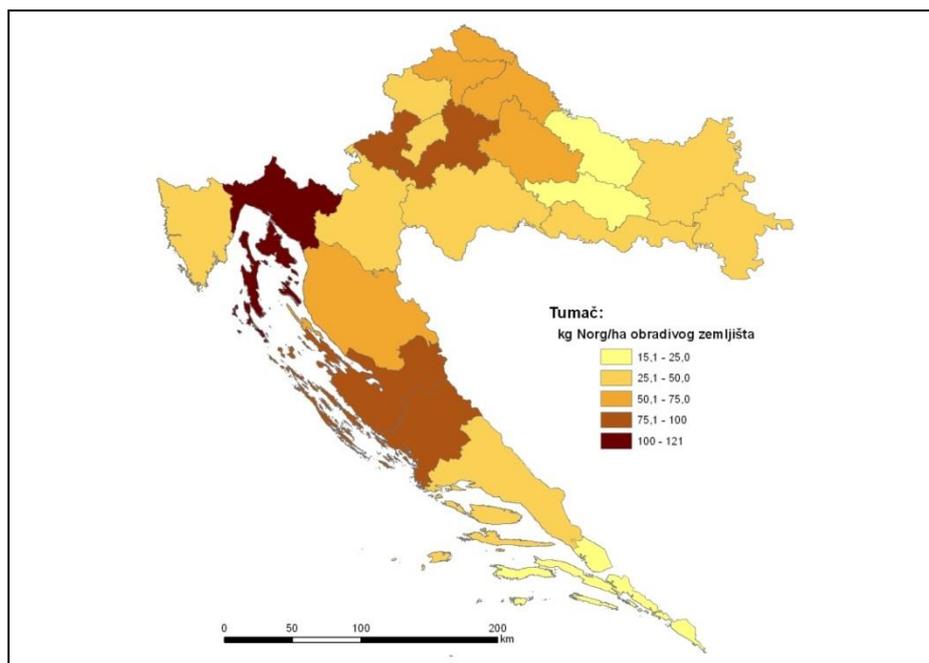
Slika 13. Potrošnja mineralnog N na obradivo poljoprivredno zemljište po općinama u RH

Simulacija raspodjele organskog N na korišteno poljoprivredno zemljište po županijama prikazana je na slici 14. Jasno je da u županijama u kojima je najintenzivnija stočarska proizvodnja najveća i primjena organskog N na korišteno poljoprivredno zemljište, a to su Bjelovarsko–bilogorska, Koprivničko-križevačka i Zagrebačka županija, dok je najmanja primjena u Primorsko -goranskoj, Zadarskoj i Šibensko–kninskoj županiji.



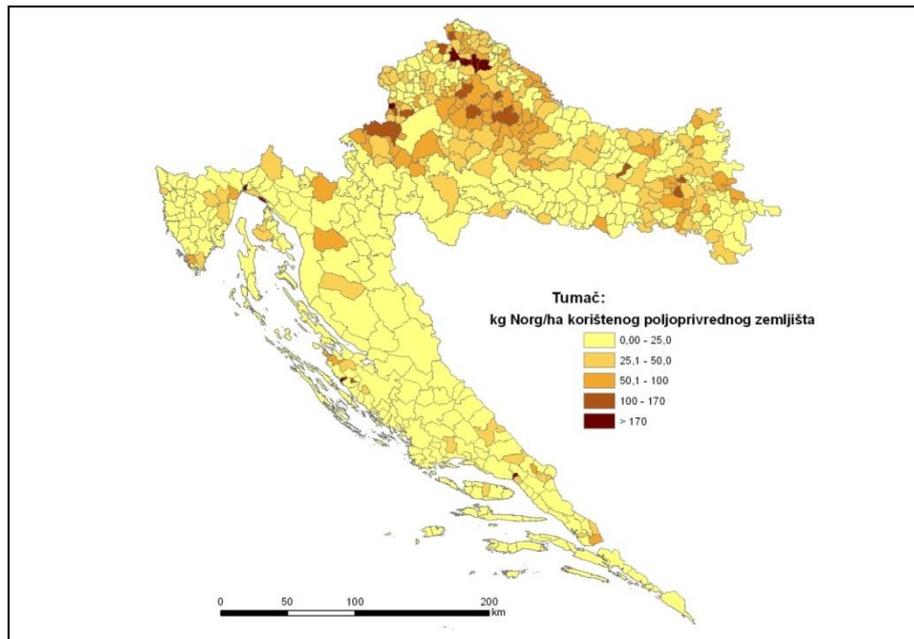
Slika 14. Primjena organskog N na korišteno poljoprivredno zemljište po županijama u RH

Županija s najvećom primjenom organskog N na obradivo poljoprivredno zemljište je Primorsko–goranska s maksimalnih 100 kg N/ha (slika 15). Ipak, treba uzeti u obzir da ova županija ima samo 1,1 % obradivog poljoprivrednog zemljišta od ukupne površine.

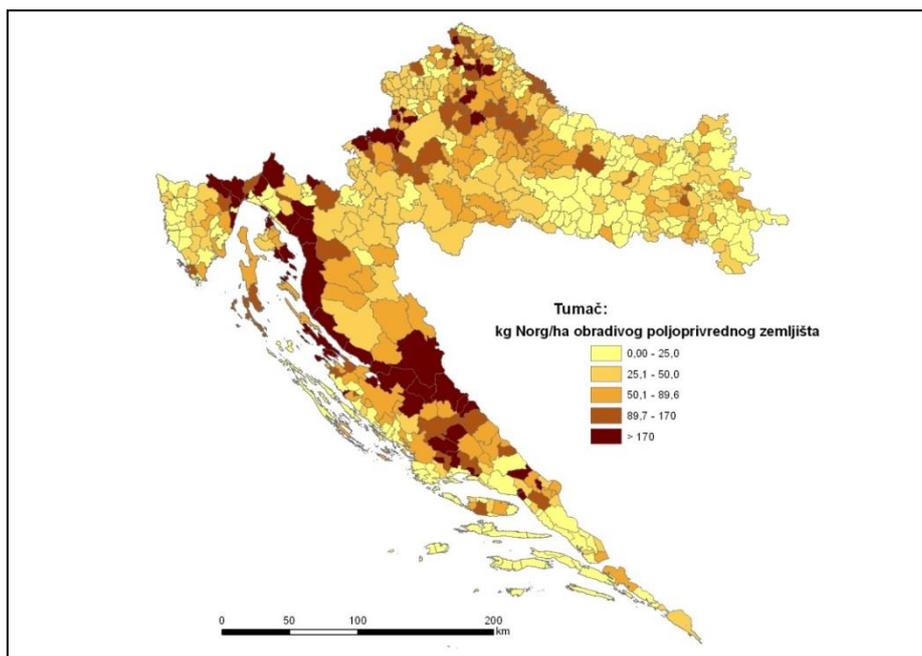


Slika 15. Primjena organskog N na obradivo poljoprivredno zemljište po županijama u RH

Simulacija primjene organskog N na korišteno poljoprivredno zemljište po općinama u RH prikazana je na slici 16. Općine s najmanjom potrošnjom organskog N po hektaru korištenog poljoprivrednog zemljišta su Blato, Slivno i Dugi Rat, dok je najviše primijenjeno u Zadvarju, Kastvu i još nekim manjim općinama iz razloga koji su prethodno objašnjeni. Uz navedene općine posebno se ističu općine Ludbreg (430 kg/ha), Martijanec (403 kg/ha), Jalžabet (318 kg/ha) i Varaždin (202 kg/ha) gdje visoke vrijednosti godišnje količine organskog N po ha korištenog poljoprivrednog zemljišta svakako treba uzeti u obzir kod kreiranja budućeg monitoringa voda.



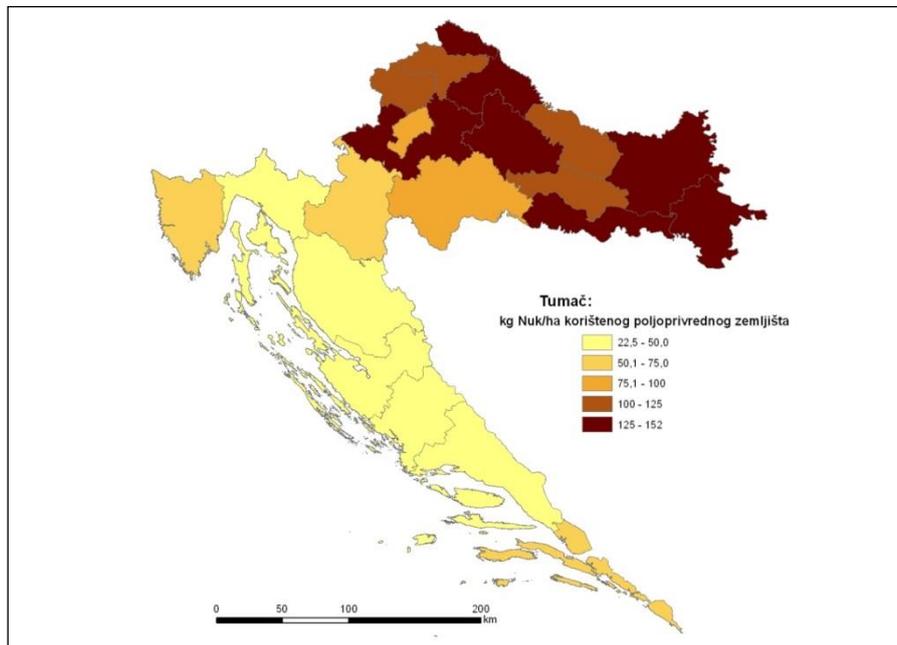
Slika 16. Potrošnja organskog N na korišteno poljoprivredno zemljište po općinama u RH



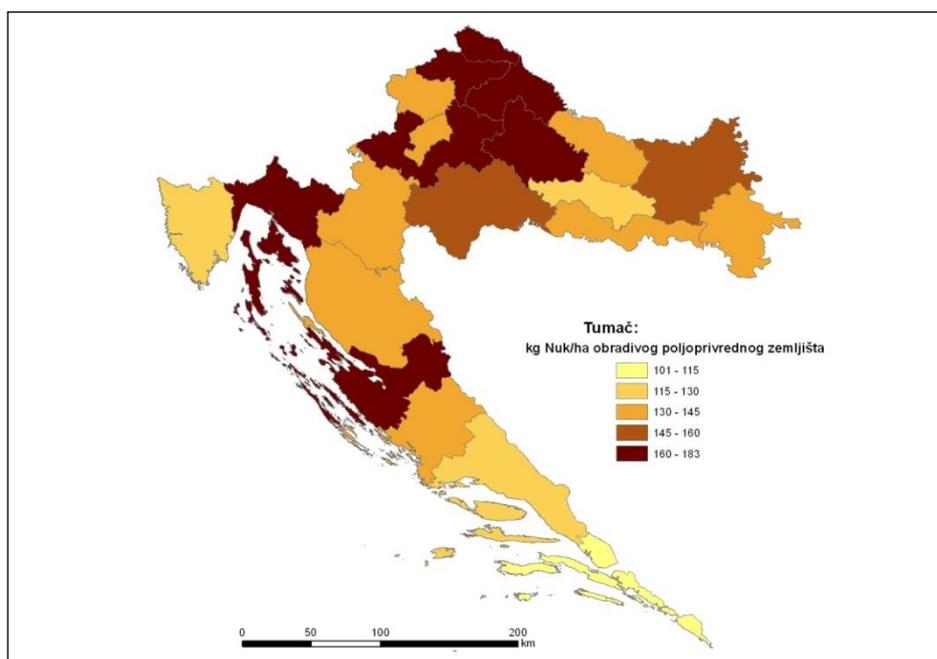
Slika 17. Potrošnja organskog N na obradivo poljoprivredno zemljište po općinama u RH

Simulacija primjene mineralnog i organskog N na korišteno poljoprivredno zemljište po županijama u RH prikazano je na slici 18 i uočava se da u županijama u kojim imamo intenzivniju biljnu i stočarsku poljoprivrednu proizvodnju imamo i veću primjenu ukupnog N po površini korištenog zemljišta. Županija s najmanjom primjenom N na korišteno

poljoprivredno zemljište je Šibensko-kninska (22,54 kg/ha), a najveća je u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji (151,85 kg/ha).

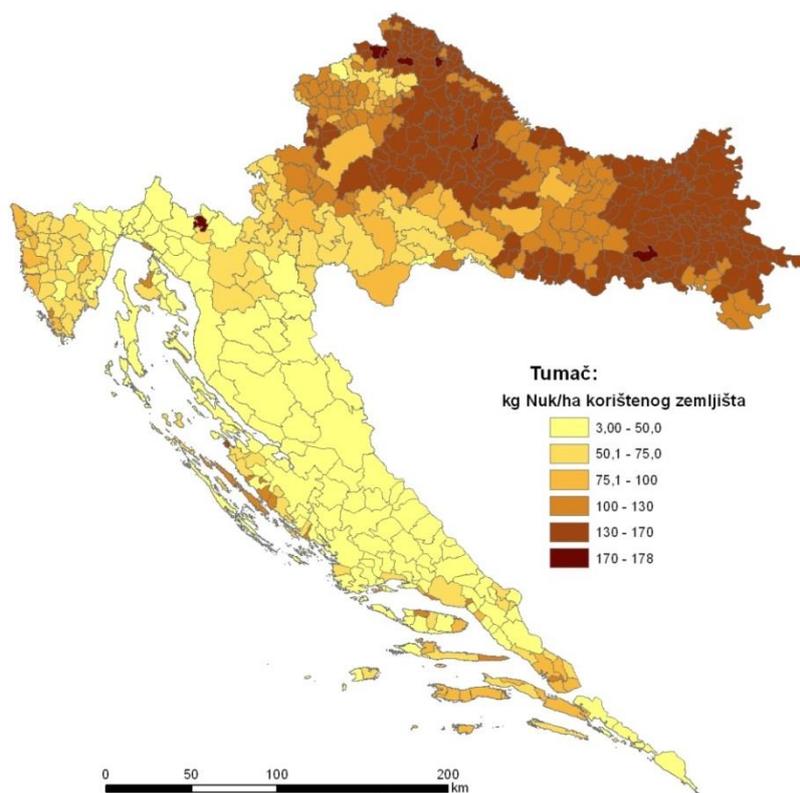


Slika 18. Potrošnja ukupnog N na korišteno poljoprivredno zemljište po županijama u RH
Simulacija primjene ukupnog N na obradivo poljoprivredno zemljište po županijama prikazana je na slici 19. Županija s najmanjim opterećenjem N na obradivo poljoprivredno zemljišta je Dubrovačko-neretvanska (100,8 kg/ha), dok je najveća potrošnja N u Zagrebačkoj županiji (183,13 kg/ha).



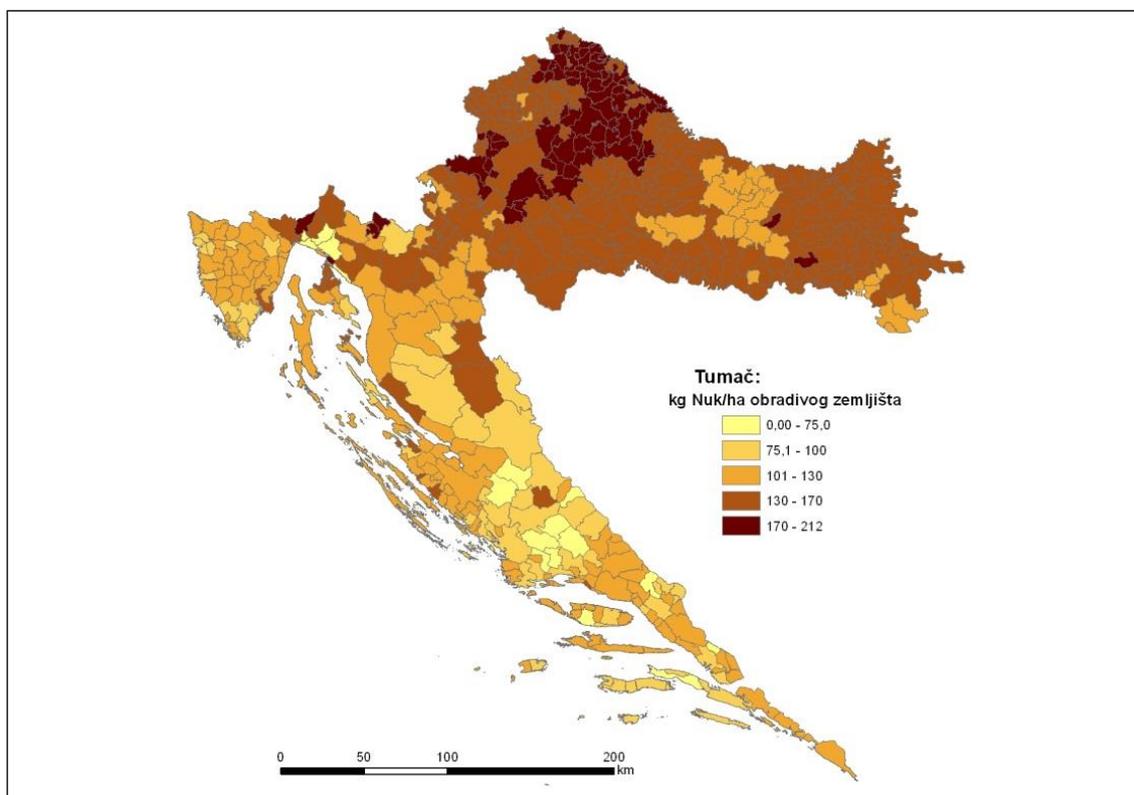
Slika 19. Potrošnja ukupnog N na obradivo poljoprivredno zemljište po županijama u RH

Simulacija primjene mineralnog i organskog N na korišteno poljoprivredno zemljište po općinama u RH prikazana je na slici 20.



Slika 20. Potrošnja ukupnog N na korišteno poljoprivredno zemljište po općinama u RH

Simulacija primjene ukupnog N na obradivo poljoprivredno zemljište po općinama prikazano je na slici 21.



Slika 21. Potrošnja ukupnog N na obradivo poljoprivredno zemljište po općinama u RH

8.3 Zaključak

U ovom poglavlju analiziran je poljoprivredni prostor RH te su kartografski prikazane svih značajke odgovorne za osjetljivost i intenzitet pritiska na vode. Osnovne podloge za analizu su bile Nacionalni program za uspostavu sustava za identifikaciju zemljišnih čestica (LPIS), odnosno inicijalni sloj koji je poslužio za uspostavu ARKOD-a – nacionalnog sustava identifikacije zemljišnih parcela u RH. Prema LPIS-u, za poljoprivrednu proizvodnju je u RH potencijalno raspoloživo 1.789.984 ha. ARKOD je dinamični sustav druge namjene i putem njega je dosada registrirano 1.023.628 ha poljoprivrednog zemljišta. Nadalje je na temelju karte korištenja poljoprivrednih površina analizirana struktura biljne i stočarske proizvodnje po županijama te su izraženi udjeli obradivog poljoprivrednog zemljišta u općinama i dustoća farmi. To je omogućilo simulaciju primjene Nmin i Norg na obradivo i korišteno poljoprivredno zemljište po općinama u RH. Tako je županija s najmanjom primjenom N na korišteno poljoprivredno zemljište je Šibensko-kninska (22,5 kg/ha), a najveća je u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji (152 kg/ha). Županija s najmanjim opterećenjem N na obradivo

poljoprivredno zemljišta je Dubrovačko-neretvanska (101 kg/ha), dok je najveća potrošnja N u Zagrebačkoj županiji (183 kg/ha).

Iz karata se uočava da na području RH imamo raznovrsnu poljoprivrednu proizvodnju, da je karakterizira regionalnost tada kao takva ne predstavlja istovjetnu razinu prijetnje površinskim i podzemnim vodama. Razumljivo je da provedena simulacija nije mogla predvidjeti i lokalne anomalije. Naime, znano je da stočarske farme često nemaju dovoljno poljoprivrednog zemljišta te odlažu stajski gnoj na one površine koje im stoje na raspolaganju. Time primjena stajskog gnoja po jedinici površine mjestimično može biti i znatno veća od modelom utvrđene. I prethodnim znanstvenim istraživanjima autora utvrđeno je isto, kao npr. projektom CROCAN i drugim studijama. Bez obzira na moguća odstupanja, ovi podaci jasno upućuju na područja gdje se mogu očekivati veći pritisci iz poljoprivrede su uzeti kao mjerodavna podloga za kreiranje budućeg monitoringa voda za primjenu Nitratne direktive u RH.

8.4 Literatura

FAO (1995): Programme for the World Census of Agriculture 2000, FAO Statistical Development Series 5, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy

Vandecasteele, B., Romić, M. i sur. (2012): Monitoring the reduction of the soil carbon and nutrient losses in Croatia (CROCAN) – Report for 2011, Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO), Belgium and University of Zagreb Faculty of Agriculture

9 PRIRODNA RANJIVOST VODONOSNIKA U RH I OSJETLJIVOST TLA NA PROPUŠTANJE ONEČIŠĆIVAČA IZ POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA

Autori:

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

Dr. sc. Ozren Larva, Hrvatski geološki institut, Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju

Prof. dr.sc. Stjepan Husnjak, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za pedologiju

9.1 Karta prirodne ranjivosti vodonosnika u RH

9.1.1 Karta prirodne ranjivosti vodonosnika u RH u panonskom dijelu Hrvatske

Karta prirodne ranjivosti na području panonskog dijela RH (Brkić i dr., 2009) načinjena je primjenom SINTACS postupka (Civita i De Maio, 1997) koji pripada skupini svjetski priznatih „point count“ modela. U tu je svrhu definirano sedam tematskih slojeva koji predstavljaju ocjenu prirodnih svojstava hidrogeološkog sustava: dubina do podzemne vode, efektivna infiltracija padalina, obilježja nesaturirane zone vodonosnika, obilježja saturirane zone vodonosnika, svojstva tla, hidraulička vodljivost vodonosnika i nagib topografske površine. Prostorna analiza je načinjena uz pomoć rastera koji su posebno kreirani za svaki tematski sloj. Veličina elemenata prostorne mreže iznosi 500 m. Definiranje tematskih slojeva, izrada rastera te njihovo dovođenje u međusobnu vezu sukladno SINTACS preporukama, napravljeno je u GIS okružju.

Indeks ranjivosti vodonosnika za svaki rasterski element postignut je sumiranjem tematskih slojeva, koji su prethodno pomnoženi težinskim faktorima, prema formuli:

$$I_{\text{SINTACS}} = 5 \cdot S + 4 \cdot I + 5 \cdot N + 4 \cdot T + 3 \cdot A + 3 \cdot C + 2 \cdot T$$

gdje su:

S – dubina do podzemne vode

I – efektivna infiltracija

- N – utjecaj nesaturirane zone
- T – značajke tla
- A – značajke vodonosnika
- C – hidraulička vodljivost vodonosnika
- S – nagib topografske površine

Normalizacija vrijednosti indeksa ranjivosti učinjena je prema izrazu:

$$IS_{NO} = \frac{IS - IS_{MIN}}{IS_{MAX} - IS_{MIN}} [\%]$$

gdje su:

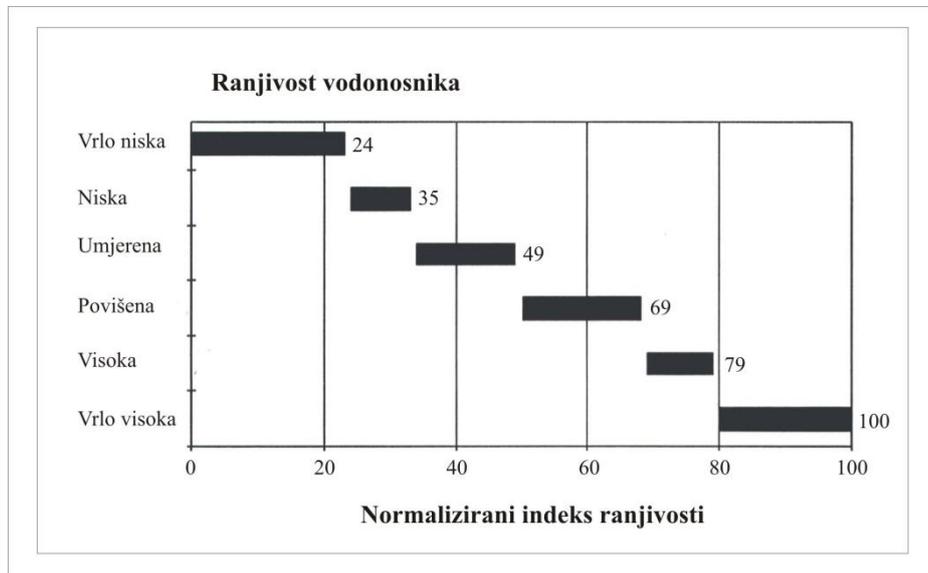
ISNO - normalizirani indeks ranjivosti

IS - indeks ranjivosti

IS_{MAX} - najveća vrijednost indeksa – 260

IS_{MIN} - najmanja vrijednost indeksa - 26

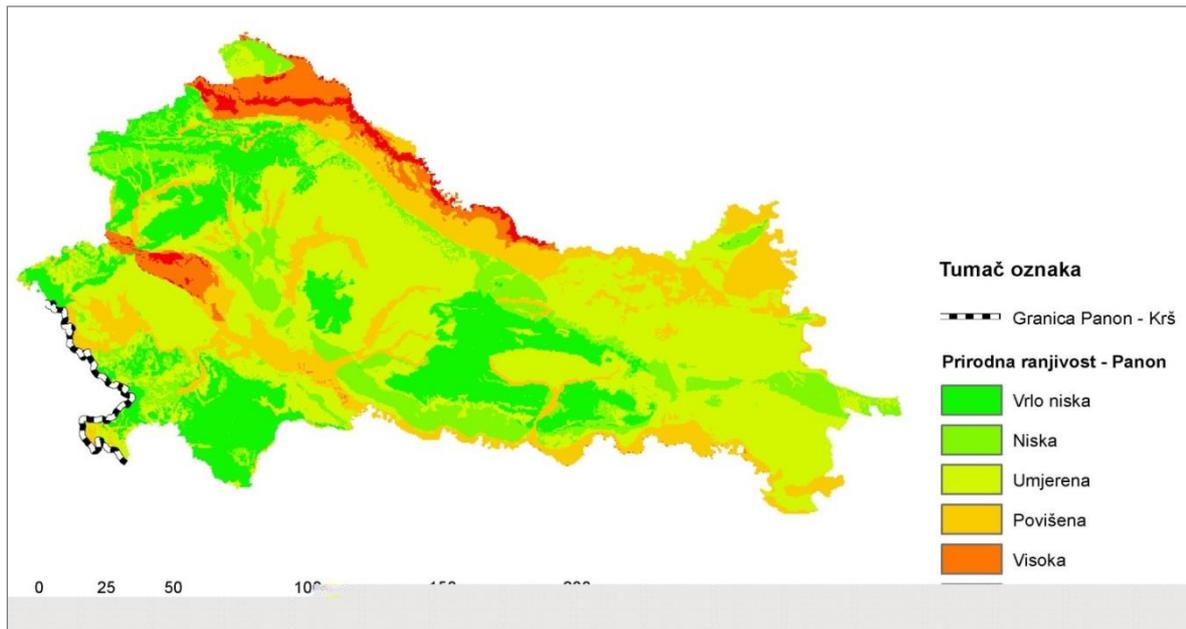
Kategorizacija normaliziranih vrijednosti indeksa ranjivosti napravljena je prema slici 1, a kategorije ranjivosti prikazane su u tablici 1. Na temelju provedene analize načinjena je karta prirodne ranjivosti (slika 2).



Slika 1. SINTACS – kategorizacija prema normaliziranom indeksu ranjivosti vodonosnika (Civita i De Maio, 1997)

Tablica 1. Kategorije prirodne ranjivosti vodonosnika na području panonskog dijela RH

Kategorije ranjivosti	Površina (km ²)
Vrlo niska	5590.9
Niska	4041.9
Umjerena	12301.8
Povišena	5197.3
Visoka	1432.7
Vrlo visoka	438.9



Slika 2. Karta prirodne ranjivosti na području panonskog dijela RH (Brkić i sur., 2009)

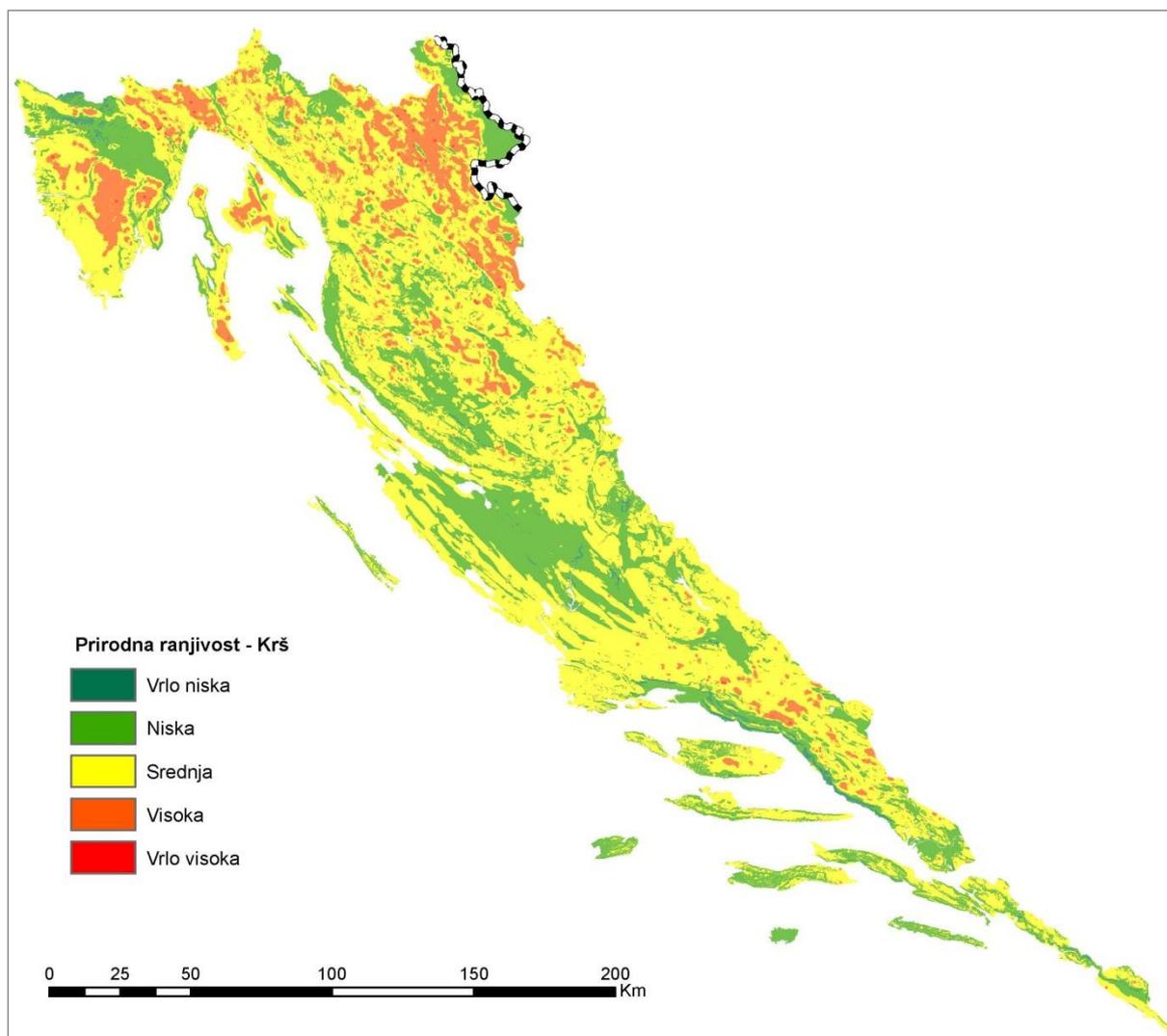
9.1.2 Karta prirodne ranjivosti vodonosnika u krškom dijelu Hrvatske

Za ocjenu stupnja prirodne ranjivosti na krškom području Hrvatske nije korištena niti jedna od opće poznatih metoda. Karta prirodne ranjivosti na ovom području je načinjena na temelju tri grupe podataka: hidrogeološke karakteristike vodonosnika (prvenstveno litološka građa), stupanj okršenosti (koncentracija vrtača, jame s vodom, ponori), te nagib terena i količina padalina (Biondić i sur., 2009). Prema litološkom sastavu, stijene i naslage su podijeljene u šest kategorija, a ovisno o stupnju propusnosti dodijeljeni su im bodovi od 0 do 10. Za jače okršena područja, odnosno područja s najvećom koncentracijom vrtača pretpostavljeno je povećano poniranje, a time i visoka ranjivost vodonosnika. Jame do vode i ponori su točke u kojima postoji izravna veza između površine terena (time i moguće onečišćujuće tvari) i saturirane zone vodonosnika zbog čega su takvi točkasti podaci također

definirani kao zone visoke ranjivosti vodonosnika. Preklapanjem ove dvije podloge (karte vrtača i karte jama s vodom i ponora) dobivena je podloga koja je klasificirana u dvadeset kategorija (bodovi od 1 do 20). Za nagib terena i količinu padalina je pretpostavljeno da imaju važnu ulogu u ocjeni prirodne ranjivosti jer u zaravnjenim područjima i kod velike količine padalina postoji mogućnost dužeg zadržavanja vode na površini terena, a time i potencijalne onečišćujuće tvari. I jednoj i drugoj grupi podataka (nagib terena i količina padalina) dodijeljeni su bodovi od 0 do 10. Zbrajanjem bodova za sve tri grupe podataka rezultiralo je u konačnom broju bodova na temelju kojih je ranjivost podijeljena u pet kategorija: vrlo slaba, slaba, srednja, velika i vrlo velika ranjivost (tablica 2 i slika 3).

Tablica 2. Kategorije prirodne ranjivosti na području panonskog dijela RH

Kategorije ranjivosti	Površina (km ²)
Vrlo niska	259.0
Niska	7770.3
Srednja	15683.3
Visoka	2900.1
Vrlo visoka	31.5



Slika 3. Karta prirodne ranjivosti u krškom dijelu RH (Biondić i dr., 2009)

9.1.3 Zaključak

S obzirom na prostornu distribuciju kategorija ranjivosti vodonosnika panonskog dijela RH ističe se sljedeće:

- vrlo visoka i visoka ranjivost na varaždinskom području, na području Međimurja, Zagreba, te između Ljudevitgrada i Slatine. Karakteristična je za aluvijalne vodonosnike vrlo dobrih hidrauličkih svojstava, s razmjerno malom dubinom do podzemne vode i slabom zaštitnom funkcijom nesaturirane zone i tla.
- povišena ranjivost zastupljena je u dolinama rijeka Drave i Save na mjestima gdje je izraženija zaštitna uloga tla ili debljina krovine prelazi 5 m, na područjima manjih aluvijalnih vodonosnika slabijih hidrauličkih svojstava, te dijelom na područjima koje izgrađuju

karbonatni vodonosnici (na području Žumberak-Samoborsko gorje i donji dio sliva rijeke Kupe).

- umjerena ranjivost vodonosnika karakteristična je za aluvijalne vodonosnike razmjerno dobrih hidrauličkih svojstava, ali sa značajnom zaštitnom funkcijom krovinskih naslaga vodonosnika i tla. Dominantno se nalazi na području istočne Slavonije, te slivova Orljave kao i sliva Lonje-Ilove-Pakre gdje su rasprostranjeni vodonosnici uglavnom slabih hidrauličkih svojstava, ali s razmjerno malom dubinom do vode i slabim zaštitnim svojstvima nesaturirane zone i tla. Ističu se i karbonatni vodonosnici, koji se mjestimično nalaze na planinskim predjelima panonskog dijela RH, za koje je uglavnom postignuta umjerena ranjivost.
- niska i vrlo niska ranjivost većinom je postignuta u planinskim predjelima izgrađenim od stijena slabih do vrlo slabih hidrauličkih svojstava. Niska ranjivost je također karakteristična i za aluvijalne vodonosnike s povoljnom zaštitnom funkcijom tla i debljinom krovine većom od 30 m na području zapadne i istočne Slavonije u slivu rijeke Save, te na području istočne Slavonije u slivu Drave i Dunava.

Na krškom dijelu Hrvatske vrlo visoka prirodna ranjivost je definirana na i u neposrednoj okolici ponora i ponornih zona. Područja visoke prirodne ranjivosti su područja od dobro okršanih karbonatnih stijena s manjom dubinom do razine podzemne vode. Kao takva, ističu se središnja Istra i gornji dio sliva Kupe. Najveći dio analiziranog krškog dijela Hrvatske pripada kategoriji srednje ranjivosti, dok je niska i vrlo niska ranjivost zastupljena na područjima izgrađenim uglavnom od slabo propusnih stijena.

9.1.4 Literatura

Biondić, R., Biondić, B., Rubinić, J., Maeški, H., Kapelj, S., Tepeš, P. (2009): Ocjena stanja rizika cjelina podzemnih voda na krškom području u Republici Hrvatskoj, Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Brkić, Ž., Larva, O., Marković, T. (2009): Ocjena stanja i rizika cjelina podzemnih voda u panonskom dijelu Republike Hrvatske, Hrvatski geološki institut

Civita, M., De Maio, M. (1997): SINTACS – Un sistema parametrico per la valutazione e la cartografia della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento, Metodologia & automatizzazione, Pitagora Editrice, Bologna, 190 str.

9.2 Osjetljivost tla na pronos onečišćenja

9.2.1 Karta osjetljivosti tla na propuštanje onečišćivača s površine poljoprivrednog zemljišta

Za izradu prostornog rasporeda postaja za monitoring utjecaja poljoprivrede na stanje površinskih i podzemnih voda, korištena je sljedeća Karta osjetljivosti tla na propuštanje onečišćivača s površine poljoprivrednog zemljišta (Vidaček i sur., 2009).

Karta je izrađena za područje poljoprivrednog zemljišta površine od 2.579.680 ha (prema kartografskim podacima iz 2008. godine), pri čemu su za poljoprivredno zemljište uvažavane sljedeće kategorije: obradive poljoprivredne površine, travnjaci, voćnjaci, vinogradi i maslinici.

Primarni indikator potencijala ispiranja onečišćivača iz tla je propusnost tla za vodu, dok su glavni indikatori potencijala sorpcije onečišćivača udjel humusa i čestica gline. Uvažavajući pedološku kartu mjerila 1:300.000, značajke tla za dominantne sistematske jedinice tla (prema podacima za pedološke profile) te kriterije prikazane u tablici 1, izrađena je karta osjetljivosti tla na propuštanje onečišćivača (slika 1). Legenda i karte s inventarizacijom površina prikazana je u tablici 2.

Potencijal ispiranja je pokazatelj rizika ispiranja onečišćivača kroz porozno tlo - drenirajuće pore. Tla visokog potencijala ispiranja su jače osjetljiva na propuštanje onečišćivača od tala s niskim potencijalom ispiranja.

Potencijal sorpcije onečišćivača ovisi o sadržaju koloida organskog i mineralnog porijekla, odnosno humusa i gline. Teksturno lakša i humusom siromašnija pjeskovita tla su niskog, a teksturno teža i humusom bogatija tla visokog potencijala sorpcije onečišćivača.

Tablica 1. Kategorizacija osjetljivosti tla na propuštanje onečišćivača

Kategorije osjetljivosti tla		Indikatori potencijala ispiranja i potencijala sorpcije onečišćivača		
Broj	Stupanj	Vodopropusnost - brzina procjeđivanja (m/dan)	Udjel gline (%)	Udjel humusa (%)
1	Vrlo slaba osjetljivost	<0,01	>40	2,0-3,3
2	Slaba osjetljivost	0,01-0,1	25-32	2,2-3,3
3	Umjerena	0,1-0,5	33-43	2,0-7,2

osjetljivost

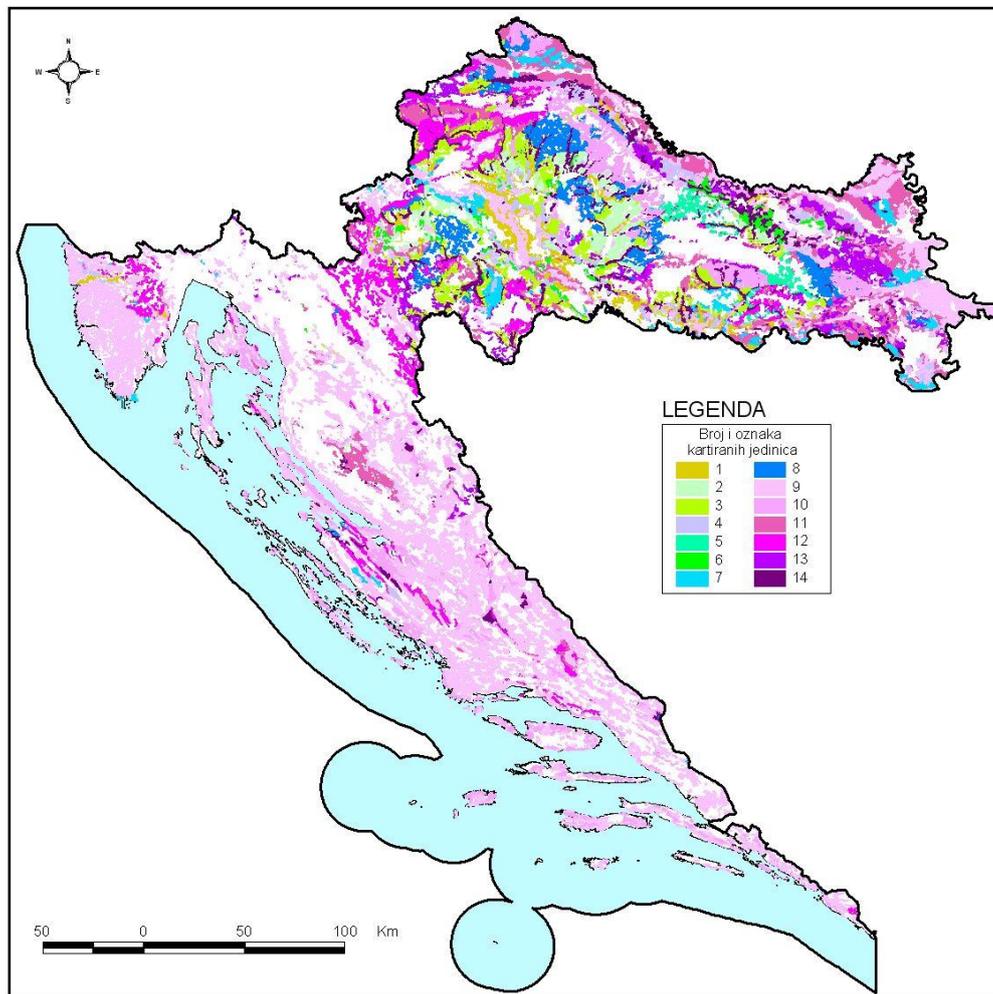
4

Jaka osjetljivost

>0,5

6-33

1,3-3,1



Slika 1. Karta osjetljivosti tla na propuštanje onečišćivača

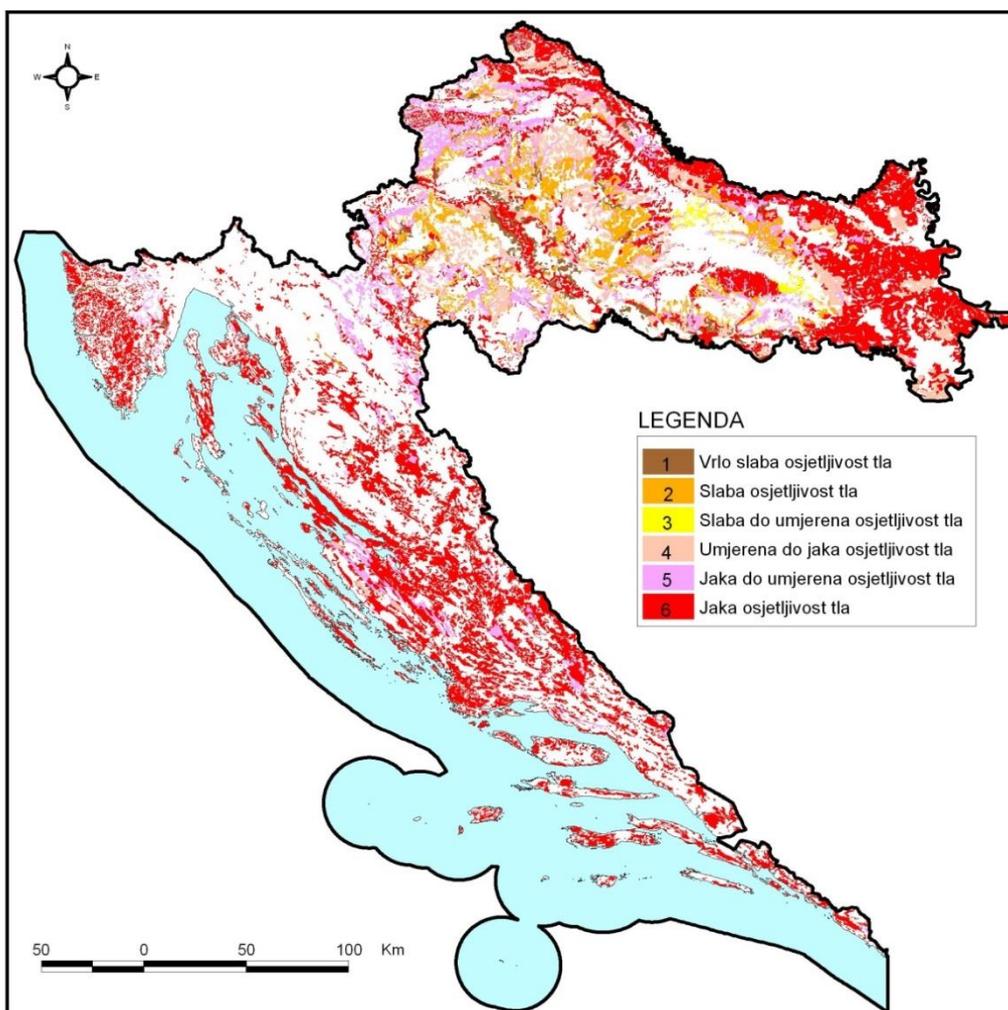
Tablica 2. Legenda karte osjetljivosti tla na propuštanje onečišćivača

Kartografska jedinica			
Broj	Naziv i struktura	Zastupljenost %	Površina (ha)
1	Vrlo slaba osjetljivost tla	80	65132,5
	Jaka osjetljivost tla	20	
2	Slaba osjetljivost tla	80	92344,2
	Jaka osjetljivost tla	20	
3	Slaba osjetljivost tla	90	121971,6
	Umjerena osjetljivost tla	10	
4	Umjerena osjetljivost tla	60	97613,1
	Jaka osjetljivost tla	40	
5	Slaba osjetljivost tla	60	22152,2

	Jaka osjetljivost tla	20	
	Umjerena osjetljivost tla	20	
6	Slaba osjetljivost tla	90	29471,5
	Jaka osjetljivost tla	10	
7	Umjerena osjetljivost tla	70	72979,9
	Jaka osjetljivost tla	30	
8	Umjerena osjetljivost tla	50	112167,7
	Jaka osjetljivost tla	30	
	Slaba osjetljivost tla	20	
9	Jaka osjetljivost tla	100	976525,9
10	Jaka osjetljivost tla	80	270172,4
	Umjerena osjetljivost tla	20	
11	Jaka osjetljivost tla	90	254675,8
	Slaba osjetljivost tla	10	
12	Jaka osjetljivost tla	50	178777,3
	Umjerena osjetljivost tla	50	
13	Jaka osjetljivost tla	80	118823,6
	Slaba osjetljivost tla	20	
14	Jaka osjetljivost tla	60	166872,3
	Slaba osjetljivost tla	40	
Ukupna površina			2.579.680,0

9.2.2 Priprema postojeće karte osjetljivosti tla na propuštanje onečišćivača s površine poljoprivrednog zemljišta za daljnje korištenje

S obzirom na to da predmetna karta zbog svoje detaljnosti nije bila pogodna za izradu prostornog rasporeda postaja za monitoring, izvršena je njezina generalizacija na način da su srodne kartirane jedinice spajane u nove kartirane jedinice osjetljivosti tla na propuštanje onečišćivača, uvažavajući pri tome dominantnu kategoriju osjetljivosti tla. Generalizirana karta osjetljivosti tla na propuštanje onečišćivača prikazana je na slici 2, dok je legenda te karte s prikazom površina prikazana u tablici 3.



Slika 2. Generalizirana karta osjetljivosti tla na propuštanje onečišćivača

Tablica 3. Legenda generalizirane karte osjetljivosti tla na propuštanje onečišćivača s površine poljoprivrednog zemljišta

Kartirana jedinica osjetljivosti tla na propuštanje onečišćivača		
Broj	Dominantne kategorije osjetljivosti tla	Površina (ha)
1	Vrlo slaba osjetljivost tla	65.132,5
2	Slaba osjetljivost tla	243.647,2
3	Slaba do umjerena osjetljivost tla	22.052,2
4	Umjerena do jaka osjetljivost tla	282.651,7
5	Jaka do umjerena osjetljivost tla	345.649,6
6	Jaka osjetljivost tla	1.620.197,8
Ukupna površina		2.579.331,0

9.2.3 Zaključak

Temeljem navedenog je utvrđeno da u poljoprivrednom zemljištu Hrvatske prevladavaju jako osjetljiva tla koja zauzimaju čak oko 78 % površina. Ako se tome pribroje još i površina kategorija umjerene do jake te jake do umjerene osjetljivosti, dolazi se do podatka da je čak oko 87 % poljoprivrednog zemljišta Hrvatske utvrđena visoka do umjereno visoka osjetljivost tla na propuštanje onečišćivača. Navedeno ukazuje na nužnost vođenja brige o zaštiti okoliša, posebno tla i voda u poljoprivrednoj proizvodnji.

9.2.4 Literatura

Vidaček, Ž., Bogunović, M., Husnjak, S., Sraka, M., Bensa, A. (2009): Studija osjetljivosti tla i ranjivosti podzemnih voda na onečišćenje s površine poljoprivrednog zemljišta, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet

10 ISKUSTVA DRŽAVA ČLANICA EU U PROVOĐENJU NITRATNE DIREKTIVE

Autori:

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

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

Lana Matijević, mag.ing.agr., Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za melioracije

Marina Bubalo, mag.ing.aedif., Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za melioracije

10.1 Uvod

Zaštita kvalitete vodnih resursa Europe visoko je na popisu prioriteta Europske unije još otkako je počela donositi posebne zakonske instrumente u području zaštite voda krajem sedamdesetih godina prošlog stoljeća. Okvirnu direktivu o vodama EU donijela je 2000. godine radi uspostave pravnog okvira za zaštitu i obnovu vodnih tijela diljem Europe i osiguranja dugoročno održivog korištenja voda. Planovi za upravljanje riječnim slivovima i programi mjera glavni su instrumenti kojima se države članice koriste za provedbu vodne politike EU-a.

Nitratna direktiva iz 1991.g. (Nitrate Directive 91/676/EEZ) jedna je od najranijih EU legislativa koje ciljaju na kontrolu onečišćenja i poboljšanje kvalitete vode. Iako je dušik hranivo potrebno za rast i razvoj biljaka, visoke koncentracije štetne su i za ljude i za prirodu. Dušik u organskim i mineralnim gnojivima koja se primjenjuju u poljoprivredi predstavlja glavni izvor onečišćenja vode u Europi. Prvi put je smanjenje potrošnje mineralnih gnojiva zabilježeno u ranim 1990-ima te je potrošnja stabilizirana tijekom posljednje četiri godine u EU-15. Međutim, potrošnja nitrata u svih 27 zemalja članica povećala se za 6 %. Općenito se smatra da je poljoprivreda izvor više od 50 % ukupnog dušika koji se ispušta u površinske vode.

Provedba Nitratne Direktive 91/676/EEZ podrazumijeva sljedeće:

→ praćenje voda svih vrsta vodnih tijela (s obzirom na koncentraciju nitrata i trofičko stanje);

- identifikacija voda koje su onečišćene ili u opasnosti od onečišćenja, na osnovi kriterija određenih u Prilogu I. Direktivi;
- označavanje područja ranjivih na nitrata, odnosno područja koja se dreniraju u identificirane vode i pridonose onečišćenju;
- uspostavu kodeksa dobre poljoprivredne prakse, provedene na dobrovoljnoj osnovi na području cijele države članice;
- osnivanje programa djelovanja, koji uključuju skup mjera sprečavanja i smanjenja onečišćenja vode nitratima i koji se provode na obvezatnoj osnovi unutar označenih područja ranjivih na nitrata ili na cijelom području;
- pregled i eventualne revizije najmanje svake četvrte godine od označavanja područja ranjivih na nitrata i programa djelovanja;
- podnošenje izvješća Komisiji o napretku u provedbi Direktive svake četvrte godine.

(Preuzeto iz: Izvješće Komisije Vijeću i Europskom Parlamentu o provedbi Direktive Vijeća 91/676/EEZ o zaštiti voda od onečišćenja nitratima iz poljoprivrednih izvora na osnovi izvješća država članica u razdoblju od 2008. do 2011., 2013).

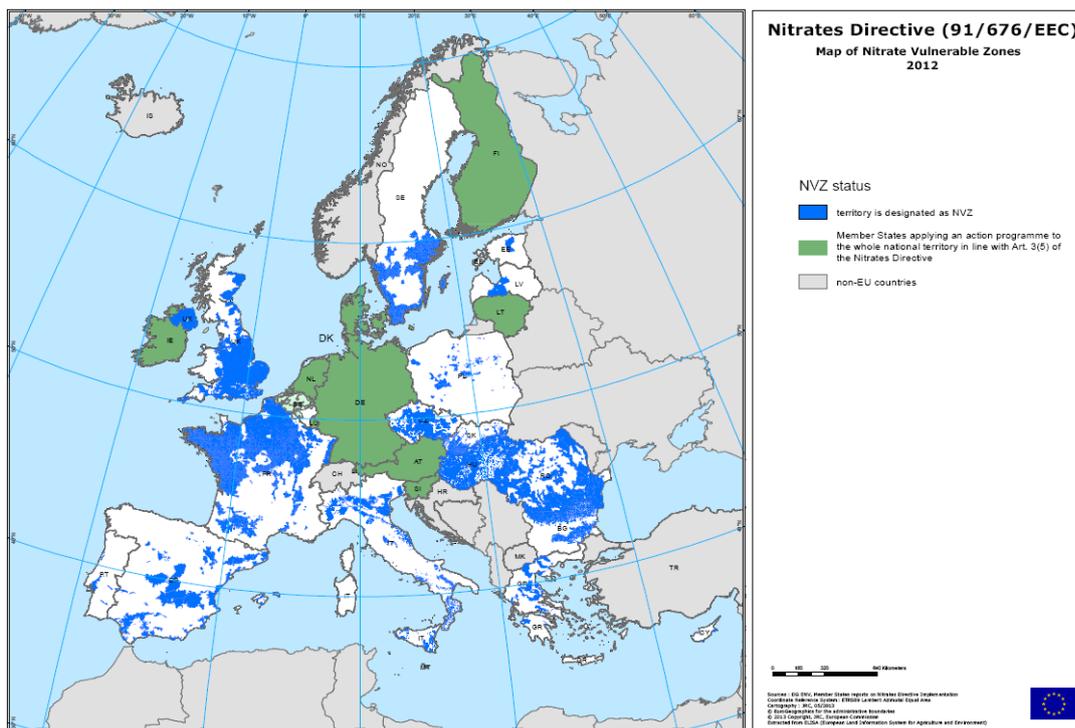
10.2 Područja ranjiva na onečišćenje voda nitratima iz poljoprivrede (engl. Nitrate Vulnerable Zones – NVZs)

Područja ranjiva na nitrata su one površine za koje je utvrđeno da su pod pritiskom ili u riziku od onečišćenja nitratima iz poljoprivrede zbog primjene gnojiva u biljnoj proizvodnji.

Ne postoji jedinstvena metodologija za provedbu Nitratne direktive za sve države članice EU niti za proglašavanje područja ranjivih na nitrata, već je postavljen zajednički cilj EU Nitratnom direktivom da se pritisci N iz poljoprivrede smanje do najviše koncentracije od 50 mg NO₃-/l u podzemnoj vodi. Donošenje odluka i provođenje akcija temelji se na egzaktnim pokazateljima koji se prikupljaju nacionalnim monitoringom površinskih i podzemnih voda. Ukoliko se analizom višegodišnjih nizova podataka utvrdi da su u nekim područjima koncentracije nitrata u vodi više od 50 mg/l ili da trendovi pokazuju povećanje koncentracija, države ta područja proglašavaju ranjivima na nitrata.

U početku proglašavanja NVZs (engl. Nitrate Vulnerable Zones – NVZs) u državama EU proces je bio nedovoljno transparentan uglavnom zbog toga što nije bio temeljen na pouzdanim i sustavno prikupljenim podacima. Neke su države cijelo područje proglasile kao NVZ (npr. Finska, Nizozemska, Irska, Njemačka), a neke samo dijelove poljoprivrednih područja (npr. Velika Britanija, Francuska, Poljska) (slika 1).

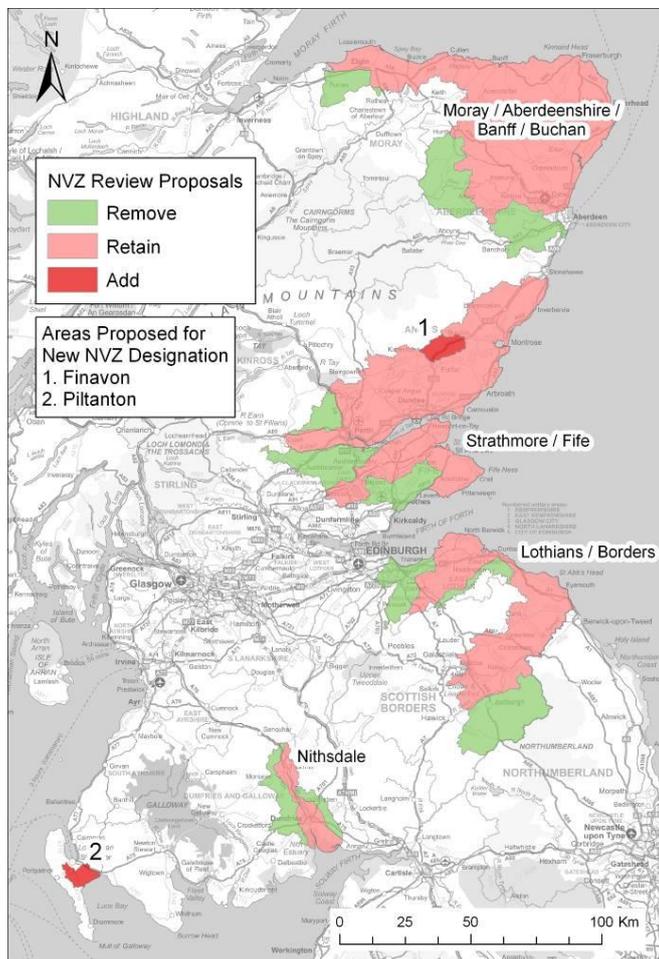
Upravo zbog neujednačene raspoloživosti podataka, metodologija proglašavanja NVZs razlikovala se od države do države. Nerijetko je da su one države koje su u početku cijelo područje proglasile ranjivima na nitrate u međuvremenu razvile i provele sustavni monitoring i time stvorile osnovu za realnije proglašavanje dijela države ranjivim na nitrate i obrnuto. Razvoj novih metodologija bazira se na znanstveno utemeljenim i dobro dokumentiranim motrenjima. Veliko iskustvo te su države stekle i primjenom Akcijskog plana i uključivanjem krajnjih korisnika (farmera i ostalih sudionika u procesu) u provedbu Nitratne direktive.



Slika 1. Karta područja ranjivih na nitrate (2012.g.) u EU-27

Države članice EU kontinuirano rade na reviziji NVZs, prvenstveno zbog toga da provjere jesu li okolišne mjere ciljane u pravo područje. Razvijaju se i nove naprednije metodologije temeljene na novim iskustvima, a nezaobilazno u suradnji s kompetentnim znanstvenim institucijama.

Budući da se radi o dinamičnom procesu, tijekom periodičnih revizija proglašenih NVZs, neka od prethodno proglašenih ranjivih područja se ukidaju, neka zadržavaju, a neka se nova područja proglašavaju NVZs, kao na primjer u Škotskoj (slika 2).



Slika 2. Nitrate Vulnerable Zones in Scotland, Review of Designations 2013. Nitrate vulnerable zones: a new methodology <http://www.sepaview.com/2014/11/nitrate-vulnerable-zones-a-new-methodology/>

10.3 Monitoring površinskih i podzemnih voda za provedbu nitratne direktive u EU-27

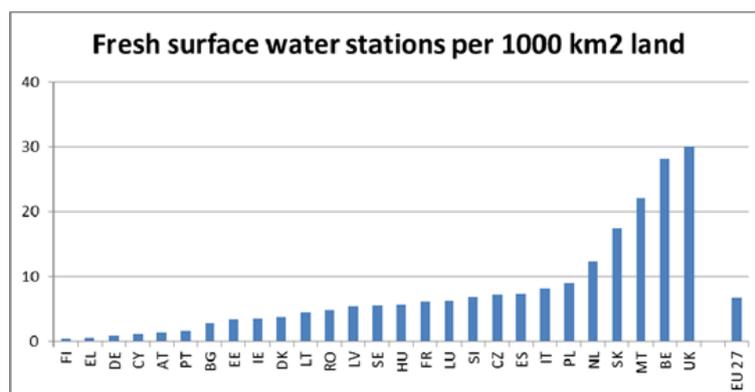
Već je istaknuto da svaka država članica EU sukladno monitoringu stanja voda i drugim propisanim i specifičnim pokazateljima samostalno kreira model po kojem će provoditi Nitratnu direktivu. Zbog velikih prirodnih i gospodarskih različitosti nije moguće niti propisati broj i mjesta opažanja površinskih i podzemnih voda nacionalnog monitoringa.

Zajednička administracija EU prikuplja, analizira i harmonizira periodična izvješća država članica. U izvješću za razdoblje 2008.-2011. {COM(2013 683 final)} navodi se napredak u

izvješćivanju u usporedbi s prethodnim izvještajnim razdobljem, ali su i dalje prisutne nekonzistentnosti u izvješćivanju i teškoće s interpretacijom dostavljenih podataka. Čini se da je veći napredak postignut u harmonizaciji metodologije, nego u provedbi akcijskih programa, ocjeni njihovog učinka na okoliš i ekonomskih pokazatelja.

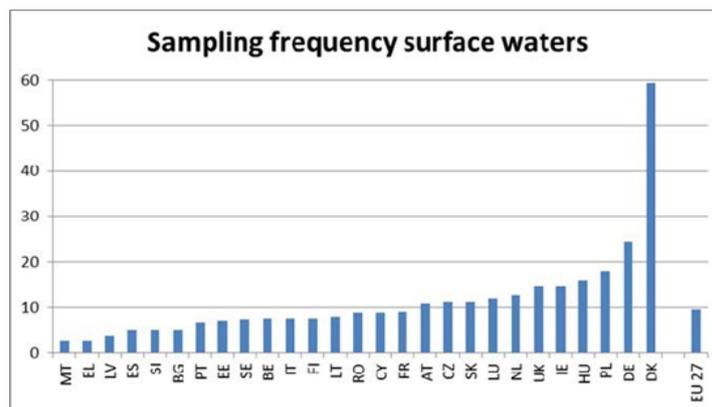
Stoga smo analizirali dostupna izvješća koja zemlje članice dostavljaju EC. (Izvor: Izvješće Komisije Vijeću i Europskom Parlamentu o provedbi Direktive Vijeća 91/676/EEZ o zaštiti voda od onečišćenja nitratima iz poljoprivrednih izvora na osnovi izvješća država članica u razdoblju od 2008. do 2011., 2013).

Ukupan broj prijavljenih postaja za praćenje slatkih voda u EU-27 povećao se za oko 9 % u razdoblju 2008. – 2011. u usporedbi s razdobljem 2004. – 2007. te se monitoring provodi na 29 018 postaja. Prosječna gustoća motrenja u EU iznosi 6,9 postaja na 1000 km² površine. Najveća je gustoća motrenja u Ujedinjenom Kraljevstvu i Belgiji, a najmanja u Finskoj, Grčkoj i Njemačkoj (slika 3).



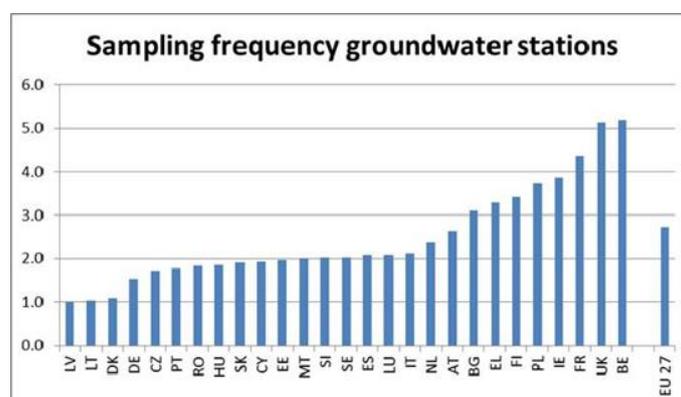
Slika 3. Gustoća postaja za praćenje slatkih površinskih voda (Preuzeto iz: Commission Staff Working Document *Accompanying the document* Report from the Commission to the Council and the European Parliament on the implementation of Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources based on Member State reports for the period 2008-2011, 2013).

U monitoringu zasljanjivanja voda, ukupan broj postaja za praćenje u EU-27 povećao se s 2577 na 3210 između dva izvještajna razdoblja. Učestalost uzorkovanja površinskih voda (svih vodnih tijela) kreće se od 3 puta godišnje na Malti i u Grčkoj do gotovo 60 puta godišnje u Danskoj (slika 4).



Slika 4. Učestalost uzorkovanja površinskih voda godišnje (Preuzeto iz: Commission Staff Working Document *Accompanying the document* Report from the Commission to the Council and the European Parliament on the implementation of Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources based on Member State reports for the period 2008-2011, 2013).

Prosječna gustoća mreže uzorkovanja podzemne vode u EU je 8 postaja na 1000 km². Najveća gustoća je na Malti i u Belgiji s više od 100 postaja na 1000 km², a najmanja s manje od 1 postaje na 1000 km² u Finskoj i Njemačkoj. Učestalost uzorkovanja se također značajno razlikuje u državama EU, od 1 do 5 puta godišnje (slika 5).

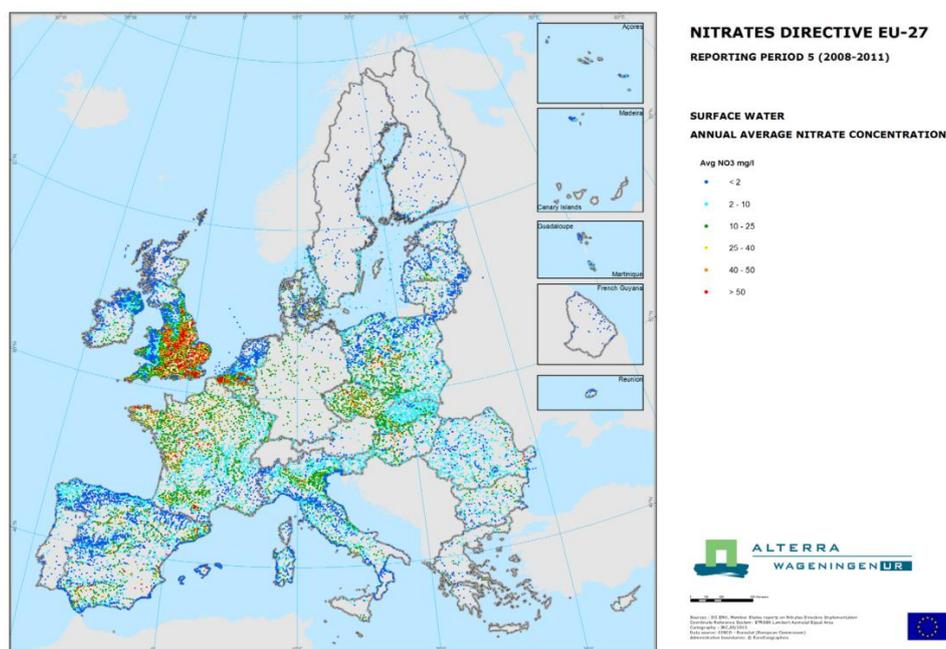


Slika 5. Učestalost uzorkovanja podzemnih voda godišnje (Preuzeto iz: Commission Staff Working Document *Accompanying the document* Report from the Commission to the Council and the European Parliament on the implementation of Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources based on Member State reports for the period 2008-2011, 2013).

10.3.1 Stanje površinskih i podzemnih voda u EU-27

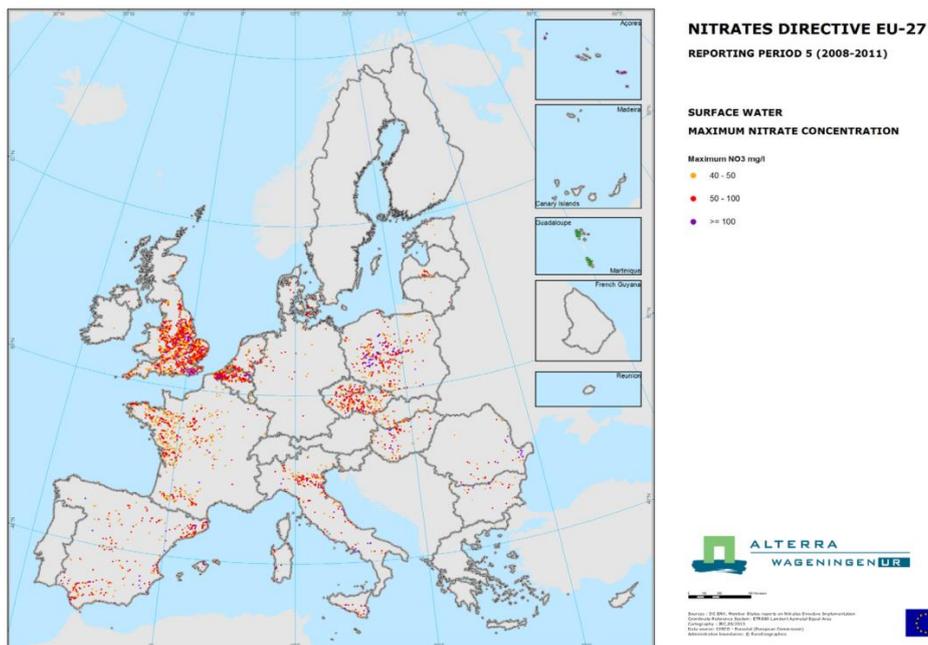
Problem nitrata u površinskim vodama općenito je manji nego u podzemnim, što je razumljivo s obzirom na različite mehanizme pronosa tvari u prirodi koji su odgovorni za kemijski sastav voda. Ipak treba istaknuti da je na Malti u 42,9 % lokacija monitoringa

površinske vode koncentracija nitrata > 50 mg NO₃-/l, u Belgiji u 7,1 %, a u Velikoj Britaniji u 6 %. Također nije uočljivo očekivano smanjenje koncentracija u dva izvještajna razdoblja. Međutim, puno je čimbenika koji utječu na razlike u koncentracijama između različitih izvještajnih razdoblja. Budući da se metodologija stalno modificira s obzirom na rezultate prošlog razdoblja, tako se npr. u sljedećem razdoblju povećava (ili rjeđe smanjuje) broj postaja monitoringa što u startu čini podatke za dva razdoblja relativno neusporedivima. Na slici 6 prikazane su prosječne godišnje koncentracije nitrata u površinskim vodama prema monitoringu koji se prema Nitratnoj direktivi provodi u EU (podaci za EU-27 za izvještajno razdoblje 2008.-2011.).



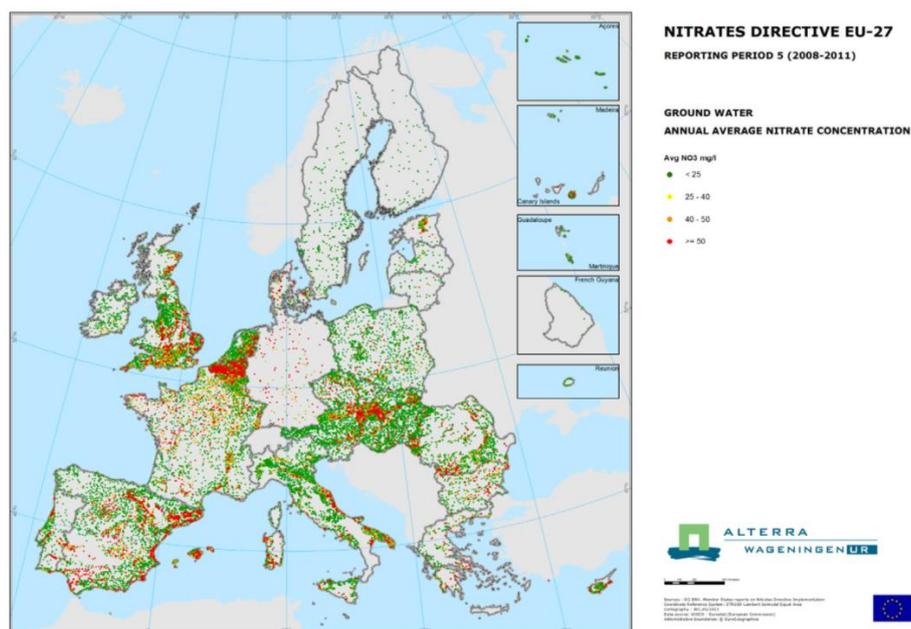
Slika 6. Prosječne godišnje koncentracije nitrata u površinskim vodama prema monitoringu koji se prema Nitratnoj direktivi provodi u EU (podaci za EU-27 za izvještajno razdoblje 2008.-2011.)

Na slici 7 se jasno vidi da nije zanemariv broj lokacija monitoringa površinskih voda u kojima su koncentracije nitrata > 50 mg NO₃-/l, ali i od > 100 mg NO₃-/l, što nadalje ukazuje na nekonzistentnost s označenim NVZs prikazanim na slici 1 i u konačnici na stupanj harmonizacije cijelog pristupa provedbi Nitratne direktive u EU.

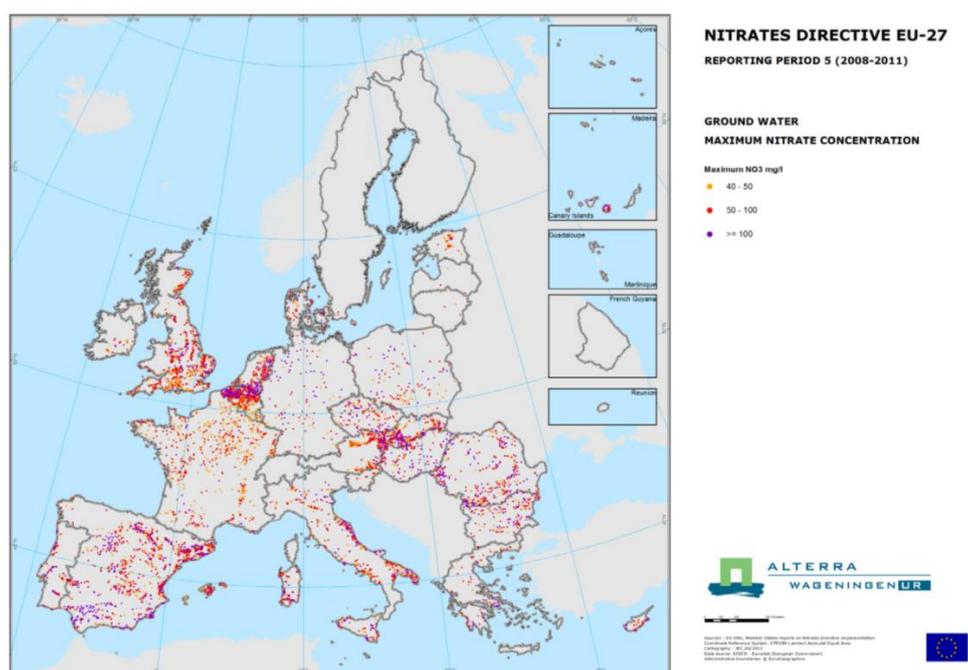


Slika 7. Maksimalne koncentracije nitrata u površinskim vodama prema monitoringu koji se prema Nitratnoj direktivi provodi u EU (podaci za EU-27 za izvještajno razdoblje 2008.-2011.)

Uspoređujući koncentracije nitrata u podzemnoj vodi za države članice EU za razdoblja 2004.-2007. i 2008.-2011. ne uočavaju se značajne razlike koje bi ukazivale na učinkovitost mjera za smanjenje pritiska na vode. U Nizozemskoj je za 8,5 % smanjen broj lokacija u kojima je koncentracija nitrata > 50 mg NO₃-/l, dok je u Slovačkoj njihov broj povećan za 7 %. Danska ne bilježi razlike u koncentracijama nitrata između dva izvještajna razdoblja, a u čak 50,9 % lokacija je koncentracija nitrata > 50 mg NO₃-/l. Najlošija situacija je i dalje na Malti gdje je u više od 70 % lokacija koncentracija nitrata u podzemnoj vodi > 50 mg NO₃-/l. Na slici 8 su prikazane prosječne godišnje koncentracije nitrata u podzemnoj vodi na lokacijama monitoringa u EU za razdoblje 2008.-2011., a na slici 9 su prikazane maksimalne koncentracije nitrata za isto razdoblje.



Slika 8. Prosječne koncentracije nitrata u podzemnim vodama za period izvještaja 2008-2011.

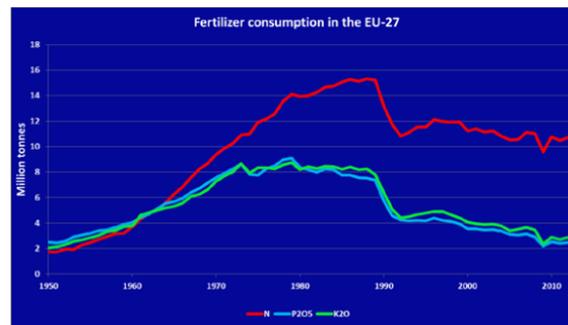


Slika 9. Maksimalne koncentracije nitrata u podzemnim vodama za period izvještaja 2008-2011.

Prema Eurostatu i Gnojiva Europe¹, uporaba mineralnog N gnojiva u EU-27 između 2008. – 2010. smanjila se šest posto u usporedbi sa 2006. – 2007. Od 2010. uporaba N gnojiva ostala je stabilna (slika 10). Godišnja potrošnja N gnojiva u EU trenutno je na oko jedanaest milijuna tona – gotovo 30 % manje od najveće potrošnje od prije dvadeset i pet

¹ Udruga proizvođača gnojiva.

godina. Primjena P i K gnojiva iznosila je oko 2,5 milijuna tona u 2010. što je gotovo 70 % manje od najveće potrošnje tijekom kasnih osamdesetih godina prošlog stoljeća.



Slika 10. Potrošnja gnojiva u EU 27 izražena u milijunima tona (Izvor: Fertilizers Europe) (Preuzeto iz: Izvješće Komisije Vijeću i Europskom Parlamentu o provedbi Direktive Vijeća 91/676/EEZ o zaštiti voda od onečišćenja nitratima iz poljoprivrednih izvora na osnovi izvješća država članica u razdoblju od 2008. do 2011., 2013)

U izvješćima EC se također navodi da je potrošnja N mineralnih gnojiva smanjena za razdoblja 2004.-2007. i 2008.-2011. za 6 %, dok stanje kakvoće podzemnih voda ne govori u prilog značajnom smanjenju koncentracija nitrata.

EC naglašava da strategija Zajedničke poljoprivredne politike (ZPP) do 2020. g. nudi nove perspektive, a kao odgovor na nove ekonomske, socijalne, okolišne, klimatske i tehnologijske probleme s kojima je zajednica suočena. Cilj je nadalje omogućiti inteligentan, održiv i sveobuhvatan razvoj. Kao zadatak ZPP također navode dohodovnu i raznoliku poljoprivredu u državama članicama EU. S političke točke gledišta takvo poslanje zvuči vrlo obećavajuće. Međutim, ulazeći u analize promjena strukture i intenziteta poljoprivredne proizvodnje država članica, čini se da ZPP i okolišne mjere zapravo nisu dobro harmonizirane.

EU putem ZPP-a nastoji utjecati na poljoprivredne djelatnosti koje imaju učinak na vode. Trenutno postoje dva instrumenta koji se koriste za uključivanje ciljeva vodne politike EU-a u ZPP. Riječ je o uvjetu višestruke sukladnosti, mehanizmu koji određena plaćanja iz ZPP-a povezuje s određenim pravilima koja se odnose na okoliš, i o europskom poljoprivrednom fondu za ruralni razvoj kojim se osiguravaju financijski poticaji za aktivnosti koje prelaze okvire zakonskih obveza.

10.4 Zaključak

Metodologija označavanja područja ranjivih na onečišćenja voda nitratima iz poljoprivrede (NVZs) nije jedinstvena u Europskoj uniji, ali su ciljevi postavljeni Nitratnom direktivom

jedinstveni. Upravo zbog dinamičnosti cijelog sustava države članice EU kontinuirano rade na reviziji NVZs, prvenstveno zbog toga da provjere jesu li okolišne mjere ciljane u pravo područje. Analiza dosadašnjih iskustava država članica u provođenju Nitratne direktive je pokazala da je veći napredak postignut u harmonizaciji metodologije, nego u provedbi akcijskih programa, ocjeni njihovog učinka na okoliš i ekonomskih pokazatelja. Gustoća postaja motrenja je također različita unutar EU. Tako za slatke površinske vode prosječno iznosi 6,9 postaja na 1000 km² površine, a prosječna gustoća mreže uzorkovanja podzemne vode je 8 postaja na 1000 km². Ipak, uspoređujući koncentracije nitrata u podzemnoj vodi za države članice EU za razdoblja 2004.-2007. i 2008.-2011. ne uočavaju se značajne razlike koje bi ukazivale na učinkovitost mjera za smanjenje pritiska na vode. U izvješćima EC se također navodi da je potrošnja N mineralnih gnojiva smanjena za razdoblja 2004.-2007. i 2008.-2011. za 6 %, dok stanje kakvoće podzemnih voda ne govori u prilog značajnom smanjenju koncentracija nitrata.

10.5 Literatura

*** (2014): Nitrate vulnerable zones: a new methodology, SEPAView, dostupno na <http://www.sepaview.com/2014/11/nitrate-vulnerable-zones-a-new-methodology/>

EC (2013): Report from the Commission to the Council and the European Parliament on the implementation of Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources based on Member State reports for the period 2008-2011, Brussels, Belgium

11 PRETHODNO UTVRĐENA PODRUČJA OSJETLJIVA NA NITRATE U RH

Autori:

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

Marina Bubalo, mag.ing.aedif., Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za melioracije

Monika Zovko, dipl.ing.agr., Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za melioracije

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

11.1 Uvod

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

U zaključcima projekta naveden je niz opservacija autora koje se odnose većinom na nedostupnost, nedostatnost ili neharmoniziranost potrebnih ulaznih pokazatelja. Određivanje se provelo odvojeno za nitrate u površinskim vodama i podzemnim vodama i eutrofikaciju površinskih voda (rijeke, jezera, prijelazne i obalne vode).

Raspoloživi podaci monitoringa i načina korištenja zemljišta (uključujući prirodnu ranjivost i procjenu N-pritiska) su bili glavni kriteriji za određivanje ranjivih zona. U područjima gdje se trendovi nisu mogli izračunati ili gdje su nedostajali podaci o praćenju, ranjive su zone određene kao preliminarne u skladu s prirodnom ranjivošću i korištenjem zemljišta.

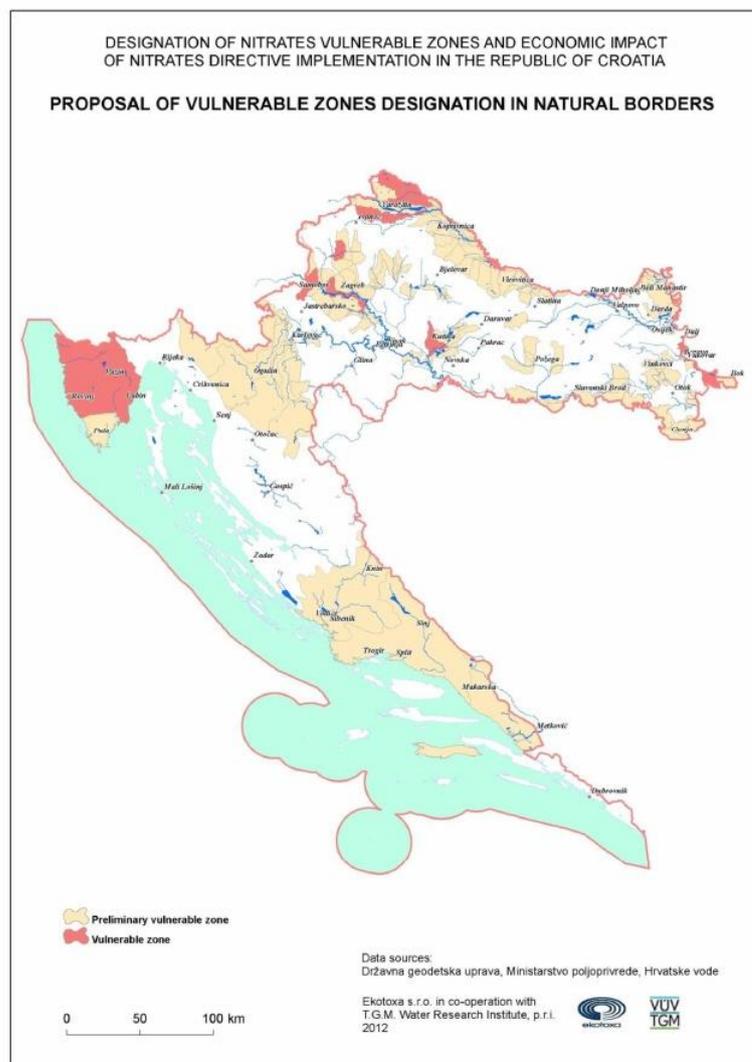
Ranjive zone su prvo određene u prirodnim granicama – hidrološkim slivovima, ali je konačna zadaća određivanja ranjivih zona bila svesti ih u administrativne granice – razina općine. U okviru ovog koraka ranjive su zone homogenizirane u skladu s preporukama Europske komisije. Analizom raspoloživih podloga kao glavni problem na cijelom teritoriju Hrvatske identificirana je eutrofikacija. Prema strogom pristupu u određivanju ranjivih zona

u EU, cijeli teritorij Republike Hrvatske se na temelju toga mogao definirati kao ranjivo područje. Svjesni nedostataka informacija u ulaznim podlogama te stoga da bi takva odluka mogla imati dalekosežne posljedice na provedbu Akcijskog plana i ostalih mjera, odlučeno je predložiti „hibridno“ rješenje. Za općine u kojima su na raspolaganju bili podaci koji su smatrani relevantnima za problematiku područje općine je označeno kao NVZ. Za one općine za koje je bio na raspolaganju samo dio relevantnih pokazatelja označena je „preliminarno“ ranjiva zona.

U izvješću se nadalje navodi da se Nitratna direktiva odnosi samo na onečišćenja vode iz poljoprivredne, ali da procjena jesu li identificirana onečišćenja zaista iz poljoprivrede nije mogla biti pouzdano utvrđena zbog nedostatka podataka i ograničenog vremena provedbe te se u konačnici radi o razini grube stručne procjene.

(Preuzeto iz: Određivanje zona ranjivih na nitrata te ekonomski učinak primjene Nitratne direktive na Republiku Hrvatsku, APCP/QCBS/NVZ/1, Projekt kontrole onečišćenja u poljoprivredi (APCP), Završno izvješće, 2012)

Na slici 1 prikazano je konačno određivanje ranjivih zona u administrativnim granicama u RH, a odlučeno je kako je najprikladnija administrativna jedinica za određivanje ranjivih zona općina. Ovi su podaci glavni rezultat inačice 2 (pored inačice 1, koja predlaže jednu ranjivu zonu na cijelom području Hrvatske) koja se sastojala od određivanja pojedinačnih ranjivih zona na temelju prihvaćenih pokazatelj. Još jednom autori naglašavaju da su cijelo vrijeme trajanja projekta bili suočeni s nedostatkom potrebnih podataka. Sastavni dio zaključaka projekta su stoga važne preporuke za poboljšanje mreže praćenja voda i dobivanja dodatnih podataka i dokumenata potrebnih za tumačenje podataka u okviru revizije NVZ za 4 godine.



Slika 1. Prijedlog označavanja ranjivih zona u RH (Izvor: Državna geodetska uprava, Ministarstvo poljoprivrede, Hrvatske vode, 2012).

Od ukupno 552 općine, 75 općina je u ranjivim zonama i 235 općina u preliminarno ranjivim zonama. Označene ranjive zone pokrivaju 52,9 % teritorija Hrvatske (to znači gotovo 30 000 km²), od kojih su 9 % ranjive zone i 43,9 % preliminarne ranjive zone. (Preuzeto iz: Određivanje zona ranjivih na nitrata te ekonomski učinak primjene Nitratne direktive na Republiku Hrvatsku, APCP/QCBS/NVZ/1, Projekt kontrole onečišćenja u poljoprivredi (APCP), Završno izvješće, 2012)

Vlada Republike Hrvatske na sjednici održanoj 21. studenog 2012. godine donijela je Odluku o određivanju ranjivih područja u RH (Narodne novine, 130/12). Ovom Odlukom, sukladno pravnom aktu Europske unije – Direktive Vijeća 91/676/EEZ od 12. prosinca 1991., određena su ranjiva područja u Republici Hrvatskoj na vodnom području rijeke Dunav i

jadranskom vodnom području, na kojima je potrebno provesti pojačane mjere zaštite voda od onečišćenja nitratima poljoprivrednog porijekla (slika 2).



Slika 2. Područja u Republici Hrvatskoj označena kao ranjiva na nitrate

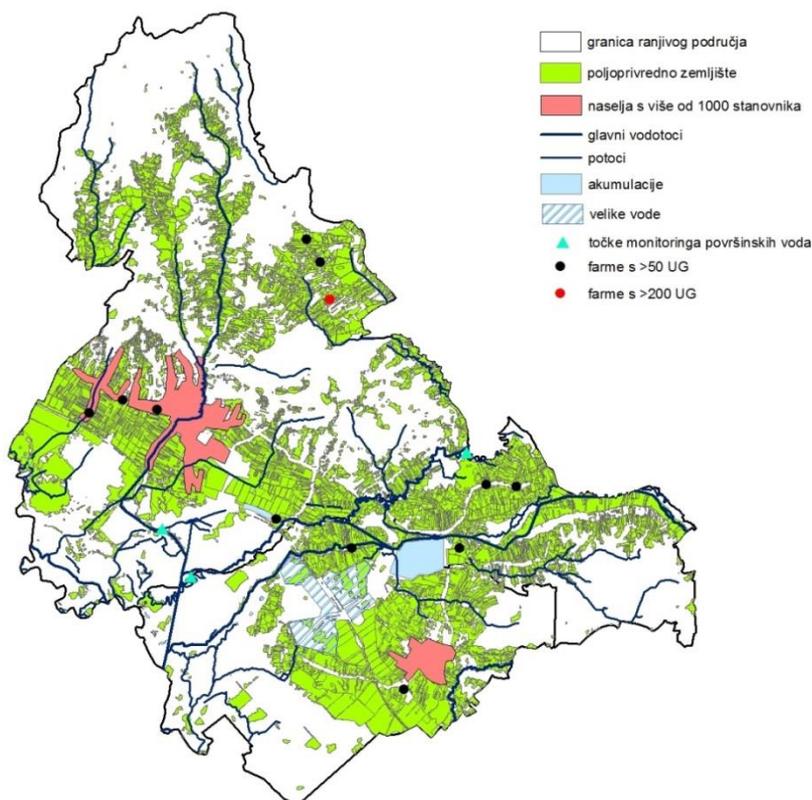
Ovom odlukom obuhvaćeno je 6 područja koja se administrativno nalaze u Gradu Zagrebu i u 8 županija (Međimurska, Varaždinska, Zagrebačka, Krapinsko-Zagorska, Sisačko–Moslavačka, Vukovarsko–Srijemska, Primorsko–Goranska i Istarska), a u 75 općina ili gradova.

11.2 Osvrt na označena ranjiva područja

Označavanje ranjivih područja složen je postupak koji bi trebao integrirati veliki broj prostornih informacija te u konačnici utvrditi stvarni pritisak iz poljoprivrede da bi provođenje odgovarajućih mjera u ovoj djelatnosti dovelo do očuvanja ili poboljšanja kvalitete vode – neprocjenjivog prirodnog blaga.

11.2.1 Ranjivo područje Kutine i Lipovljana

Na slici 3 prikazana je poljoprivredna proizvodnja i točke motrenja voda na nitrata iz poljoprivrede u označenom ranjivom području grada Kutine i Lipovljana.



Slika 3. Poljoprivredna proizvodnja i točke motrenja voda na nitrata iz poljoprivrede ranjivom području grada Kutine i Lipovljana

Ranjivo područje zauzima površinu od 40.378 ha, a poljoprivredna proizvodnja odvija se na 39 % površine, dok obradive površine zauzimaju 24 % ranjivog područja. Na cijelom području nalazi se 12 farmi s više od 50 UG, a smo jedna ima više od 200 UG. Monitoring površinskih voda provodi se na tri točke, a nacionalni monitoring podzemnih voda na ovom području se ne provodi.

Na mjernoj postaji Ilova V. Vukovje u razdoblju 2008. – 2013. utvrđene su prosječne koncentracije nitrata od 0,9 mg NO₃-N/l dok su maksimalne koncentracije od 3,1 mg NO₃-N/l. Koncentracije fosfora su također na niske - ortofosfata je utvrđeno 0,06 mg P/l a ukupnog P 0,27 mg P/l, dok su maksimalne koncentracije ortofosfata 0,66 mg P/l, a ukupnih 0,84 mg P/l.

Ako se razmotre rezultati ispitivanja vode Ilove nizvodno na točki monitoringa 15220 iza utoka Kutinice uočava se značajno povećanje onečišćenja. Tako prosječne koncentracije nitrata iznose 2,5 mg NO₃-N/l dok su maksimalne 11,3 mg NO₃-N/l uz značajno povećanje amonijaka i ukupnog N sve do maksimalnih 152,8 mg/l. Uz to prosječni ortofosfati povećani su na 0,7 mg P/l, dok su ukupni 2,5 mg P/l, a maksimalne vrijednosti dostižu koncentracije od 75,8 mg P/l.

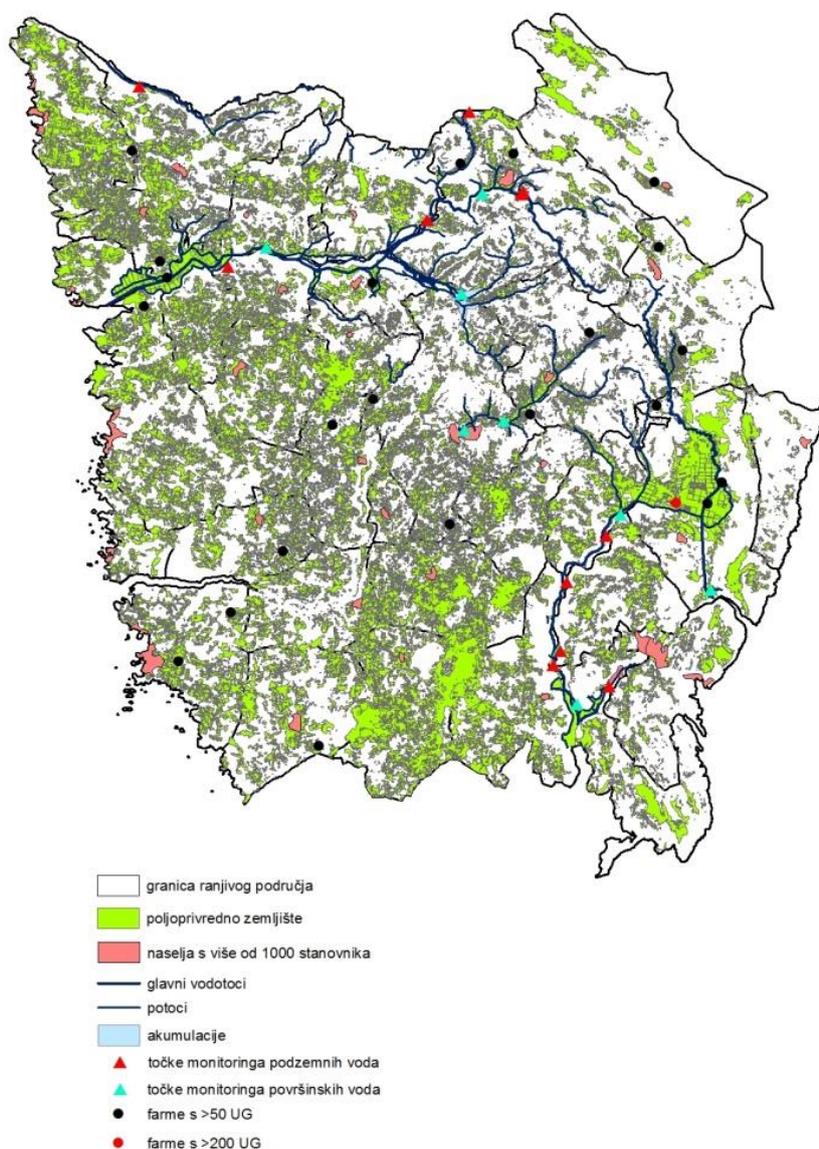
Nadalje, rezultati monitoringa na rijeci Ilovi sugeriraju da opterećena dolaze vodom Kutinice pa tako na mjernoj postaji Kutinica uzvodno od utoka u Ilovu utvrđene su prosječne koncentracije nitrata za razdoblje 2008. – 2013. od 25,4 mg NO₃-N/l, a maksimalna vrijednost od 55,9 mg NO₃-N/l. Uz visoke koncentracije nitrata zabilježene su i visoke prosječne koncentracije amonijaka 11,3 mg P/l, do maksimalnih 34 mg P/l. Visoke koncentracije dušika prate i prosječno visoke koncentracije ortofosfata 4,1mg P/l i ukupnih fosfata 5,0 mg P/l, uz maksimalne vrijednosti ortofosfata od 43,6 mg P/l i ukupnog P od 49,7 mg P/l.

Sve ovo sugerira da izvor pritiska – onečišćenja nije iz poljoprivrede već da treba ispitati druge potencijalne antropogene izvore onečišćenja. Treba također naglasiti da Kutinica protječe kroz grad Kutinu te drenira područje koje je pod mogućim utjecajem industrijskih postrojenja i/ili odlagališta njihovog otpada.

Kad je u pitanju intenzitet poljoprivredne proizvodnje onda svakako u RH ima područja u kojima je biljna proizvodnja znatno većeg intenziteta ili je koncentracija farmi po jedinici površine značajno veća nego u području Kutine. Treba dodati da je od 12 farmi većih od 50 UG samo jedna u slivu Kutinice. To dakako dovodi u sumnju pouzdanost označavanja tog područja kao ranjivog na nitrata, tim više što se ne može očekivati da će mjere koje će biti poduzete slijedom postupaka propisanih Nitratom direktivom polučiti očekivane učinke budući da nisu ciljane na pravi izvor onečišćenja.

11.2.2 Ranjivo područje u Istarskoj županiji

Slična situacija je i na području Istarske županije. Ranjivo područje zauzima 241.138 ha kojemu pripada 33 grada/općine (slika 4). Na ovom području registrirane su 23 farme s više od 50 UG, a samo jedna ima više od 200 UG. Korištene poljoprivredne površine zauzimaju 37 % ranjivog područja, a samo je 13 % obradivog zemljišta. Posebno je zanimljivo analizirati obradive poljoprivredne površine u pojedinoj općini ili gradu. Najmanje obradivih površina - 0,3 % od ukupne površine općine - ima općina Lanišće. Ukupno 19 općina ima manje od 10 % obradivih površina. Najviše obradivih površina ima općina Kaštelir - Labinci (29 %). Inače, Istarska županija, kao i većina južnih županija imaju mali postotak i obradivog i korištenog poljoprivrednog zemljišta.



Slika 4. Poljoprivredna proizvodnja i točke motrenja voda na ranjivom području gradova i općina Istarske županije

Postojeći monitoring površinskih i podzemnih voda provodi se na ukupno 19 točaka. Možda je zanimljivo analizirati i rijeku Pazinčicu iz koje se voda ispituje na dvije lokacije (Pazinčica - Dubravica i Pazinčica ponor). Tako na lokaciji Pazinčica – Dubravica (uzvodno od grada Pazina) prosječne koncentracije nitrata za razdoblje 2008. – 2013. iznose 0,6 mg NO₃-N/l dok su maksimalne koncentracije 2,5 mg NO₃-N/l. Prosječne koncentracije ortofosfata iznose 0,02 mg P/l, a ukupnog P 0,06 mg P/l. Na lokaciji Pazinčica – ponor (nizvodno od grada Pazina) su prosječne koncentracije nitrata iznosile 1,9 mg NO₃-N/l, a maksimalne 12,2 NO₃-N/l uz povećanje ukupnog dušika do maksimalnih 33,7 mg N uz veliki doprinos amonijaka. Uz povećanje N na ovoj lokaciji utvrđene su i više koncentracije P. Tako je utvrđena prosječna koncentracija ortofosfata od 0,95 mg P/l, a maksimalna 22,9 mg P/l. Iz ovih podataka uočljivo je da veliki doprinos onečišćenju voda Pazinčice ima grad Pazin, odnosno ispusti otpadnih voda iz različitih izvora. K tome, vode Pazinčice poniru prema izvorištima u slivu Raše i stoga nije neočekivano da i pojedini izvori i u tom području budu opterećeni.

Obrnuto, razmatrajući kakvoću vode rijeke Mirne koja se mjeri iz uzoraka na tri lokacije (Portonski most, Kamenita vrata, izvorište Rečice) uočava se da se prosječne koncentracije nitrata kreću u rasponu od 0,6 do 0,8 mg NO₃-N/l, a prosječne koncentracije ortofosfata od 0,02 do 0,08 mg P/l.

Svi ovi podaci ukazuju na nekonzistentan pristup pri određivanju područja ranjivih na nitrate na području RH te svakako uz postavljanje kvalitetnijih točaka motrenja treba pristupiti i revidiranju ranjivih područja. Potrebno je usredotočiti se na ona područja u kojima je poljoprivreda dominantni izvor pritiska na vode, a iskoristiti druge mogućnosti, metodologiju i alate da se identificiraju i sankcioniraju ostali onečišćivači voda: industrija, gradske otpadne vode, područja s neuređenim sustavom odvodnje otpadnih voda iz kućanstava, odlagališta otpada i drugi. Integriranim pristupom mogu se izbjeći štetne posljedice za društvo, a posebno za prirodno nacionalno blago – vode.

11.3 Zaključak

Prethodnim aktivnostima u projektu „Projekt kontrole onečišćenja u poljoprivredi (APCP)“, financiranim darovnicom TF90845, 52,9 % teritorija RH označeno je kao ranjivo na nitrate. Druga preporuka bila je označiti cjelokupni teritorij RH ranjivim na nitrate. U zaključcima projekta naveden je niz opservacija autora koje se odnose većinom na

nedostupnost, nedostatnost ili neharmoniziranost potrebnih ulaznih pokazatelja. Određivanje se provelo odvojeno za nitrata u površinskim vodama i podzemnim vodama i eutrofikaciju površinskih voda (rijeke, jezera, prijelazne i obalne vode). Označavanje ranjivih područja složen je postupak koji bi trebao integrirati veliki broj prostornih informacija te u konačnici utvrditi stvarni pritisak iz poljoprivrede. Analiza pojedinih prethodno proglašanih ranjivih područja u RH sugerira da svi izvori pritiska – onečišćenja na temelju kojih je donesena odluka nisu iz poljoprivrede već da treba ispitati i druge potencijalne antropogene izvore onečišćenja. Ciljani monitoring i integrirani pristup je potreban kako pri određivanju područja ranjivih na nitrata na području RH tako i za poduzimanje svih daljnjih aktivnosti po zahtjevima Nitratne direktive.

11.4 Literatura

Narodne novine 130/12. Odluka o određivanju ranjivih područja u RH

Hrabankova, A., Datel, J. V., Klir, J., Kadić, V. (2012): Određivanje zona ranjivih na nitrata te ekonomski učinak primjene Nitratne direktive na Republiku Hrvatsku, APCP/QCBS/NVZ/1, Projekt kontrole onečišćenja u poljoprivredi (APCP), završno izvješće.

Znaor D. (2011): APCP Agricultural Pollution Control Programme for Croatia, Pressure on Croatian water resources caused by nitrates and phosphorus of agricultural origin. Ministry of Agriculture, Fishery and Rural Development.

12 MONITORING STANJA KAKVOĆE VODA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Autori:

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

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

12.1 Monitoring podzemnih voda

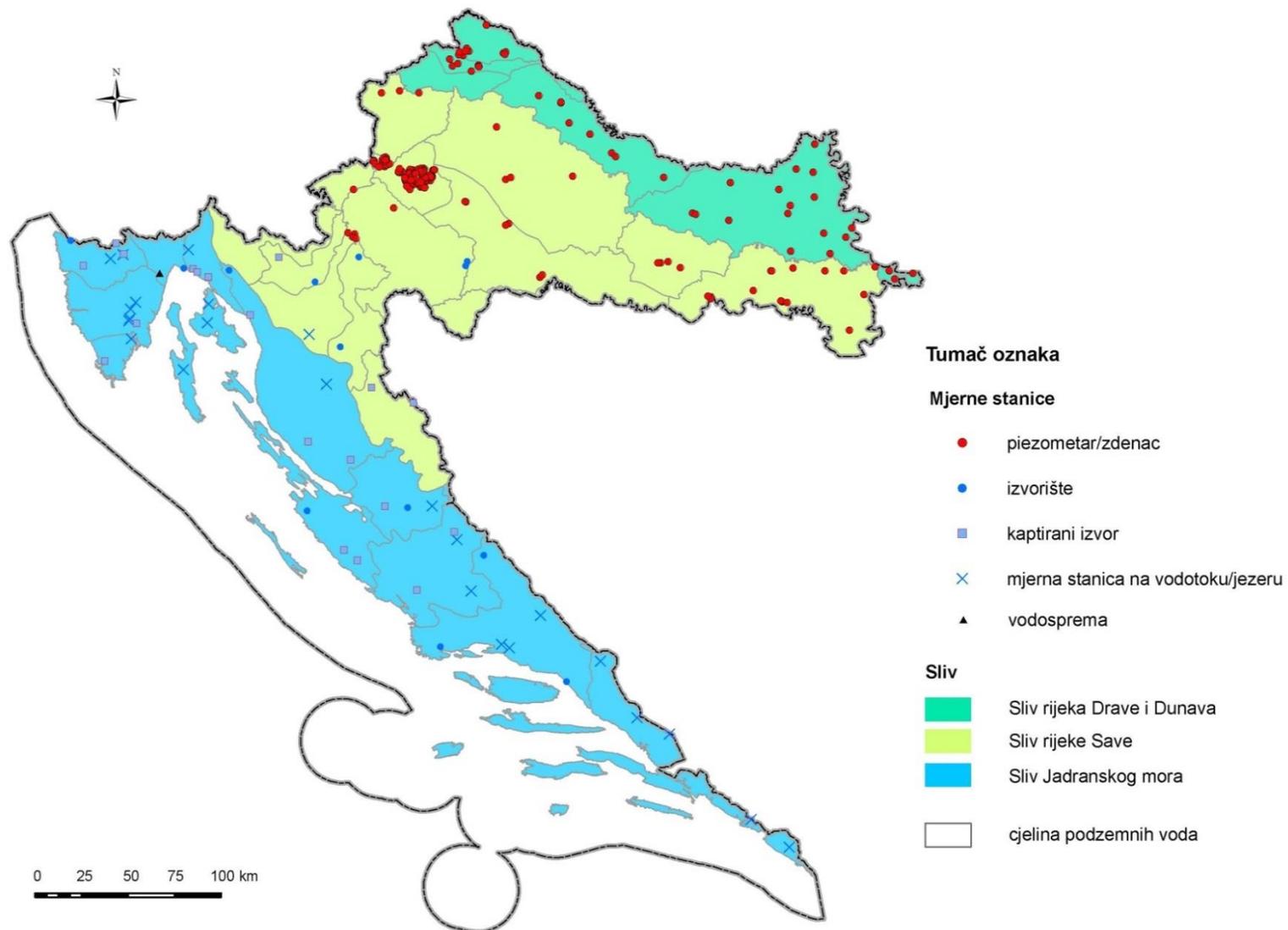
12.1.1 Uvod

Za motrenje stanja kakvoće podzemnih voda u Hrvatskoj na nacionalnoj razini zadužene su Hrvatske vode koje su za potrebe ovog projekta ustupile bazu podataka o mjernim stanicama na kojima se provodi uzorkovanje voda. U sustav nacionalnog motrenja uključeni su različite vodne pojave i objekti. Na području sjeverne, panonske Hrvatske stanje kakvoće podzemnih voda uglavnom se utvrđuje uzorkovanjima vode iz vodnih objekata – većim dijelom iz piezometara i manjim dijelom iz zdenaca, dok se stanje kakvoće izvorskih voda gotovo i ne prati. U bazi podataka o monitoringu podzemnih voda u južnom, krškom dijelu Hrvatske navedeno je da se uzorci vode prikupljaju iz zahvaćenih i nezahvaćenih izvorišta, ali i površinskih voda na lokacijama smještenim nešto nizvodnije od mjesta istjecanja podzemne vode na površinu terena.

12.1.2 Pregled lokacija motrenja stanja kakvoće podzemnih voda po slivovima i cjelinama podzemnih voda

U slivu rijeke Drave i Dunava (slika 1) motrenje stanja kakvoće podzemne vode na nacionalnoj razini provodi se od 2006. godine kada je nastupila primjena Okvirne direktive o vodama EU (2000/60/EC). Iste godine je praćenje kakvoće podzemne vode započelo na 29 lokacija. Sljedeće godine je u sustav motrenja uključeno još 11 lokacija, a 2010. godine još 4 lokacije. Stanje kakvoće podzemnih voda na temelju podataka monitoringa do 2008. godine prikazano je u izvješćima o stanju i riziku cjelina podzemnih voda u panonskom dijelu i na krškom području Republike Hrvatske (Biondić i sur., 2009; Brkić i sur., 2009). U 2011. godini iz praćenja kakvoće podzemne vode u slivu Drave isključene su tri lokacije u istočnoj Slavoniji (Skela, Mohovo i Korog), a naredne, 2012. godine uključene su 3 lokacije (Našice, Dalj i Beli

Manastir). U 2012. godini kakvoća podzemne vode u ovom slivu ispitivana je na ukupno 44 lokacije. Sve lokacije se odnose na uzorkovanje podzemne vode iz piezometara ili zdenaca smještenih na priljevnim područjima crpilišta javne vodoopskrbe. Lokacija na kojima se provodi motrenje kakvoće podzemne vode unutar cjelina podzemnih voda prikazane su u tablici 1.



Slika 1. Lokacije ispitivanja kakvoće podzemne vode u okviru nacionalnog motrenja (prema podacima Hrvatskih voda)

Tablica 1. Broj lokacija na kojima se 2012. provodilo motrenje kakvoće podzemne vode unutar cjelina podzemnih voda

Sliv	Cjelina podzemne vode	Površina cjeline podzemne vode (km ²)	Broj lokacija na kojima se provodilo motrenje kakvoće podzemne vode u 2012. godini	Gustoća mreže (na 1000 km ²)	Napomena
Rijeke Drava i Dunav	Međimurje	746.54	6	8.0	
	Varaždinsko područje	401.95	10	24.9	
	Novo Virje	97.26	0	0	
	Legrad-Slatina	2369.66	8	3.4	
	Istočna Slavonija - sliv rijeke Drave i Dunava	5009.03	13	2.6	
	Sliv Bednje	724.64	0	0	
Rijeka Sava	Sliv Sutle i Krapine	1405.44	3	2.1	
	Sliv Lonje, Ilove i Pakre	5186.09	4	0.77	
	Sliv Orljave	1575.03	4	2.5	
	Zagreb	987.52	143	144	
	Lekenik-Lužani	3444.26	6	1.8	
	Istočna Slavonija - sliv Save	3328.12	14	4.2	
	Žumberak - Samoborsko gorje	443.30	1	2.3	
	Kupa	2870.29	7	2.4	
	Una	540.57	0	0	
	Kupa - krš	1026.70	0	0	
	Dobra	754.55	2	2.7	
	Mrežnica	1370.92	1	0.7	mjerna stanica na vodotoku
	Korana	1244.71	2	1.7	
	Una - krš	1574.79	2	1.3	
Jadransko more	Sjeverna Istra	901.61	6	6.7	jedna mjerna stanica na vodotoku
	Središnja Istra	1470.22	5	3.3	četiri mjerne stanice na vodotoku
	Južna Istra	391.18	2	5.1	jedna mjerna stanica na vodotoku
	Riječki zaljev	440.33	2	4.5	
	Rijeka - Bakar	621.19	4	6.5	
	Lika - Gacka	3720.38	4	1.1	jedna mjerna stanica na vodotoku
	Zrmanja	1536.86	3	2.0	jedna mjerna stanica na vodotoku

	Ravni Kotari	1280.39	3	2.3	
	Krka	2703.13	4	1.5	dvije mjerne stanice na vodotoku
	Cetina	3086.54	5	1.6	dvije mjerne stanice na vodotoku
	Neretva	2034.02	4	2.0	četiri mjerne stanice na vodotoku
	Otok Cres	406.14	2	4.9	Vransko jezero (dvije dubine)
	Otok Krk	405.45	4	9.9	Jezero kraj Njivica i Akumulacija Ponikve (po dvije dubine)

U većem dijelu sliva rijeke Save (slika 1) motrenje stanja kakvoće podzemne vode na nacionalnoj razini započeto je 2006. godini. Izuzetak je samo šire područje Zagreba, na kojemu se uzorkovanje i praćenje kakvoće podzemne vode na priljevnim područjima crpilišta provodi od 2000. godine te izvor Ribnjak koji je uzorkovan od 2001. godine i izvor Loskun od 2005. godine. U sustav motrenja, uz zagrebačkih 148 lokacija, 2006. godine uključene su još 22 lokacije na ostalom dijelu savskog sliva. U 2007. godini tom je broju dodano još 12 lokacija na zagrebačkom području i 14 lokacija na ostatku sliva Save. U 2010. i 2011. godini u sustav praćenja stanja kakvoće podzemne vode u slivu rijeke Save dodano je još 12 lokacija, od čega 5 na Kosnici (zagrebačko područje) i 7 na ostatku sliva (Karlovac, Pregrada, D. Budičina, D. Mlinoga u 2010., te izvorišta Petak, Lička Jasenica i Bistrac u 2011).

U razdoblju od 2005. do 2011. godine na zagrebačkom području iz sustava motrenja isključena su 23 piezometra, a 2010. i 2011. po jedan piezometar u ostatku sliva Save (Slavonski Brod i Stari Mikanovci u istočnoj Slavoniji).

U 2012. godini kakvoća podzemne vode u ovom slivu ispitivana je na ukupno 187 lokacija. Broj lokacija na kojima se provodi motrenje kakvoće podzemne vode unutar cjelina podzemnih voda prikazan je u tablici 1.

Prema podacima Hrvatskih voda, kakvoća vode u krškim vodonosnicima (južni dio sliva rijeke Save tj. južno od Karlovca i sliv Jadranskog mora) provodi se na lokacijama nezahvaćenih izvorišta, na izvorima zahvaćenim za javnu vodoopskrbu (kaptirani izvori), na vodotocima nešto nizvodnije od samog mjesta istjecanja podzemne vode na površinu terena (izvorišta), te na jezerima (jezero kraj Njivica na otoku Krku, Vransko jezero na Cresu) i akumulacijama (akumulacija Ponikve na otoku Krku) (slika 1). Na oba jezera i akumulaciji

Ponikve uzorci se uzimaju na dva mjesta: na površini i pri dnu jezera. Ovdje treba napomenuti da mjerene stanice na lokacijama nešto nizvodnije od samog mjesta istjecanja podzemne vode na površinu terena pripadaju i mreži motrenja površinskih voda i mreži motrenja podzemnih voda.

12.1.3 Motrenje stanja kakvoće podzemnih voda u aluvijalnim vodonosnicima sjeverne Hrvatske

Područjem sjeverne Hrvatske dominiraju prostrane doline rijeka Save, Drave i Dunava u kojima su formirani vrlo značajni vodonosni sustavi kvartarne starosti. Oni su ujedno i glavni izvor vodoopskrbe ovog prostora koji je inače područje intenzivne poljoprivrede, i biljne i stočarske proizvodnje.

Motrenje stanja kakvoće podzemnih voda unutar ovih vodonosnih sustava provodi se uzorkovanjem vode iz različitih vodnih objekata - piezometara ili zdenaca. U sustav monitoringa uglavnom su uključeni piezometri smješteni unutar priljevnih područja crpilišta javne vodoopskrbe. Dubina piezometara (i zdenaca), pa i dijelovi vodonosnika kojima su oni zahvaćeni (filterski intervali) ovise o debljini krovinskih naslaga iznad vodonosnika i dubini zalijeganja vodonosnika. U zapadnim dijelovima dravske i savske nizine, vodonosnici se nalaze razmjerno plitko ispod površine terena jer su krovinske slabo propusne naslage koje na njih naliježu razmjerno male debljine a na mnogim mjestima i nedostaju pa je vodonosnik pokriven samo humusom. U tome se prvenstveno ističe šire područje Varaždinskog bazena s Međimurjem te zagrebačko područje. Piezometrima iz kojih se uzimaju uzorci vode za analizu stanja kakvoće podzemne vode vodonosne naslage na zagrebačkom području su uglavnom zahvaćene na dubinskom intervalu od 5 do 25 m, ali i dublje. U zapadnom dijelu Dravskog bazena piezometrima je vodonosnik zahvaćen od oko 10 do 20 m dubine, a na nekim su lokacijama zahvaćeni i dublji dijelovi vodonosnika. Zbog malog zalijeganja aluvijalnog vodonosnika u dolini rijeke Orljave (okolica Požege), vodonosnik je piezometrima iz kojih se provodi uzorkovanje vode zahvaćen na dubinskom intervalu od 4 do 9.5 m.

Prema istoku sjeverne Hrvatske, u Savskom i Dravskom bazenu debljine krovinskih slabo propusnih naslaga iznad vodonosnika se povećavaju pa se i zahvaćeni intervali u piezometrima i zdenacima nalaze na većim dubinama. Uglavnom je to na dubinskom intervalu od oko 40 do 45 m dubine, a mjestimice i znatno dublje od toga.

Baza o mjernim stanicama koje se koriste za motrenje kakvoće podzemne vode dobivena od Hrvatskih voda ne sadrži podatke o dubinskim intervalima filtera ugrađenih u vodne objekte. Međutim, za potrebe korištenja tih objekata u svrhu odabira mjernih stanica za potrebe praćenja utjecaja poljoprivredne djelatnosti na kakvoću podzemnih voda iznimno je važno poznavati gdje se filterski intervali nalaze. Pri tome su posebno važni najplići filterski intervali u pojedinim vodnim objektima.

S obzirom da takvim podacima baza Hrvatskih voda ne raspolaže jer se stanje kakvoće podzemne vode u vodonosnom sustavu do sada razmatralo neovisno o dubini vodonosnika, u okviru ovog projekta baza je nadopunjena potrebnim podacima. Pri tome je načinjena korelacija i identifikacija objekata iz baze Hrvatskih voda s bazom Hrvatskog geološkog instituta. Za vodne objekte za koje je pouzdano utvrđeno da se radi o istima u jednoj i drugoj bazi, baza o mjernim stanicama Hrvatskih voda je dopunjena podacima o dubinama filterskih intervala kojima su vodonosne naslage zahvaćene. Sve je prikazano u shape file-u koji su u prateći dokumenti ove publikacije.

12.1.4 Zaključak

Motrenje stanja kakvoće podzemne vode u Republici Hrvatskoj ne provodi se ravnomjerno. Najveći broj lokacija nalazi se na širem području grada Zagreba gdje su smještena najveća izvorišta pitke podzemne vode koja se koristi za potrebe javne vodoopskrbe gotovo četvrtine stanovništva Hrvatske. Na području sjeverne, panonske Hrvatske motrenje 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.

Općenito se može zaključiti da nacionalna mreža motrenja 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 motrenja kakvoće vode u drenažnim kanalima. Međutim, motrenje kakvoće vode u drenažnim kanalima nije uključeno u nacionalnu mrežu motrenja voda.

12.1.5 Literatura

Biondić, R., Biondić, B., Rubinić, J., Maeški, H., Kapelj, S., Tepeš, P. (2009): Ocjena stanja i rizika cjelina podzemnih voda na krškom području u Republici Hrvatskoj. Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Brkić, Ž., Larva, O., Marković, T. (2009): Ocjena stanja i rizika cjelina podzemnih voda u panonskom dijelu Republike Hrvatske. Hrvatski geološki institut, Zagreb.

12.2 Monitoring stanja kakvoće površinskih voda u Republici Hrvatskoj

12.2.1 Uvod

Za motrenje stanja kakvoće površinskih voda u Hrvatskoj na nacionalnoj razini zadužene su Hrvatske vode koje su za potrebe ovog projekta ustupile bazu podataka o mjernim stanicama na kojima se provodi ispitivanje voda. Na državnoj razini monitoring se provodi od 70-tih godina 20. stoljeća, ali se sustavno nadopunjuje i usklađuje s novim zahtjevima zakonodavstva. Prema Planu praćenja stanja voda u Republici Hrvatskoj u 2012. godini, ispitivanja kakvoće voda provodilo se na 343 mjerne postaje na vodotocima, jezerima i akumulacijama te na 33 mjerne postaje u prijelaznim i priobalnim vodama.

12.2.2 Vrste monitoringa

12.2.2.1 Nadzorni monitoring površinskih voda

Prema vrsti, monitoring se dijeli na nadzorni, operativni i istraživački. Svrha nadzornog monitoringa je utvrđivanje dugoročnih promjena stanja voda u svakom slivu ili podslivu vodnog područja što uključuje dopune i vrednovanje postupka ocjene utjecaja, učinkovito oblikovanje budućih planova monitoringa, ocjenjivanje dugoročnih promjena prirodnih uvjeta i ocjenjivanje dugoročnih promjena uzrokovanih intenzivnim ljudskim djelatnostima. Plan monitoring kemijskog i ekološkog stanja prijelaznih i priobalnih voda usklađen s Okvirnom direktivom o vodama i Zakonom o vodama. Kriteriji za definiranje mreže postaja nadzornog monitoringa su bili sljedeći:

- mjerne postaje na vodotocima s površinom sliva većom od 2500 km², uključujući i vodotoke čija je površina sliva nešto manja, ali je procijenjeno da je sliv značajan;
- mjerne postaje s kojih se podaci razmjenjuju prema WISE-u, međunarodnim konvencijama i bilateralnim ugovorima;
- mjerne postaje na međudržavnim vodotocima na kojima se može pratiti prekogranični utjecaj;
- mjerne postaje na jezerima s površinom jezera većom od 0,5 km²;
- mjerne postaje na najmanje jednom reprezentativnom vodnom tijelu svakog vodotoka s površinom sliva većom od 500 km².

12.2.2.2 Operativni monitoring površinskih voda

Cilj operativnog monitoringa je praćenje stanja voda, za koje je utvrđeno da postoji rizik da neće moći zadovoljiti ekološke ciljeve te ocjenjivanje promjene stanja takvih voda uslijed provedbe programa mjera. (Izvor: Musić i sur: Hrvatske vode i izvješćivanje o kakvoći voda, Hrvatske vode 19 (2011) 76, 93–100)). Namijenjen je praćenju stanja sljedećih vodnih tijela:

- za koja je tijekom ocjene stanja utvrđeno da nisu dosegla dobro ekološko i kemijsko stanje voda te da postoji rizik da neće moći zadovoljiti ekološke ciljeve;
- u koja se ispuštaju otpadne vode koje uzrokuju onečišćenje pokazateljima kemijskog stanja i pokazateljima ekološkog stanja površinskih voda;
- koja su pod značajnim opterećenjem iz raspršenih izvora onečišćenja;
- koja su pod značajnim hidromorfološkim opterećenjem.

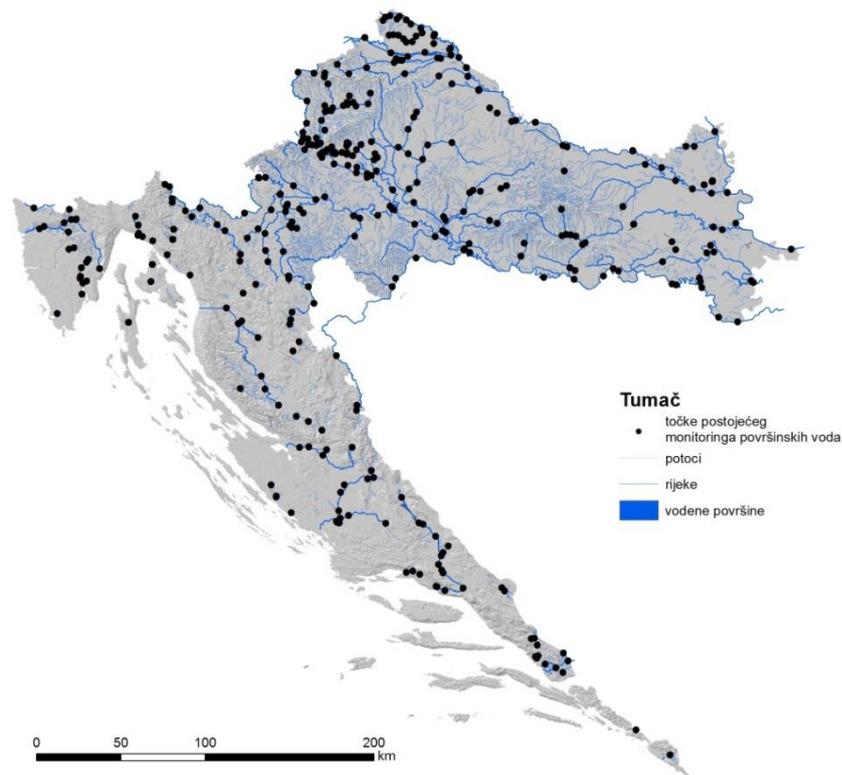
12.2.2.3 Monitoring stanja voda u zaštićenim područjima

Na zaštićenim područjima – područjima od posebne zaštite voda, postoji potreba za dodatnim monitoringom koji treba obuhvatiti pokazatelje sukladno odredbama posebnih propisa po kojima su ova područja zaštićena. U područja posebne zaštite voda ubrajaju se:

- područja pogodna za zaštitu gospodarski značajnih vodenih organizama, uključivo i područja voda pogodna za život slatkovodnih riba te područja voda pogodna za život i rast školjkaša;

- sve vode namijenjene ljudskoj potrošnji koje osiguravaju u prosjeku više od 10 m³ vode na dan ili opskrbljuje više od 50 ljudi i sva vodna tijela rezervirana za te namjene u budućnosti;
- područja za kupanje i rekreaciju;
- područja namijenjena zaštiti staništa ili vrsta gdje je održavanje ili poboljšanje stanja voda bitan element njihove zaštite;
- područja podložna eutrofikaciji i područja ranjiva na nitrata, područja loše izmjene voda priobalnim vodama, osjetljivost kojih se ocjenjuje u odnosu na ispuštanje komunalnih otpadnih voda.

Lokacije na kojima se provodi monitoring površinske vode u Republici Hrvatskoj prikazana je na slici 1. Rezultati postojećeg monitoringa površinskih voda za dostupno razdoblje korišteni su za oblikovanje budućeg kako bi se mogao pratiti utjecaj poljoprivrede sukladno Nitratnoj direktivi.



Slika 2. Lokacije postojećeg monitoringa površinskih voda u RH

12.2.3 Zaključak

Zaključno se može istaći da u RH ima dugu tradiciju praćenja površinskih voda, da će se veliki broj točaka iskoristiti i kao monitoring površinskih voda za provedbu Nitratne direktive, a na područjima gje to nije dostatno s obzirom na postavljene kriterije i nadopuniti.

12.2.4 Literatura

Musić, V., Antolić, J., Medić, Đ., Bujas, N. (2011): Hrvatske vode i izvješćivanje o kakvoći voda prema nacionalnim propisima i zahtjevima Europske unije, Hrvatske vode 19 (2011), 76, 93–100

13 PRIJEDLOG MONITORINGA STANJA VODA U RH S OBZIROM NA PRITISKE IZ POLJOPRIVREDE

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

13.1 Uvod

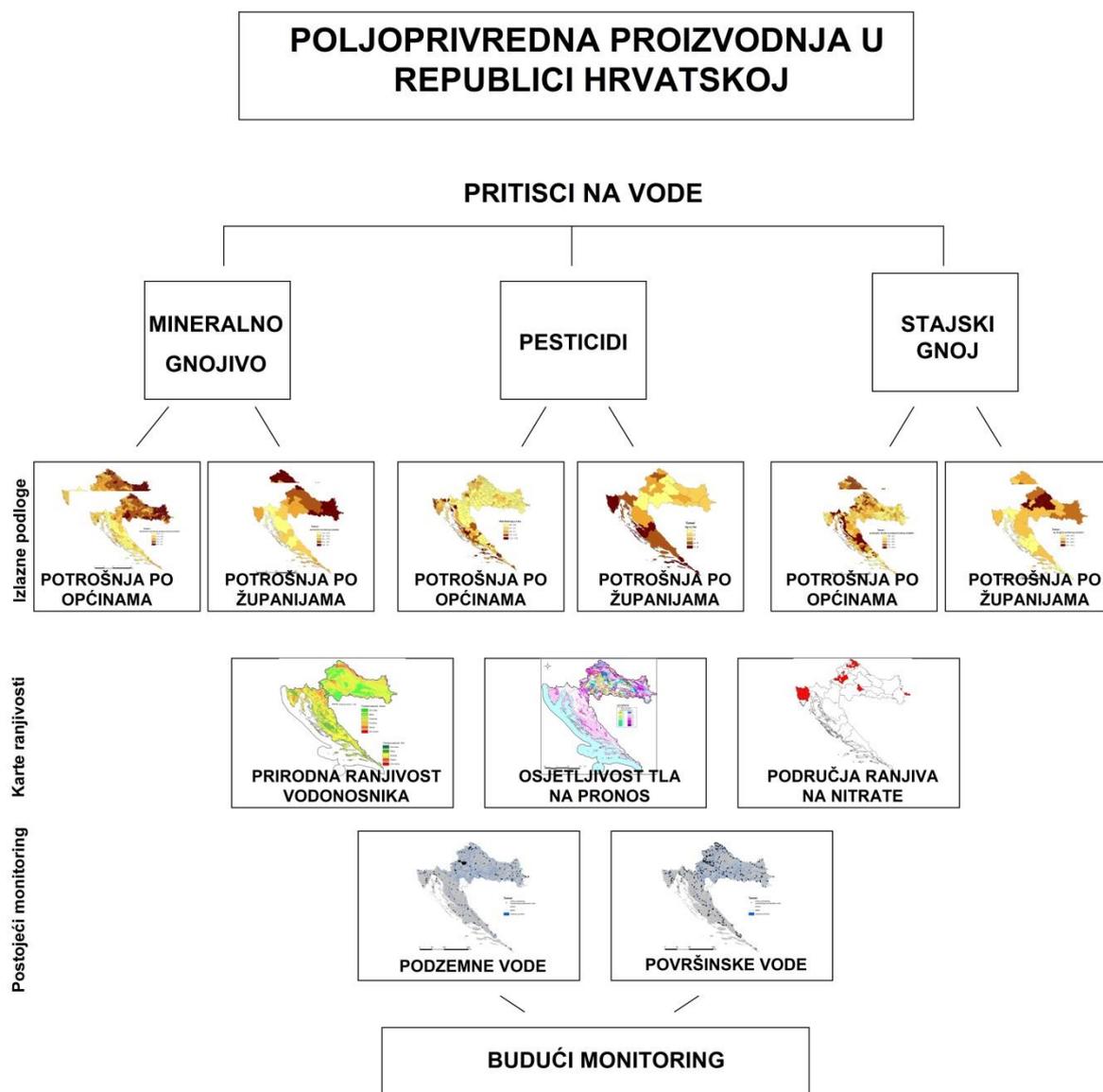
Difuzna onečišćenja iz poljoprivrede smatraju se najzahtjevnijim zadatkom Okvirne direktive o vodama. Glavni pritisci povezani s poljoprivredom, a koji su korišteni u ovom projektu za formiranje prijedloga budućeg monitoringa voda su: 1. pritisci hranjivih tvari, uz identifikaciju izvora iz stočarske proizvodnje i primjene mineralnih gnojiva u biljnoj proizvodnji, 2. pritisci pesticide prema vrstama i potrošnji pesticida u biljnoj proizvodnji.

Ciljevi poglavlja su sljedeći:

- Identifikacija i procjena učinka pritiska iz poljoprivrede na vodna tijela analizom raspoloživih podataka za pilot godinu 2012.;
- Analiza pritisaka nakon integriranja postojećih podataka/kartografskih podloga i primijenjenih modela procjene, uključujući i identifikaciju nedostatnih podataka;
- Analiza rezultata postojećeg monitoringa površinskih i podzemnih voda u RH, uključujući utvrđivanje pogodnosti svake pojedinačne lokacije da bude uključena u predloženu mrežu monitoring;
- Prijedlog novih lokacija koje bi trebale biti uključene u mrežu monitoringa uvažavajući definirane kriterije;
- I konačno prijedlog cjelovite mreže monitoringa površinskih i podzemnih voda u RH za praćenje utjecaja poljoprivrede na onečišćenje voda.

13.2 Materijali i metode rada

Slijedom preliminarne analize svih prostornih i drugih pokazatelja relevantnih za utvrđivanje stanja poljoprivrede u RH s aspekta mogućih pritisaka na vode, proizveden je niz izlaznih podataka u vidu karata i/ili numeričke kvantifikacije (slika 1).



Slika 1. Shematski prikaz tijeka informacija na temelju kojih je donesen prijedlog budućeg monitoringa

Ti su podaci dobiveni integriranjem i analizom velikog broja indikatora koji se odnose na sljedeće:

1. raspoloživo poljoprivredno zemljište i poljoprivredu (ukupno poljoprivredno zemljište i udjeli obradivog i korištenog, zastupljenost kultura u biljnoj proizvodnji, raspored i

intenzitet stočarskih farmi, procjena primjene mineralnih i organskih gnojiva, pesticida i drugo),

2. prirodne značajke tala i hidrogeološke specifičnosti,

3. postojeće informacije koje se prikupljaju nacionalnim monitoringom voda u RH i prethodno utvrđena područja osjetljiva na nitrata (NVZs – Nitrate Vulnerable Zones),

4. iskustva EU-27 u provođenju Nitratne direktive.

Za utvrđivanje intenziteta glavnih pritisaka bila je određena skupina relevantnih indikatora, kako je to prikazano u prethodnim poglavljima.

Zatim se pristupilo analizi postojećeg monitoringa površinskih i podzemnih voda koji se provodi u RH, a korišteni su raspoloživi podaci o kakvoći voda za razdoblje 2008. - 2013. godina dostavljenih od Hrvatskih voda. Svaka lokacija na kojoj se sustavno uzorkuje voda i ispituje njezina kakvoće analizirana je zatim pojedinačno, a glavni kriteriji za ocjenu pogodnosti za uključivanje u prijedlog monitoringa bili su sljedeći:

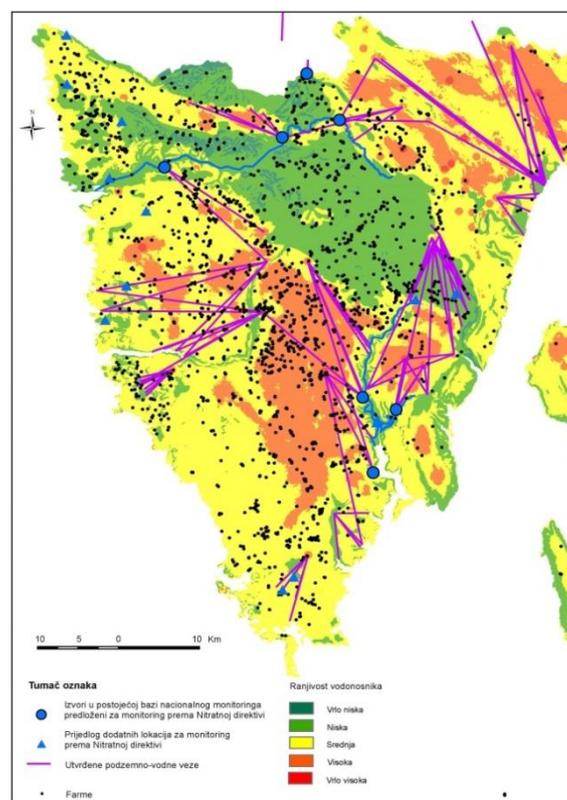
1. način korištenja zemljišta u području te lokacije,
2. pripadnost slivnom području,
3. vrsta biljne proizvodnje i broj i vrsta stočarskih farmi,
4. hidrogeološke karakteristike i prirodna ranjivost vodonosnika,
5. značajke zemljišnog pokrova - prirodna ranjivost tala i potencijal poljoprivrednih tala za pronos/zadržavanje onečišćivača.

Uvažavajući standarde EC, za područja u kojima je utvrđen nedostatak lokacija monitoringa predložene su dodatne lokacije te je u konačnici izrađen prijedlog **Mreže monitoringa površinskih i podzemnih voda za utvrđivanje pritisaka i učinaka poljoprivrede na vode u RH.**

Za analizu broja točaka monitoringa podzemnih i površinskih voda vodili smo se i iskustvima provođenja Nitratne direktive u zemljama članicama EU koji se temelji na broj lokacija motrenja na 1000 km² kopnene površine te zauzeli kriterij da zadovoljimo prosječni broj EU -27.

S obzirom na ovakvu situaciju, za izradu prijedloga monitoringa voda za potrebe primjene Nitratne direktive u Hrvatskoj usvojen je minimum od 5 lokacija na 1000 km² površine Hrvatske, uz uvažavanje različitosti s obzirom na očekivane pritiske.

Osim navedenih kriterija, za izradu prijedloga lokacija za monitoring podzemnih voda s obzirom na utjecaj od poljoprivredne djelatnosti korištene su i brojne druge podloge: hidrogeološke karte, podaci o dubinama do podzemne vode, karte hidroizohipsi, podaci o trasiranjima podzemnih voda u kršu i dr. Korištenja ovih podloga je prikazano na primjeru Istre (slika 1). Na slici nedostaju poljoprivredne površine, no one su prikazane s iznimno velikim brojem poligona pa bi sliku činile potpuno nečitkom.



Slika 2. Primjer korištenja različitih podloga pri definiranju prijedloga lokacija monitoringa podzemnih voda (izvor podataka: Biondić i sur., 2009; Biondić i sur., 1999)

Motrenje podzemnih voda na području sjeverne Hrvatske uglavnom se provodi uzimanjem uzoraka vode iz piezometara ili zdenaca smještenim na priljevnim područjima crpilišta javne vodooopskrbe, a na južnom, krškom području Hrvatske uzimanjem uzoraka na mjestima istjecanja podzemne vode (izvori) ili nešto nizvodnije od njih pa se takva mjesta registriraju i kao mjesta uzorkovanja površinskih voda. Nove lokacije koje su predložene za motrenje podzemnih voda s ciljem praćenja utjecaja poljoprivredne djelatnosti na podzemne

vode uglavnom se odnose na izvedbu i bušenje piezometara iz kojih će se uzimati uzorci podzemne vode.

Piezometri su locirani na način da pokrivaju tipični poljoprivredni prostor određenog područja te ukoliko u županijama dominira stočarska proizvodnja tada je dio piezometara raspoređen uz veće stočarske farme.

13.3 Prijedlog budućeg monitoringa površinskih i podzemnih voda u RH

U odnosu na pojedine županije ukupan broj lokacija na kojima se predlaže motrenje stanja voda s obzirom na utjecaj od poljoprivredne djelatnosti prikazan je u tablici 1, a njihov prostorni raspored u RH na slici 4.

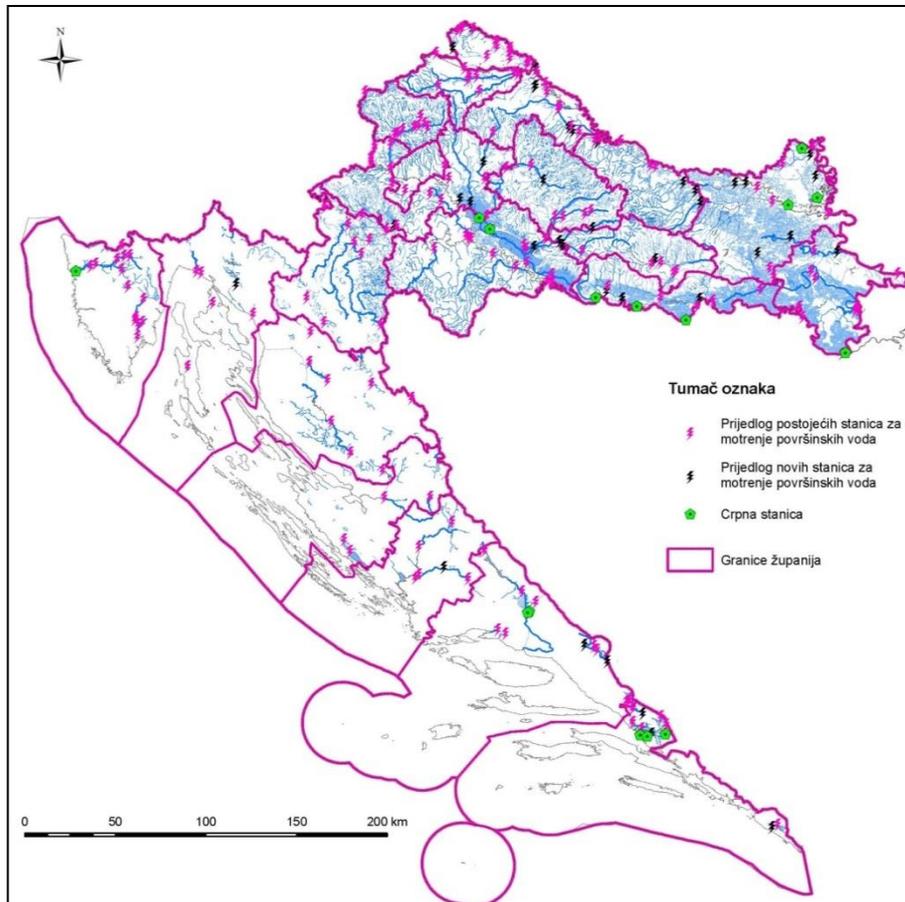
Tablica 1. Prijedlog monitoringa podzemnih i površinskih voda po županijama u RH

Županija	Površina (km ²)	Broj lokacija motrenja podzemnih voda			Broj lokacija motrenja površinskih voda (uključujući i crpne stanice)		
		Postojeće	Novo	Ukupno	Postojeće	Novo	Ukupno
Međimurska	729	5	8	13	12	2	14
Varaždinska	1261	6	9	15	9	0	9
Koprivničko-križevačka	1748	3	11	14	9	5	14
Virovitičko-podravska	2022	6	4	10	5	5	10
Osječko-baranjska	4153	11	15	26	10	6	16
Vukovarsko-srijemska	2449	5	10	15	11	1	12
Brodsko-posavska	2028	2	12	14	8	3	11
Požeško-slavonska	1822	2	8	10	5	3	8
Bjelovarsko-bilogorska	2639	1	9	10	7	2	9
Zagrebačka	3060	12	12	24	10	3	13
Grad Zagreb	641	3	1	4	2	0	2
Sisačko-moslavačka	4466	1	6	7	14	1	15
Krapinsko-zagorska	1229	0	5	5	9	0	9
Karlovačka	3626	2	5	7	11	1	12
Istarska	2815	7	12	19	16	0	16
Primorsko-goranska	3589	5	0	5	5	1	6
Ličko-senjska	5354	5	2	7	8	0	8
Zadarska	3647	5	5	10	4	0	4

Šibensko-kninska	2982	4	2	6	5	1	6
Splitsko-dalmatinska	4539	5	6	11	12	2	14
Dubrovačko-neretvanska	1780	2	5	7	9	3	12
UKUPNO	55210.37	92	147	239	181	39	220

Iz tablice 1 je vidljivo da bi se budući monitoring površinskih voda za primjenu Nitrata direktive u RH trebao provoditi na 220 lokacije, od toga smo preuzeli postojeću 181 lokaciju te predlažemo da se on upotpuni sa 39 novih. Nove lokacije proizašle su kao rezultat sustavne analize potencijalnog pritiska te mogućnosti budućeg vrednovanja same poljoprivredne proizvodnje u pritisku na vode. Nove stanice su predviđene na manjim i većim vodotocima, ali i kanalima u Baranji. Predlažemo da se 14 lokacija crpnih stanica, koje skupljaju vode s površina unutar kojih su značajno zastupljene poljoprivredne površine, uključe kao buduće točke.

Raspored točaka monitoringa površinskih voda prikazan je na slici 2 te da bi se razlikovale preuzete točke iz postojećeg monitoringa od novo predloženih, obje kategorije su u tumaču oznaka posebno označene.

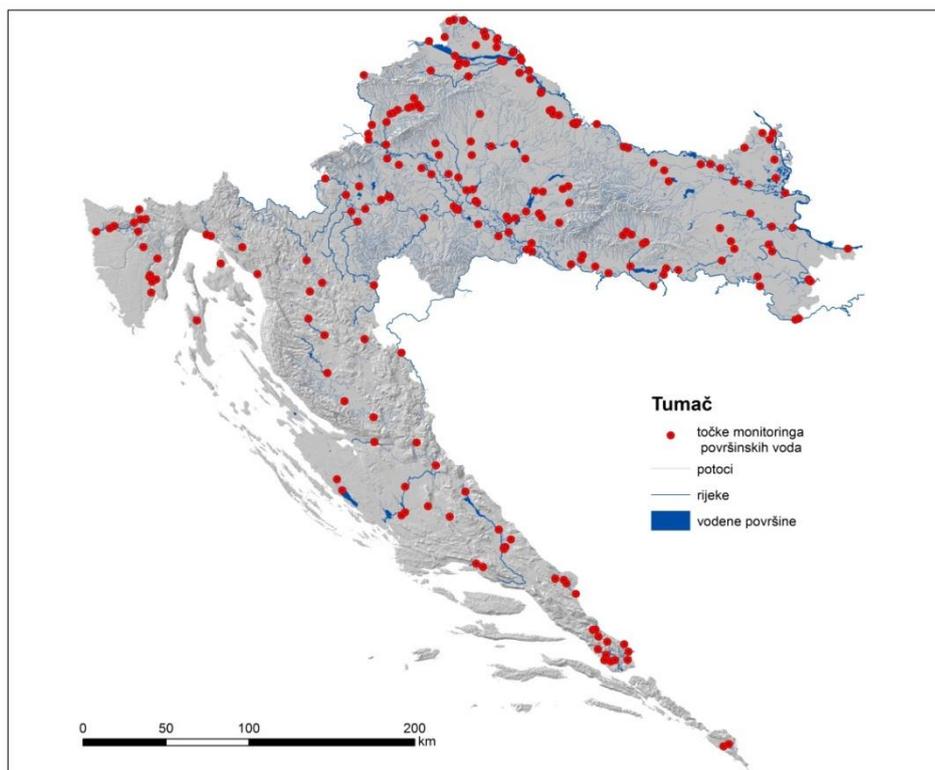


Slika 2. Prijedlog točaka preuzetih iz postojećeg monitoringa i novih točaka monitoringa površinskih voda u RH

Lokacije postojećih i planiranih točaka za motrenje površinskih voda radi praćenja utjecaja poljoprivredne djelatnosti, učestalost uzimanja uzoraka i pokazatelji koje treba analizirati na svakoj točki motrenja prikazani su u shape file-u (Monitoring_pv_dodatno).

Lokacije budućeg monitoringa priložene su zasebno kao shape file. Treba napomenuti da smo zadržali slijed i oznake koje Hrvatske vode imaju u bazi nacionalnog monitoringa površinskih voda i bazi nacionalnog monitoringa podzemnih voda. Za imena postaje koristili smo slične oznake koje su do sada korištene u postojećim bazama, najčešće nazive vodotoka.

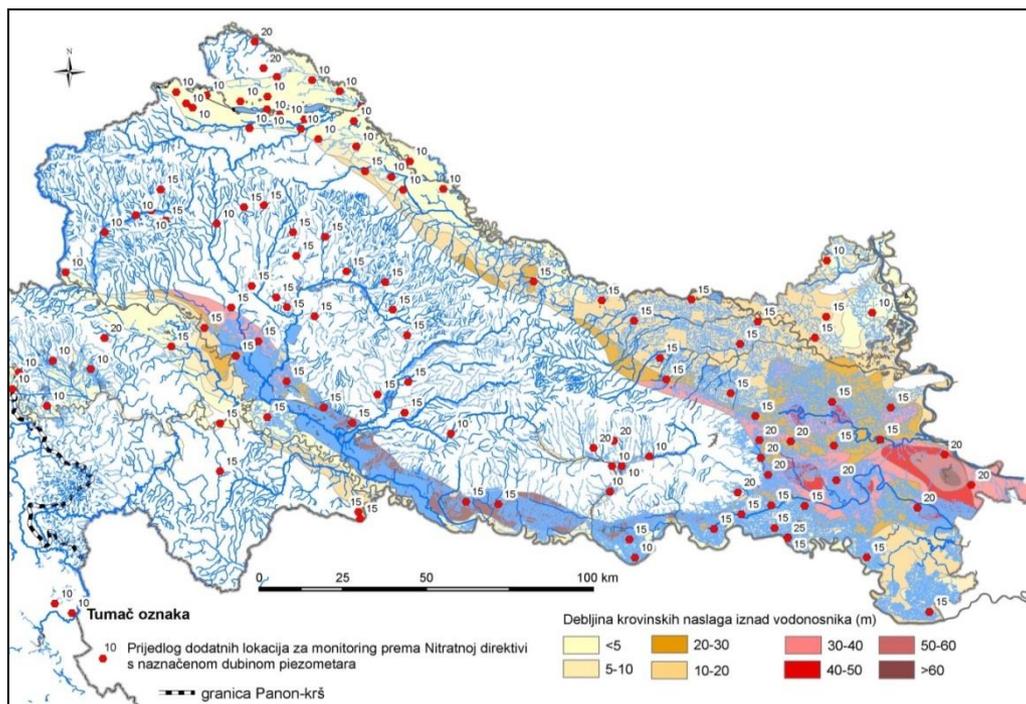
U konačnici prijedlog točaka monitoringa površinskih voda, neovisno o izvoru, trebao bi izgledati kako je prikazano na slici 3.



Slika 3. Točke monitoringa površinskih voda u RH za provedbu Nitratne direktive

Budući monitoring podzemnih voda za provedbu Nitratne direktive trebao bi se provoditi na 239 lokacija od kojih smo zadržali 92 i to one koje mogu biti reprezentativne za analizu pritiska iz poljoprivrede ili one, najčešće duboke piezometre na kojima se dugoročno mogu registrirati eventualne promjene koje bi omogućile tumačenje doprinosa poljoprivrede

pritisku na vode. Nadalje, predlažemo 147 novih točaka koje smo rasporedili sukladno potencijalnom pritisku iz biljne i stočarske poljoprivredne proizvodnje. Kako ranjivost podzemnih voda i vodonosnika varira od vrlo velike na zapadu gdje vodonosnik nije zaštićen krovinskim naslagama, do razmjerno male na istoku gdje krovinske naslage dosežu znatnu debljinu (uglavnom 20 do 40, ali i više metara), prijedlog novih točaka monitoring podzemnih voda i predložena dubina piezometara nisu iste. Stoga su na slici 4 prikazane predložene nove točke monitoring podzemnih voda te naznačene dubine instaliranih piezometara u panonskom dijelu Republike Hrvatske. Dubine piezometra kreću se od 10 do 25 m. U zapadnom dijelu izvest će se plići piezometri i njima će biti zahvaćena podzemna voda u dravskom aluvijalnom vodonosniku, a u istočnom području nešto dublji piezometri kojima će se zahvatiti podzemna voda u krovinskim naslagama. Kontrola podzemne vode u dubokom aluvijalnom vodonosniku koja se za potrebe vodoopskrbe koristi u istočnom dijelu Hrvatske provodit će se na lokacijama postojećeg monitoringa podzemne vode.



Slika 4. Predložene nove točke monitoringa podzemnih voda te naznačene predvidive dubine piezometara u panonskom dijelu Republike Hrvatske (izvor podataka: karta debljina krovinskih naslaga iz Brkić i dr., 2010)

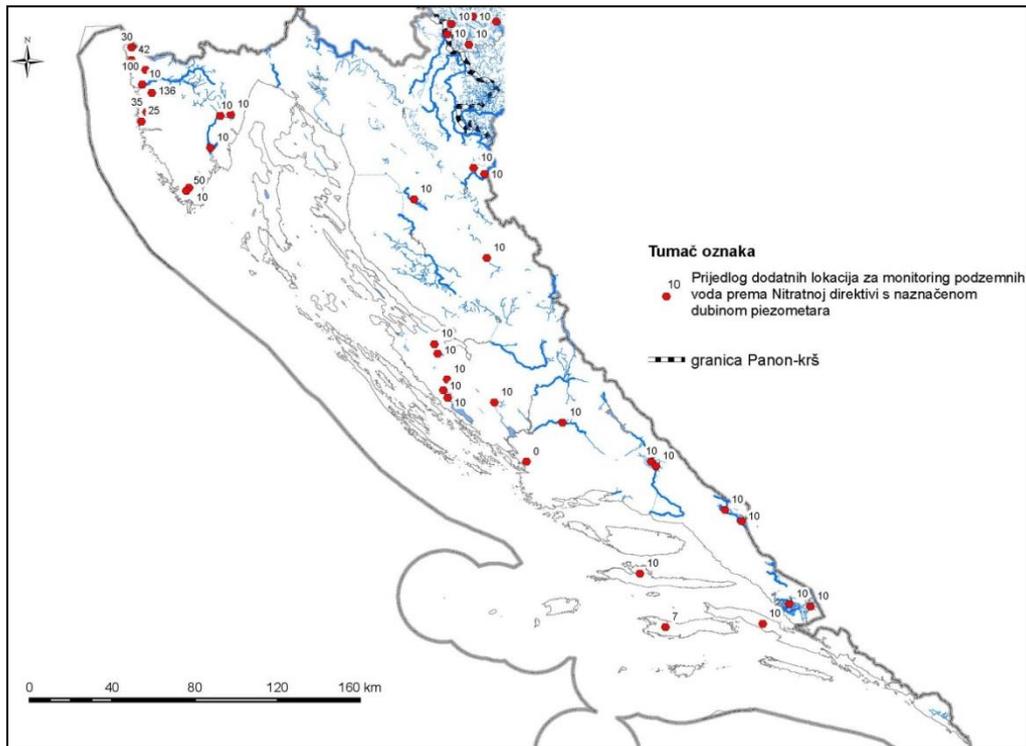
U Požeško-slavonskoj županiji se motrenje podzemne vode provodi samo na područjima priljevnih područja aktivnih i potencijalnih crpilišta javne vodoopskrbe koji su smješteni uz rijeku Orjavu, no ne i sjeverno od Orjave gdje je poljoprivredna djelatnost zastupljena. Slična situacija je u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji. U Krapinsko-zagorskoj županiji postojeći

monitoring podzemnih voda također se provodi na mjestima istraživanim za potrebe javne vodoopskrbe, a ona se odnose na zahvate podzemnih voda iz karbonatnih vodonosnika. Budući su priljevna područja ovih zahvata smještena u gorskim predjelima gdje nema biljne proizvodnje, a i stočarska je zanemariva, postojeće točke monitoringa nisu reprezentativne za praćenje utjecaja poljoprivredne proizvodnje na podzemne vode. Ranjivost podzemne vode i vodonosnika varira od niske do visoke i vrlo visoke od kojih ove dvije potonje dominiraju ravničarskim prostorom Varaždinske i Koprivničko-križevačke županije. U Varaždinskoj županiji se također postojeći monitoring podzemne vode provodi na priljevnom području varaždinskih crpilišta. Većina ih je reprezentativna za praćenje utjecaja poljoprivredne proizvodnje na podzemnu vodu. Međutim, s obzirom na visoku ranjivost podzemne vode i razmjerno visok intezitet poljoprivredne djelatnosti dodano je još novih točaka motrenja.

Najveći broj točaka motrenja koji se provodi u okviru postojećeg nacionalnog monitoringa podzemnih voda u Hrvatskoj nalazi se na širem području Zagreba koji dijelom pripada Gradu Zagrebu, a dijelom Zagrebačkoj županiji. Ovim piezometrima je zahvaćena podzemna voda u zagrebačkom aluvijalnom vodonosniku koja se koristi za potrebe javne vodoopskrbe. Takvih piezometara na ovom području je 143 i nalaze se na priljevnim područjima zagrebačkih crpilišta. Piezometri koji su smješteni u naseljenim područjima (grad Zagreb i okolna naselja) ili neposredno nizvodno od njih nisu reprezentativni za motrenje podzemne vode s ciljem praćenja utjecaja poljoprivredne djelatnosti. U skladu s tim većina točaka motrenja iz postojećeg nacionalnog monitoringa je za ovu svrhu odbačena, a samo nekolicina je zadržana za potrebe motrenja podzemne vode radi praćenja utjecaja poljoprivredne djelatnosti. Na području Zagrebačke županije ih je 12, a na području Grada Zagreba 3.

Na ostalom dijelu Zagrebačke županije i u Sisačko-moslavačkoj županiji postojeći monitoring podzemnih voda je razmjerno slabo zastupljen. Ranjivost podzemne vode i vodonosnika varira od niske do visoke i vrlo visoke od kojih ove dvije potonje dominiraju ravničarskim prostorom na širem području Zagreba, a nešto niži stupanj ranjivosti u Karlovačkom bazenu i uz rijeku Savu nizvodno od Siska. S obzirom na potrebu praćenja utjecaja poljoprivredne djelatnosti na podzemnu vodu u ovim županijama, predviđena je izvedba 12, odnosno 6 plitkih piezometara (dubine 10-15 m).

U krškom dijelu Republike Hrvatske dubine piezometara kreću se od 10 do 130 metara (slika 5).



Slika 5. Prijedlog dodanih lokacija za praćenje podzemnih voda na krškom području RH

U Istri poljoprivredna proizvodnja odvija se najviše u zapadnom i južnom dijelu, te u Čepić polju u istočnom dijelu Istre. U zapadnom dijelu Istre motrenje podzemnih voda se ne provodi jer izvora nema, a piezometarske bušotine u tu svrhu nisu izvedene. Za potrebe praćenja utjecaja poljoprivredne proizvodnje predloženo je novih 11 lokacija za monitoring. Tri točke motrenja moguće je uspostaviti na postojećim, već izvedenim piezometrima BŠ-A1 (dubina 42 m), BŠ-B1 (dubina 136 m) i BU-B2 (dubina 35 m). Piezometri su izvedeni za potrebe navodnjavanja (Biondić i dr., 2009). S obzirom na znatne dubine do podzemne vode, a uvažavajući intenzitet poljoprivredne proizvodnje, jugozapadno od Buja predlaže se izvedba jednog piezometra predvidive dubine 100 m. S obzirom da se te poljoprivredne površine nalaze na flišu i uz njihov kontakt s karbonatnim stijenama, piezometar će trebati locirati u karbonatnim stijenama nešto nizvodnije od poljoprivrednih površina. To bi ujedno bio i jedini tako duboki piezometar od svih predloženih na cijelom prostoru Hrvatske. Razmjerno velike poljoprivredne površine, među kojima su i one kaznionice u Valturi, nalaze se uzvodno od pulskih zdenaca. Jedan od vjerojatno najreprezentativnijih je zdenac Jadreški koji nije uključen u sustav nacionalnog monitoringa podzemnih voda. Podzemna voda na

lokaciji zdenca Jadreški sadrži razmjerno visoku koncentraciju nitrata, pa će uz predviđeni piezometar na području Valture biti reprezentativan za praćenje utjecaja poljoprivredne djelatnosti na podzemnu vodu. Ostale lokacije za monitoring podzemnih voda u Istri uglavnom se odnose na pliće piezometre smještene u dolinama rijeka Mirne i Raše, te u Čepić polju.

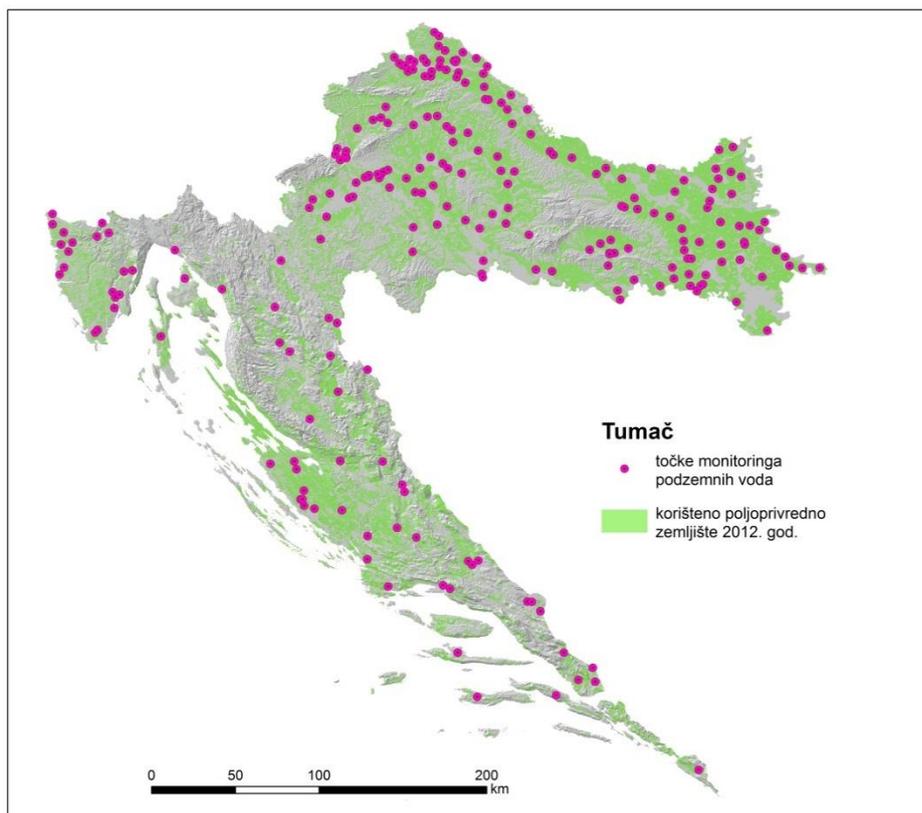
U južnom krškom dijelu Hrvatske značajnija poljoprivredna proizvodnja odvija se u krškim poljima (Drežničko, Gacko i Kravsko polje u Lici, područje Ravnih Kotara i Vranskog polja, Petrovo polje kod Drniša, Sinjsko, Imotsko i Vrgoračko polje, dolina Neretve i Konaosko polje) istina na malim parcelama. U mreži motrenja utjecaja poljoprivredne djelatnosti na ovim području predviđeno je motrenje podzemnih voda na mjestima istjecanja podzemne vode koja dreniraju veća slijevna područja, te izvedbom plitkih piezometara u krškim poljima gdje je razvijena biljna proizvodnja. Dubine tih piezometara ne prelaze 10 m. Registriranje podzemne vode na svim predviđenim lokacijama u krškim poljima tijekom cijele godine se ne očekuje. Posebice se to odnosi na ljetna i sušna razdoblja godine. No u kišnim dijelovima godine se očekuje da će na većini lokacija biti moguće uzeti uzorak podzemne vode. U dolini rijeke Neretve predviđeno je uzorkovanje jednog postojećeg piezometra (P-2) i jednog čija je izvedba u tijeku.

Kao što je navedeno, prijedlog dodatnih točaka monitoringa podzemnih voda s ciljem praćenja utjecaja poljoprivredne djelatnosti na podzemne vode uglavnom se zasniva na uzorkovanju vode iz piezometara i zdenaca. Novi izvori koji su uključeni u monitoring, a koji nisu uključeni u postojeći monitoring podzemnih voda, su izvor Ribnik kod Jadrtovca u blizini Šibenika, te izvori Klokun i Modro oko nizvodno od Vrgoračkog polja.

Motrenje podzemnih voda na otocima se provodi samo na Vranskom jezeru na otoku Cresu, te na jezeru Njivice i akumulaciji Ponikve na otoku Krku. Sva tri mjesta su vezana za javnu vodoopskrbu. S druge strane, biljna proizvodnja zastupljena je samo na Pelješcu i većim otocima (Starigradsko polje na Hvaru i Blatsko polje na Korčuli). Stočarska proizvodnja je nešto razvijenija na otocima Krku, Cresu i Pagu, te nešto na jugu na Braču. U skladu s navedenim, praćenje utjecaja poljoprivredne djelatnosti na podzemne vode predviđa se na postojećim točkama motrenja na Krku i Cresu, te predviđenim piezometrima -na Hvaru, Korčuli i Pelješcu. Na otoku Korčuli u Blatskom polju predlaže se da se motrenje provodi u postojećem kopanom zdenacu Studenac koji se koristi za potrebe javne vodoopskrbe.

Detaljan pregled dubine svih novih piezometara, kao i učestalost uzimanja uzoraka i pokazatelji koje treba analizirati na svakoj lokaciji motrenja prikazani su u shape file-ovima (Monitoring_busotine, Monitoring_izvori i Monitoring_podvod_dodatno).

Konačni prijedlog lokacija motrenja podzemnih voda za provedbu Nitratne direktive u Republici Hrvatskoj prikazan je na slici 6.



Slika 6. Prijedlog lokacija monitoringa podzemnih voda u RH

13.4 Prijedlog dinamike uzorkovanja površinskih i podzemnih voda u RH

Već je navedeno da ne postoje propisani standardi za provedbu Nitratne direktive u EU. Što se tiče dinamike uzorkovanja namjera nam je bila uklopiti se u postignuća članica EU -27. Stoga predlažemo da se uzorkovanje površinskih voda provodi šest puta godišnje. Za monitoring podzemnih voda, svi razmjerno plitki piezometri (dubine do 20 metara) bi se trebali uzorkovati 4 puta godišnje, a duboki (dubine > 20 m) jednom godišnje i to u zimskom razdoblju kada se očekuje najveće ispiranje.

13.5 Analitički pokazatelji u površinskim i podzemnim vodama za provedbu Nitratne direktive

Za provedbu Nitratne direktive u površinskim vodama potrebno je pratiti sve pokazatelje navedene u tablici 1, a u podzemnoj vodi prvih pet pokazatelja.

Tablica 1. Pokazatelji za praćenje kakvoće voda prema zahtjevima nitratne direktive na površinskim vodama

Pokazatelj	Mjerna jedinica	Rijeke	Jezera, akumulacije	Prijelazne vode	Priobalne vode
nitriti	mg/l NO ₃	+	+	+	+
nitriti	mg/l NO ₂	+	+	+	+
ukupan dušik	mg/l N	+	+	+	+
ortofosfati	mg/l PO ₄	+	+	+	+
ukupan fosfor	mg/l P	+	+	+	+
Klorofil-α*	μg/l	+*	+	+	+
BPK ₅	mg/l	+	+		
otopljeni kisik/zasićenje kisika	mg/l	+	+	+	+
prozirnost	m		+		

13.6 Zaključak

Predloženi monitoring površinskih voda za primjenu Nitratne direktive u RH trebao bi se provoditi na 220 lokacije, od čega je 181 lokacija preuzeta iz postojećeg monitoringa površinskih voda, a 39 lokacija je novih. Nove stanice su predviđene na manjim i većim vodotocima, te kanalima u Baranji. Među novim lokacijama je i 14 lokacija crpnih stanica koje skupljaju vode s površina unutar kojih su značajno zastupljene poljoprivredne površine. Uzorkovanje površinskih vode predviđeno je 6 puta godišnje.

Predloženi monitoring podzemnih voda za provedbu Nitratne direktive trebao bi se provoditi na 239 lokacija od čega su 92 lokacije preuzete iz postojećeg monitoringa podzemnih voda. Predloženo je 147 novih točaka koje su raspoređene sukladno potencijalnom pritisku iz biljne i stočarske poljoprivredne proizvodnje. Dubine piezometra variraju od 10 do 135 m. Najdublje bušotine predložene su u zapadnom dijelu Istre, od čega neke već postoje pa bi se mogle koristiti za motrenje kakvoće podzemnih voda, a neke treba načiniti. Točne lokacije bušotina trebat će odrediti detaljnim istražnim radovima. Na ostalom krškom dijelu Hrvatske poljoprivredna proizvodnja je uglavnom vezana za krška polja i doline većih rijeka (Mirna, Raša, Neretva) pa se na ovim područjima predlaže motrenje utjecaja poljoprivrede na podzemne vode u piezometrima dubine do 10-ak metara, te na izvorima

koji se već opažaju unutar postojećeg monitoringa podzemnih voda. Na području sjeverne Hrvatske dubine novih piezometara ovise o dubinama vodonosnika, te debljini i litološkom sastavu krovinskih naslaga. Uglavnom iznose do 25 m. Kontrola podzemne vode u dubokom aluvijalnom vodonosniku koja se za potrebe vodoopskrbe koristi u istočnom dijelu Hrvatske provodit će se na izabranim lokacijama postojećeg monitoringa podzemne vode. Za monitoring podzemnih voda, svi razmjerno plitki piezometri (dubine do 20 metara) bi se trebali uzorkovati 4 puta godišnje, a duboki (dubine > 20 m) jednom godišnje i to u zimskom razdoblju kada se očekuje najveće ispiranje.

13.7 Literatura

Biondić, B. , Kapelj, S., Kuhta, M. (1999): GIS Istre – Hidrogeologija, Hrvatski geološki institut

Biondić, R., Biondić, B., Rubinić, J., Maeški, H., Kapelj, S., Tepeš, P. (2009): Ocjena stanja i rizika cjelina podzemnih voda na krškom području u Republici Hrvatskoj, Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Brkić, Ž. (2010): The quantitative status of groundwater in alluvial aquifers in northern Croatia. *Geologia Croatica*, 63 (3): 283-298.

Brkić, Ž., Larva, O., Marković, T. (2009): Ocjena stanja i rizika cjelina podzemnih voda u panonskom dijelu Republike Hrvatske, Hrvatski geološki institut.