



HRVATSKI ŠUMARSKI INSTITUT
CROATIAN FOREST RESEARCH INSTITUTE



Agencija za
poljoprivredno
zemljište

Predstavljanje rezultata projekta

"Promjena zaliha ugljika u tlu i izračun trendova ukupnog dušika i organskog ugljika u tlu te odnosa C:N"

Zalihe ugljika i dušika u tlima Republike Hrvatske

Dr . sc. Hrvoje Marjanović *

Organizator:

Hrvatska agencija za okoliš i prirodu

Radnička cesta 80/7, Zagreb

30 studenog 2017.

* Hrvatski šumarski institut
Zavod za uređivanje šuma i šumarsku ekonomiku
Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko, Croatia

e-mail: hrvojem@sumins.hr

Uvod

- UNFCCC, Kyotski protokol i EU Uredba 525/2013 propisuju izvješćivanje emisijama i uklanjanjima staklenički plinova.
- LULUCF je jedan od ključnih sektora koji je obuhvaćen obvezom izvješćivanja.
- Promjenom kategorije korištenja zemljišta, načina korištenja i drugih čimbenika (npr. klimatske promjene) dolazi od promjene zalihe ugljika pohranjene u tlu kroz emisije ili odlive stakleničkih plinova (CO₂, CH₄).
- Utvrđivanje promjena u zalihama ugljika u tlu jedan je od zadataka pri izradi nacionalnog Izvješća o inventaru stakleničkih plinova (NIR).
- Republika Hrvatska provodi svoje obveze i aktivno unaprjeđuje vlastiti sustav praćenja emisija i odliva.

Cilj projekta

Doprinijeti unaprjeđenju izvješćivanja sukladno IPCC metodologiji i smjernicama za unapređenje izvješćivanja

Doprinos se ostvaruje kroz:

- Izračun organskog ugljika u tlu, rekalkulacija zaliha ugljika u tlu načinjenih 2012. g. s novim parametrima
- Izračun organskog ugljika u organskom sloju za šumska tla (FL)
- Procjena i smanjenje nesigurnosti podataka:
 - Određivanje i smanjenje najčešćih izvora nesigurnosti (gustoća tla i kamenitost, odnosno skeletnost tla)
 - Izrada i valorizacija regionalnih pedotransfernih funkcija
 - Opis i obrazloženje korištenih metoda izračuna podataka

Dodatno:

- Izračun ukupnog dušika i odnosa ugljika i dušika (C:N ratio)

Identifikacija problema

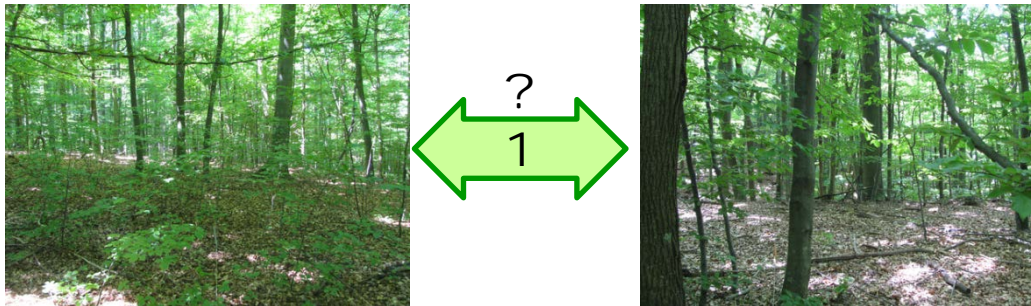
- Sustavno praćenje stanja tala RH nije uspostavljeno.
- Za izvješćivanje su korišteni oni podaci koji su postojali:
 - Podaci prikupljeni za potrebe izrade Geokemijskog atlasa Republike Hrvatske.
 - Izuzetno vrijedna baza podataka i uzoraka!
- Problemi:
 - Uzorkovanje nije provedeno sukladno IPCC metodologiji
 - Provedeno je jednokratno (nije moguće procijeniti promjenu zaliha)

Ovim projektom pokušalo se otkloniti navedene probleme.

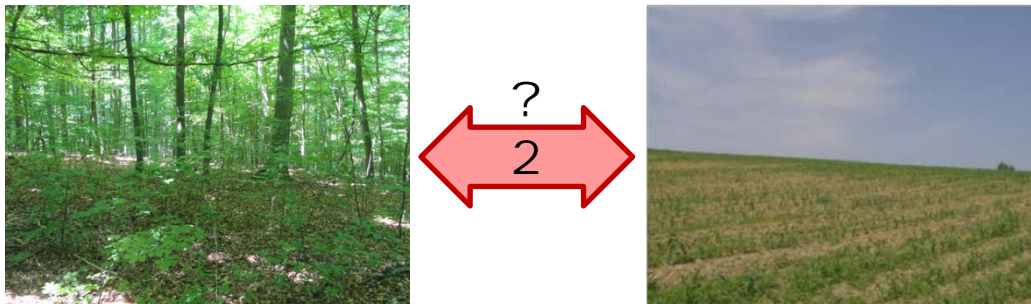
Kako ostvarenje ciljeva projekta doprinosi izvješćivanju?

Ključno je odgovoriti na dva pitanja:

1) Kolika je promjena zaliha organskog ugljika unutar iste LULUCF kategorije s vremenom?



2) Kolika je promjena zaliha organskog ugljika kada dođe do promjene iz jedne LULUCF kategorije u drugu?



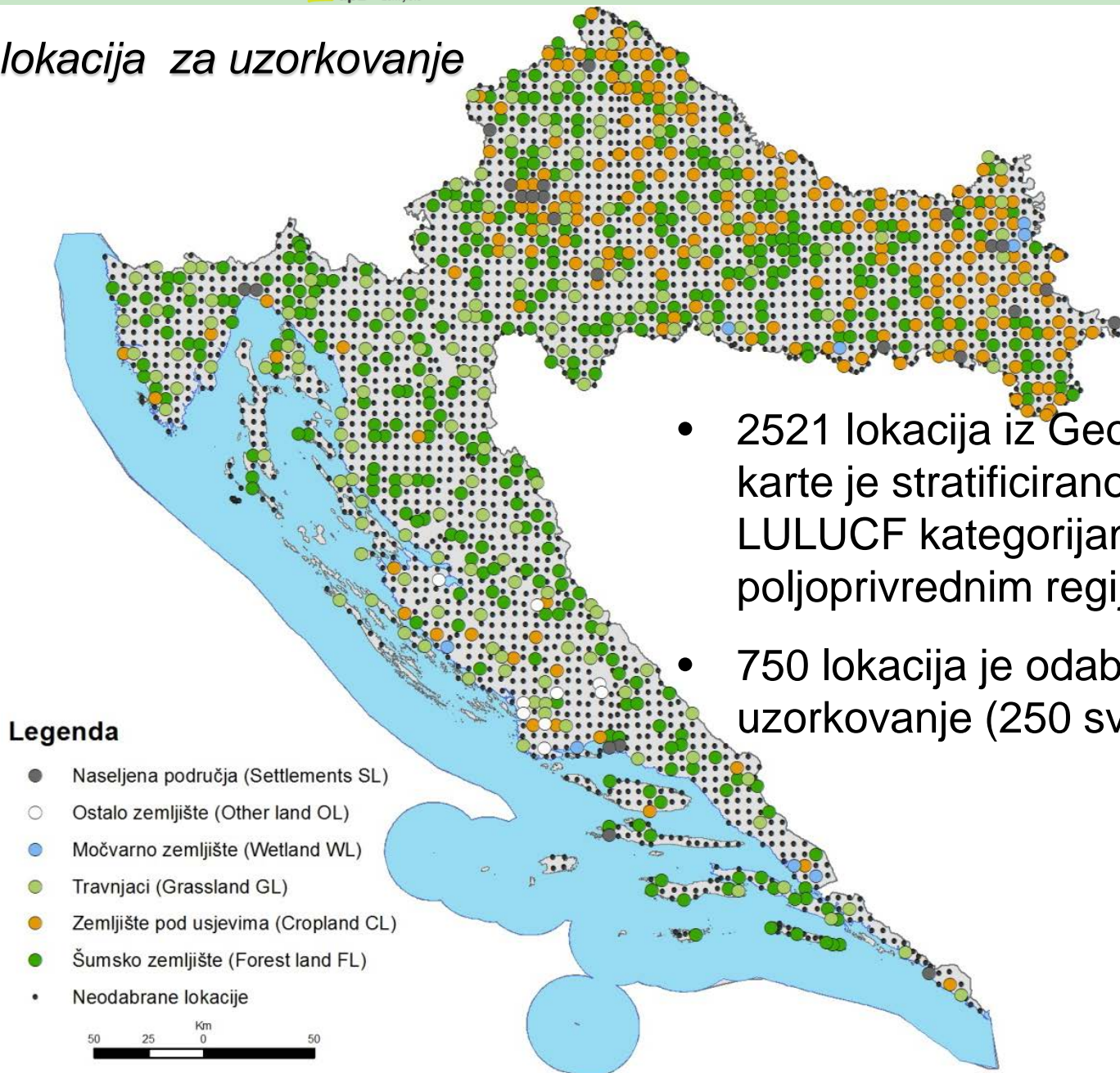
Ugljik u tlu – Gdje se nalazi?



Ugljik u tlu – Što uzrokuje promjenu zaliha?

Čimbenik / aktivnost	zaliha C u tlu	emisija CO ₂ iz tla
Land Use (LU)		
Uklanjanje mrtve biomase (listinac, drvni otpad, ostaci u poljoprivredi)	↓	↓
Povećanje temperature tla (promjena zastrotosti krošnjama, promjena kulture ili načina obrade tla)	↓	↑↑
Melioracija zamočvarenog zemljišta	↓	↑↑ (CH ₄ ↓)
Land Use Change (LUC)		
Promjena korištenja zemljišta	↓↑ (ovisi)	↓↑ (ovisi)

Odabir lokacija za uzorkovanje



- 2521 lokacija iz Geokemijske karte je stratificirano prema LULUCF kategorijama i poljoprivrednim regijama.
- 750 lokacija je odabrano za uzorkovanje (250 svaki partner).

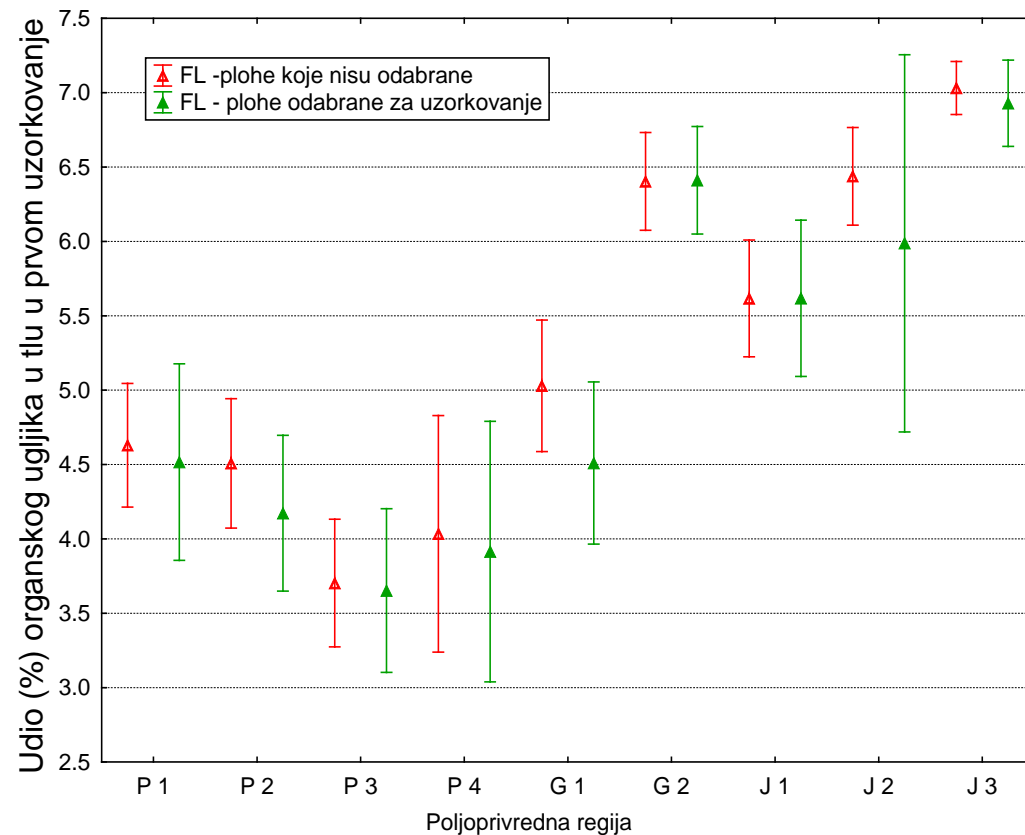
Legenda

- Naseljena područja (Settlements SL)
- Ostalo zemljište (Other land OL)
- Močvarno zemljište (Wetland WL)
- Travnjaci (Grassland GL)
- Zemljište pod usjevima (Cropland CL)
- Šumsko zemljište (Forest land FL)
- Neodabrane lokacije



Analiza reprezentativnosti odabranih točaka za šumsko zemljište (FL)

Prosječni udjel ugljika u tlu prema poljoprivrednim regijama za plohe odabrane i neodabrane za uzorkovanje – GEOKEMIJSKI ATLAS



ANOVA test statističke značajnosti razlika u količini ugljika u tlu s obzirom na poljoprivrednu regiju odabrane/neodabrane plohe za šumsko zemljište (FL).

% org. C u tlu	St. slobode	SS	MS	F	p
Intercept	1	9844	9845	3499	0
Poljoprivredna regija	9	1420	158	56	0
Odabrane FL plohe	1	6	6	2	0.16
Error	1060	2982	3		
Total	1070	4476			

Plohe odabrane za uzorkovanje su reprezentativne!

Metodološki izazovi pri utvrđivanju zaliha ugljika u tlu

Utvrđivanje za utvrđivanje zaliha ugljika u stelji (Litter)



Odvojeno sakupljanje
 →
 sloja stelje i humusa



Tablica 39. Zalihe ugljika u sloju listinca (O_l) i humusnom sloju (O_{fh}), te prosječna zaliha za spremnik *Stelja* u kategoriji šumskoog zemljište.

Sloj	N	Prosjek	Std. Pogr.	Donja granica.	Gornja granica
				95% pouzd.	95% pouzd.
$tC\ ha^{-1}$					
O_l	247	3,30	0,09	3,13	3,46
O_{fh}	249	1,27	0,05	1,18	1,37
Stelja ($O_l + O_{fh}$)	247	4,57	0,11	4,35	4,79

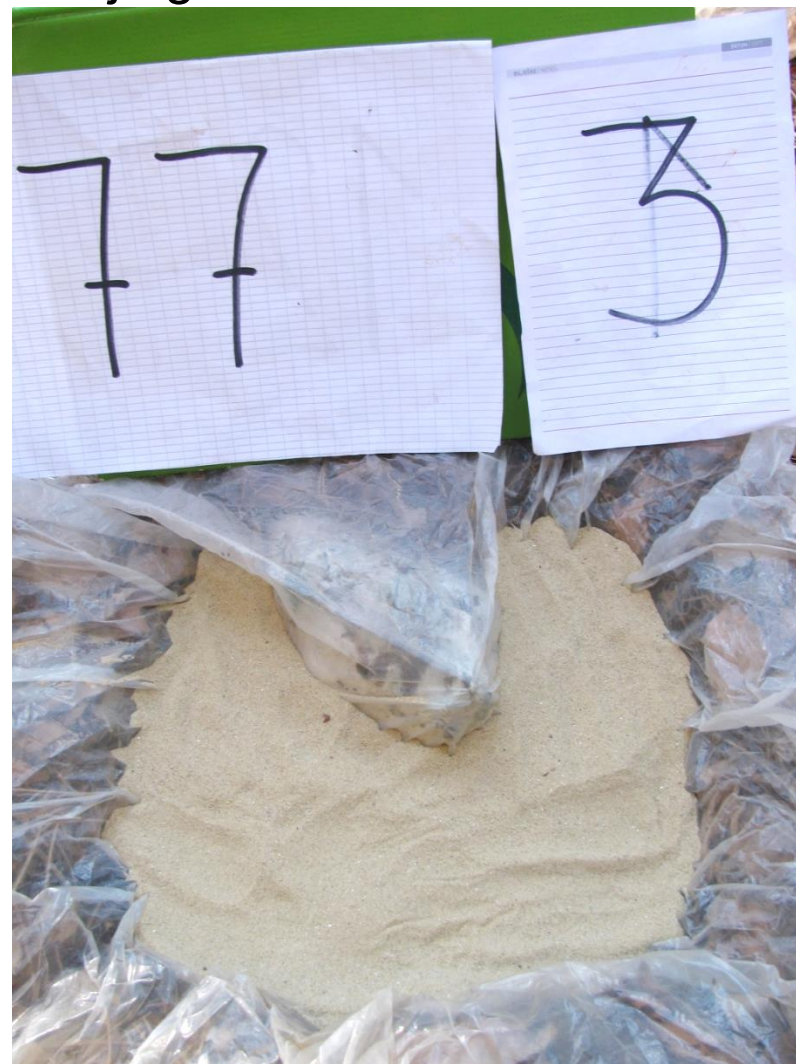
Metodološki izazovi pri utvrđivanju zaliha ugljika u tlu

Uzorkovanje za utvrđivanje gustoće tla



Metodološki izazovi pri utvrđivanju zaliha ugljika u tlu

Uzorkovanje za utvrđivanje gustoće tla



Metodološki izazovi pri utvrđivanju zaliha ugljika u tlu

- Kako usporediti rezultate prethodne izmjere (Geokemijska atlas) s rezultatima dobivenim uzorkovanjem u ovom projektu?

Ključne metodološke manjkavosti uzorkovanja za potrebe Geokemijskog atlasa:

- nije se određivala gustoća tla,
- dubina uzorkovanja: 0-20(25) cm,
- nepotpuno uklanjanje humusnog sloja,
- vjerojatno nesimetrično uzorkovanje po dubini (rupa nejednake širine po dubini)
- uzorkovanje provedeno u dugom vremenskom razdoblju (1990-2004)

Rezultati – Maseni UDJEL organskog ugljika u sloju 0-30 cm tla

Tablica 6. Osnovni statistički parametri za prosječni maseni udjel organskog ugljika u sloju od 0-30 cm u tlima uzorkovanim 2015.-2016. po LULUCF kategorijama (Napomena: U nekim područjima, poput krša, dubina tla je manja od 30 cm).

LULUCF kategorije; opis na temelju terenskog dnevnika (2015.-2016.)	Organski ugljik (%) srednja vrijednost	Broj uzorkovanih lokacija	Organski ugljik (%) st. dev.	Organski ugljik (%) st. pogr.
Šume bjelogorice (Deciduous forest)	2,67	265	2,50	0,15
Šume crnogorice (Coniferous forest)	4,43	51	2,93	0,41
Forests out of yield (maquies and shrub)	4,84	42	2,78	0,43
Jednogodišnji usjevi (Annual cropland)	1,33	180	0,68	0,05
Višegodišnji nasadi (Perennial cropland)	1,92	24	1,11	0,23
Travnjaci (Grassland)	2,37	133	1,38	0,12
Močvare (Wetlands)	3,34	6	1,67	0,68
Naseljena područja (Settlements)	2,54	16	1,06	0,26
Ostalo zemljište (Other land)	4,25	8	2,43	0,86
Prosjek	2,53	725	2,21	0,08

Rezultati – Maseni UDJEL ukupnog dušika u sloju 0-30 cm tla

Tablica 14. Osnovni statistički parametri za maseni udjel ukupnog dušika (N) u sloju tla od 0-30 cm u tlima uzorkovanim 2015.-2016. po LULUCF kategorijama.

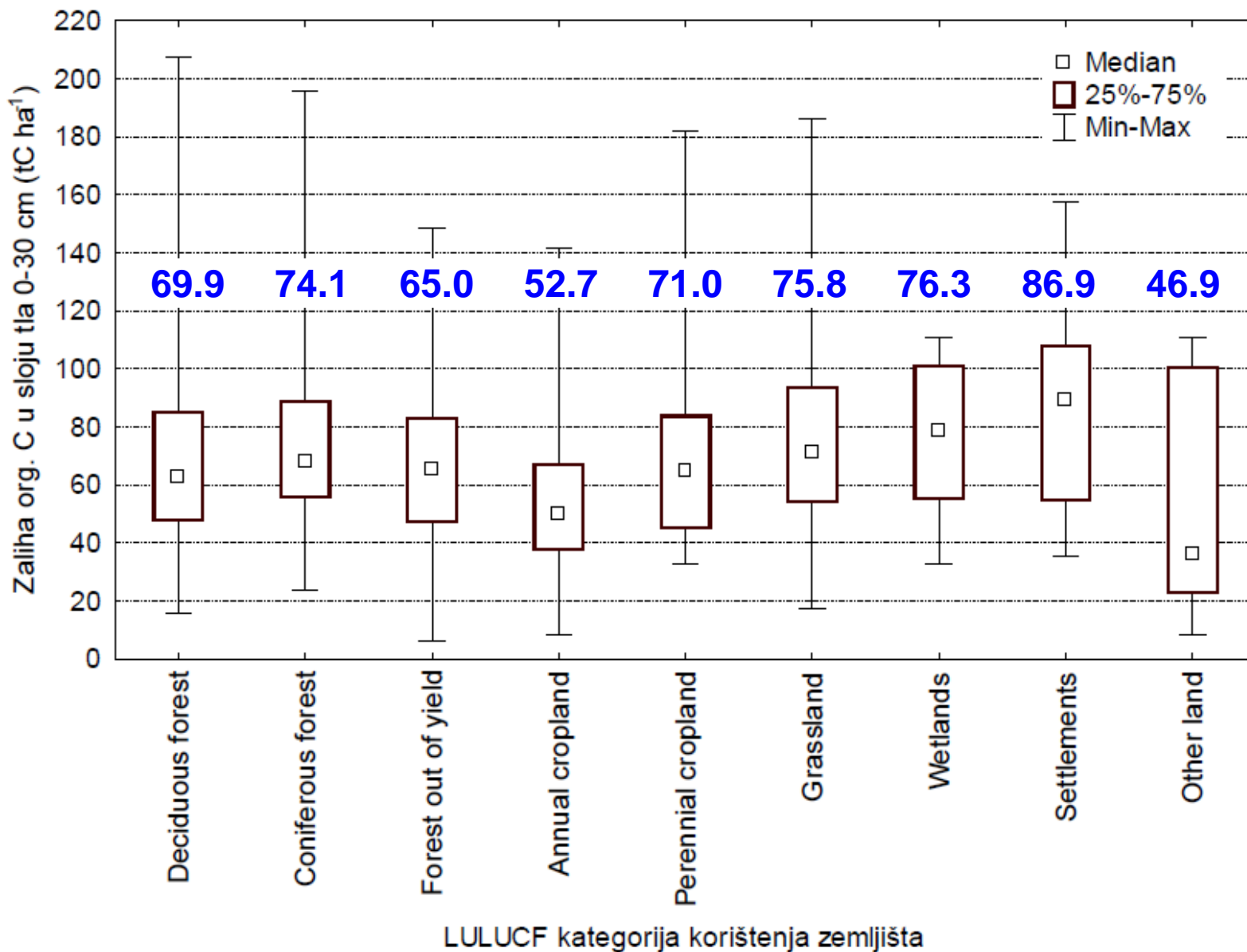
LULUCF kategorije; opis na temelju terenskog dnevnika (2015.-2016.)	Ukupni dušik (%) srednja vrijednost	Broj uzorkovanih lokacija	Ukupni dušik (%) st. dev.	Ukupni dušik (%) st. pogr.
Šume bjelogorice (Deciduous forest)	0,239	265	0,199	0,012
Šume crnogorice (Coniferous forest)	0,348	51	0,233	0,033
Makije i šikare (Forest out of yield)	0,443	42	0,277	0,043
Jednogodišnji usjevi (Annual cropland)	0,167	180	0,063	0,005
Višegodišnji nasadi (Perennial cropland)	0,197	24	0,095	0,019
Travnjaci (Grassland)	0,259	133	0,159	0,014
Močvare (Wetlands)	0,342	6	0,190	0,078
Naseljena područja (Settlements)	0,254	16	0,116	0,029
Ostalo zemljište (Other land)	0,471	8	0,260	0,092
Ukupno	0,247	725	0,187	0,007

Rezultati – C:N odnos u sloju 0-30 cm tla

Tablica 18. Osnovni statistički parametri za odnose organskog ugljika i dušika (C:N) u sloju od 0-30 cm u tlima uzorkovanim 2015.-2016. po LULUCF kategorijama.

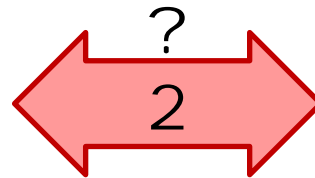
LULUCF kategorije; opis na temelju terenskog dnevnika (2015.-2016.)	C/N srednja vrijednost	Broj uzorkovanih lokacija	C/N st. dev.	C/N st. pogr.
Šume bjelogorice (Deciduous forest)	11,27	265	2,98	0,18
Šume crnogorice (Coniferous forest)	13,02	51	3,41	0,48
Makije i šikare (Forest out of yield)	11,27	42	1,98	0,30
Jednogodišnji usjevi (Annual cropland)	7,96	180	2,46	0,18
Višegodišnji nasadi (Perennial cropland)	10,81	24	8,65	1,77
Travnjaci (Grassland)	9,25	133	1,71	0,15
Močvare (Wetlands)	10,33	6	1,56	0,63
Naseljena područja (Settlements)	10,46	16	2,35	0,59
Ostalo zemljište (Other land)	9,02	8	0,83	0,29
Ukupno	10,13	725	3,36	0,12

Rezultati – ZALIHE org. ugljika u sloju 0-30 cm tla po LULUCF kateg.



Rezultati – Emisije / odlivi pri promjeni LULUCF kategorije

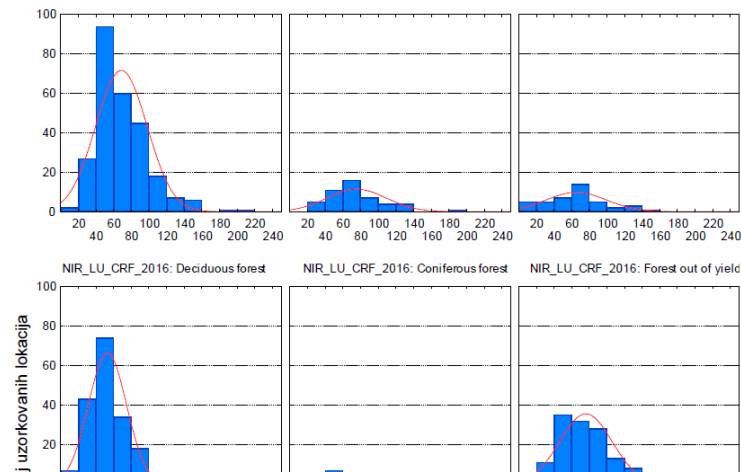
Ostvarene su pretpostavke da bi odgovoriti na pitanje br. 2.



Rezultati – Emisije / odlivi pri promjeni LULUCF kategorije

- Provedena je statistička analiza neparametrijskim Kruskal-Wallis (K-W) testom rangova.
- Postoje statistički značajne razlike u zalihi organskog ugljika u sloju tla 0-30 cm između kategorija korištenja zemljišta ($P < 0,0001$).
- *Post-hoc* analiza:

Kategorija "Jednogodišnji usjevi" statistički značajno se razlikuju od kategorija: "Šuma bjelogorice", "Šuma crnogorice", "Travnjaka" i "Naseljena područja"



Tablica 24. Rezultati post-hoc analize Kruskal-Wallis testa razlika zaliha organskog ugljika u sloju tla 0-30 cm [$H(8; N=725) = 71,52302; P < 0,0001$] - višestruka usporedba P-vrijednosti (* postoji statistički značajna razlika između kategorija).

	Deciduous forest	Coniferous forest	Forest out of yield	Annual cropland	Perennial cropland	Grassland	Wetlands	Settlements	Other land
Deciduous forest		1,0000	1,0000	0,0000*	1,0000	0,4031	1,0000	1,0000	1,0000
Coniferous forest			1,0000	0,0001*	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,7506
Forest out of yield				0,1199	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Annual cropland					0,2809	0,0000*	1,0000	0,0016*	1,0000
Perennial cropland						1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Grassland							1,0000	1,0000	0,2802
Wetlands								1,0000	1,0000
Settlements									0,1863
Other land									

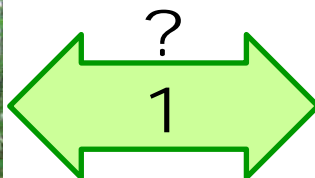
Rezultati – Emisije (+) i odlivi (-) pri promjeni LULUCF kategorije

Iz (kolona) u (redak)	Šume bjelogorice	Šume crnogorice	Makije i šikare	Jednogod. usjevi	Višegod. nasadi	Travnjaci	Močvare	Naseljena područja	Ostalo zemljište
Šume bjelogorice		4.2	-4.8	-17.1 *	1.2	5.9	6.5	17.1	-23.0
Šume crnogorice	-4.2		-9.0	-21.3 *	-3.0	1.7	2.3	12.9	-27.2
Makije i šikare	4.8	9.0		-12.3	6.0	10.7	11.3	21.9	-18.2
Jednogodišnji usjevi	17.1 *	21.3 *	12.3		18.3 *	23.0 *	23.6	34.2	-5.9
Višegodišnji nasadi	-1.2	3.0	-6.0	-18.3 *		4.7	5.3	15.9	-24.2
Travnjaci	-5.9	-1.7	-10.7	-23.0 *	-4.7		0.6	11.2	-28.9
Močvare	-6.5	-2.3	-11.3	-23.6	-5.3	-0.6		10.6	-29.5
Naseljena područja	-17.1	-12.9	-21.9	-34.2	-15.9	-11.2	-10.6		-40.1
Ostalo zemljište	23.0	27.2	18.2	5.9	24.2	28.9	29.5	40.1	

Napomena: * $p < 0,05$

Rezultati – Emisije (+) i odlivi (-) unutar iste LULUCF kategorije

1) Kolika je (postoji li uopće) promjena zaliha organskog ugljika unutar iste LULUCF kategorije s vremenom?



Rezultati – Emisije (+) i odlivi (-) unutar iste LULUCF kategorije

- Razlika u zalihama: $\Delta C_i = C_i(t_2) - C_i(t_1)$

$$\Delta C_i = \Delta C_i^{\text{stvarna promjena}} + \Delta C_i^{\text{prirodna varijabil.}} + \Delta C_i^{\text{slučajna pogreška}} + \Delta C_i^{\text{metoda}}$$

- Zbog metode koja **nije bila sukladna IPCC** u prvoj uzorkovanja **iznos $C(t_1)$ nije vjerodostojan** (postoji sustavno odstupanje).
- Koristimo činjenicu da je prva kampanja uzorkovanja trajala od 1990-2004. g.
- Ako promjena u zalihama postoji mora postojati TREND.
- Dakle, analiziramo ovisnost ΔC_i o Δt

Rezultati – Emisije (+) i odlivi (-) unutar iste LULUCF kategorije

- Potrebno je izračunati zalihu organskog ugljika dobivenu iz uzoraka za Geokemijski atlas te zaliha iz dobivenih uzorkovanjem u okviru Projekta.

$$C_{0-30\text{ cm}} = \sum_{sloj} \underbrace{udioC_{sloj}}_{\text{green}} \cdot \underbrace{\rho_{sloj}}_{\text{red}} \cdot \underbrace{(1 - kamenitost_{sloj})}_{\text{red}} \cdot \underbrace{h_{sloj}}_{\text{yellow}}$$

- Provedene su tri varijanti izračuna s različitim pedotransfernim funkcijama (iz literature ili iz naše analize) te načinom procjene kamenitosti (skeletnosti).
- Prikazat će se varijanta 2.

Rezultati – Emisije (+) i odlivi (-) unutar iste LULUCF kategorije

Varijanta 2.

C_1 , C_2 zaliha org. ugljika u sloju 0-25 cm

C_1 temeljen na:

- udjeli ugljika iz uzoraka prikupljenih 1990.-2004. g.
- **lokalne** pedotransferne funkcija,
- skeletnosti i dubine → izmjera 2015.-2016. g.;

C_2 temeljen na:

- udjeli ugljika iz uzoraka prikupljenih 2015.-2016. g.
- izmjerena gustoća, skeletnost i dubine tla na lokaciji.

Rezultati – Emisije (+) i odlivi (-) unutar iste LULUCF kategorije

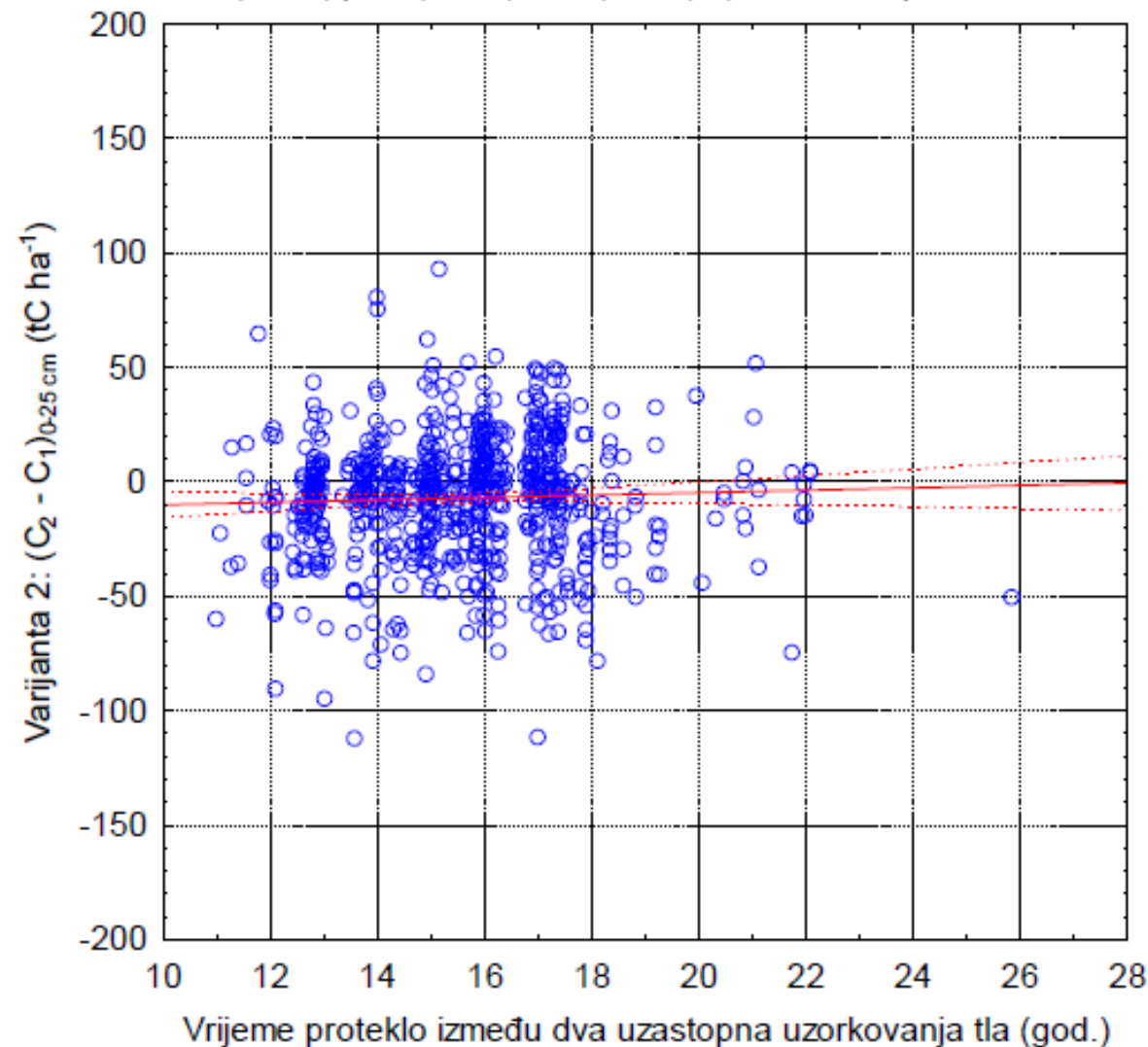
Kada se ne bi obazirali na metodološke razlike u uzorkovanju dobili bi ovaj rezultat.

LULUCF kategorija	Većina (kha)	Godišnja emisija (+) / odliv (-) (tCO ₂ /ha)	Godišnja emisija (+) (tCO ₂ /ha)	Okvirni trošak pri 5 eur/tCO ₂ (Mil EUR/god.)
Deciduous forest	41	1.1	1.1	6.5
Coniferous forest	10	0.1	0.1	0.6
Forest out of yield	4	2.3	2.3	11.4
Annual cropland	10	1.5	1.5	14.7
Perennial cropland	10	-0.3	-0.3	-0.3
Grassland	10	3.3	3.3	19.6
Wetlands	10	-4.8	-4.8	-1.8
Settlements	264	-3	-0.3	-4.0
Other land	224	7.9	1.8	8.8
UKUPNO			11.0	55.5

Rezultati – Emisije (+) i odlivi (-) unutar iste LULUCF kategorije

$$y = -15,3796 + 0,5296 \cdot x$$

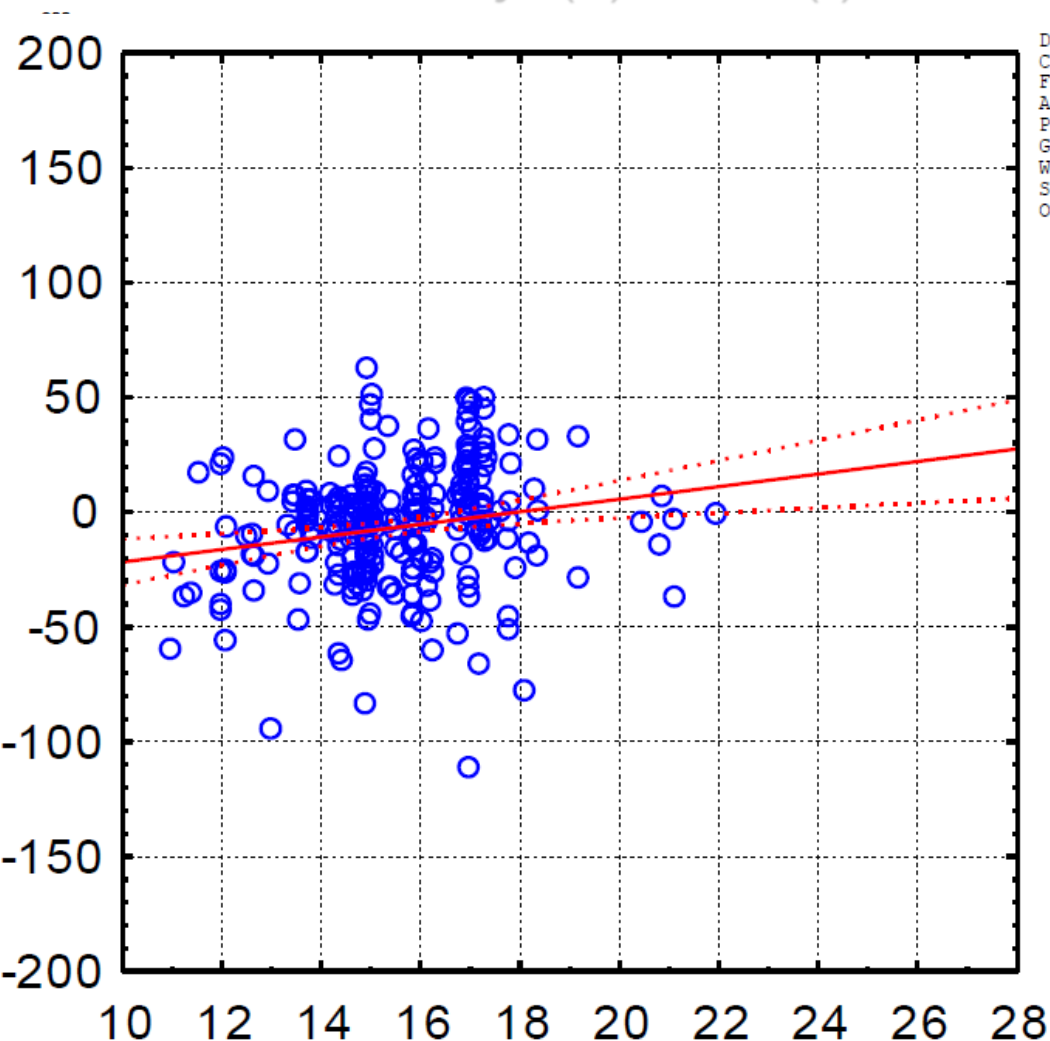
$$r = 0,0409; p = 0,2752; r^2 = 0,0017; 0,95 \text{ Interval pouzd.}$$



Model (Varijanta 2): $y = a + b \cdot x$ gdje je
 $y \equiv C_2 - C_1$; $x \equiv \Delta t$
 Broj opservacija = 713; RMSE = 26,4256;
 $R^2 = 0,0017$

Parametar	Vrijednost	Std. pogr.	t-vrijednost	P	Donja gran. pouzd.	Gornja gran. pouzd.
a^*	-15,38	7,61	-2,02	0,04	-30,32	-0,44
b	0,53	0,49	1,09	0,28	-0,43	1,49

Rezultati – Emisije (+) i odlivi (-) unutar iste LULUCF kategorije



Deciduous forest:	$y = -49,0796 + 2,7336 \cdot x$	$r = 0,1915$	$p = 0,0019$
Coniferous forest:	$y = 2,6974 - 0,5953 \cdot x$	$r = -0,0467$	$p = 0,7527$
Forest out of yield:	$y = -4,4524 - 1,0299 \cdot x$	$r = -0,0952$	$p = 0,5536$
Annual cropland:	$y = 4,7558 - 0,6775 \cdot x$	$r = -0,0607$	$p = 0,4195$
Perennial cropland:	$y = 11,1178 - 0,2594 \cdot x$	$r = -0,0201$	$p = 0,9256$
Grassland:	$y = -48,2552 + 2,3460 \cdot x$	$r = 0,1617$	$p = 0,0640$
Wetlands:	$y = 51,6829 - 3,2486 \cdot x$	$r = -0,2211$	$p = 0,6737$
Settlements:	$y = 58,1826 - 2,5269 \cdot x$	$r = -0,1790$	$p = 0,5070$
Other land:	$y = -92,2123 + 3,7743 \cdot x$	$r = 0,5744$	$p = 0,1774$

LULUCF kategorija "Šume bjelogorice" jedina bilježi statistički značajan trend (povećanja) zaliha organskog ugljika u tlu (približno $2,73 \text{ tC ha}^{-1} \text{ god}^{-1}$ u sloju tla 0-25 cm).

NIR_LU_CRF_2016: Deciduous forest

ZAKLJUČCI – 1 dio.

- Na temelju sve tri varijante analiza razlika u zalihamama može se zaključiti, uz pouzdanost od 95%, da trend promjena zaliha organskog ugljika u tlima RH nije statistički značajan.
- Za potvrdu bi trebalo povećati broj uzorkovanih lokacija jer postojećih 725 koja su ponovo uzorkovane u sklopu ovog projekta (uz zadanu pouzdanost od 95%) nije bilo dovoljno.
- Postoje indicije da je prosječno, u tlima RH u razdoblju 1990. g. do 2016. g., **vjerojatno** (Varijanta 2) do **vrlo vjerojatno** (Varijanta 3) ostvareno neto uklanjanje ugljika, tj. da su tla RH predstavljala ponor ugljika.
- Pri tom je **gotovo sigurno** (Varijanta 2 i 3) da su tla LULUCF kategorije *Šume bjelogorice (Deciduous forests)* predstavljala neto ponor ugljika.
- Provedenim istraživanjem utvrđeno je tla Republike Hrvatske u prosjeku ne predstavljaju neto izvor ugljika (tj. CO₂).

Rezultati – Modeliranje zaliha organskog ugljika u tlu

Razmatrani su modeli:

- Yasso15 (Yasso09) (Liski et al. 2005, Tuomi et al. 2011, Repo et al. 2016)
- Biome-BGCMuSo (Hidy et al. 2016)

Zbog nepostojanja kvalitetnih i pouzdanih podataka potrebnih za izvođenje simulacije modelom Yasso15 (ili Yasso07) zaključeno je da navedeni model nije pogodan za uporabu u našem slučaju.

Odabran je Biome-BGCMuSo

Rezultati – Modeliranje zaliha organskog ugljika u tlu

- Biome-BGCMuSo je biogeokemijski model koji simulira kruženje ugljika (C), dušika (N) i vode (H₂O) u raznovrsnim kopnenim ekosustavima .
- Modeliraju se sljedeći glavni spremnici (neki od njih nisu prisutni kod specifičnih ekosustava) za svaki od njih:
 - list (ugljik, dušik i voda),
 - sitni korijen (ugljik, dušik),
 - plod (ugljik, dušik)
 - meka stabljika (ugljika, dušika),
 - živo drvo (ugljik, dušik)
 - mrtvo drvo (ugljik, dušik)
 - krupni korijen (ugljik, dušik)
 - tlo (ugljik, dušik i voda)
 - otpad (ugljik, dušik).

Rezultati – Modeliranje zaliha organskog ugljika u tlu

Za pokretanje modela potrebna su dva obavezna skupa podataka:

- 1. Meteorologija i lista ekofizioloških parametara specifičnih za ekosustav od interesa.**
- 2. Dodatni ulazni podaci su koncentracija ugljičnog dioksida u atmosferi, atmosfersko taloženje dušika i gospodarenje.**

Rezultati – Modeliranje zaliha organskog ugljika u tlu

Kategorije koje su za koje je provedena simulacija su:

Šume bjelogorice (Deciduous forest)

Šume crnogorice (Coniferous forest)

Jednogodišnji usjevi (Annual cropland)

Travnjaci (Grassland)

Za sljedeće kategorije simulacija *nije* provedena:

Makije i šikare (Forests out of yield)

Višegodišnji nasadi (Perennial cropland)

Močvare (Wetlands)

Naseljena područja (Settlements)

Ostalo zemljište (Other land)

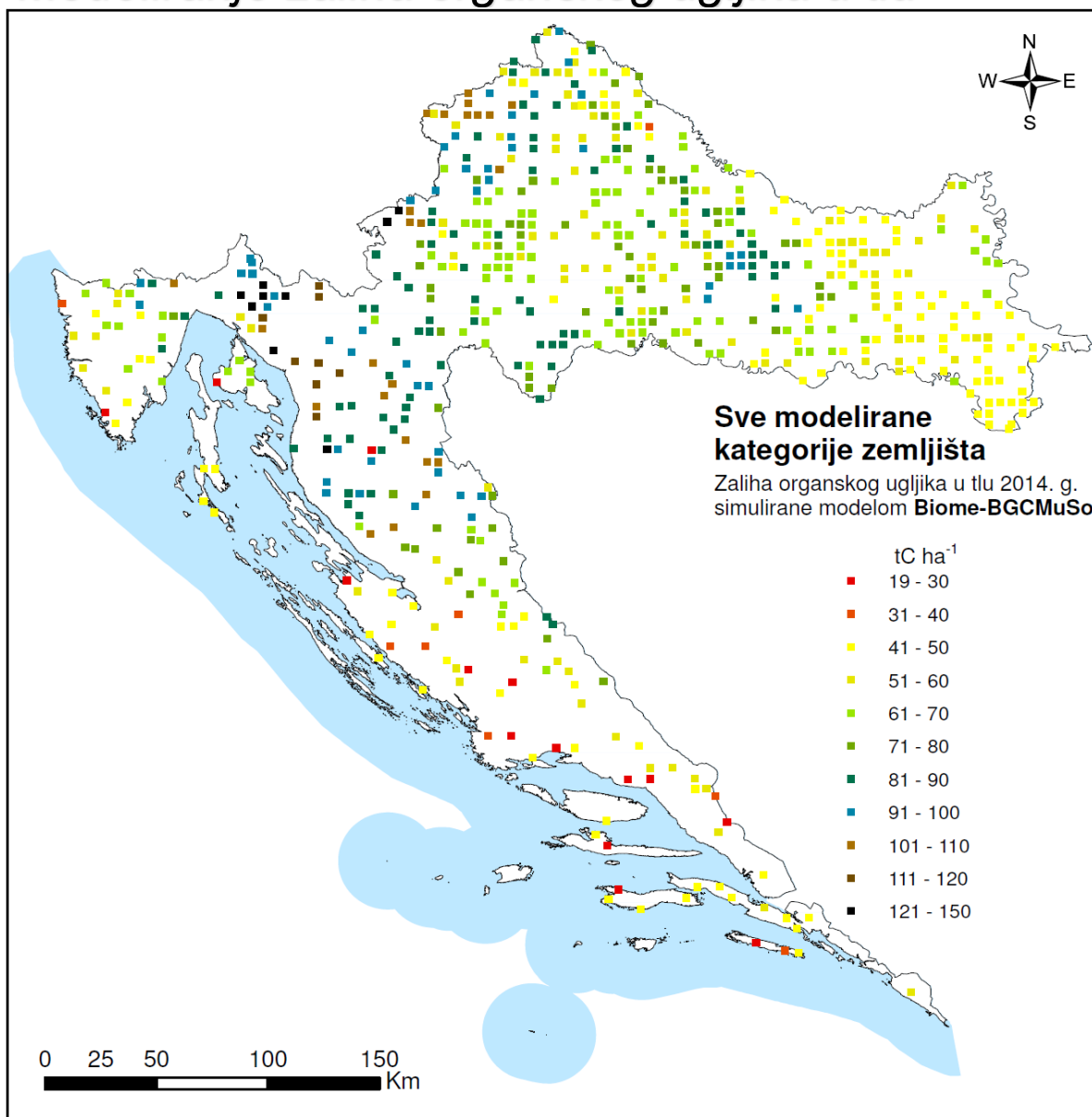
Razlog: Problem u definiranju odgovarajućih ekofizioloških parametara

Rezultati – Modeliranje zaliha organskog ugljika u tlu

Opis gospodarskih zahvata za pojedine ekosustave korištenih u simulaciji modelom Biome-BGCMuSo.

Ekosustav (šifra)	gospodarski zahvat	Dan u godini	opis (intenzitet, dinamika, vrsta, ...)
LISTOPADNA ŠUMA (011) CRNOGORIČNA ŠUMA (012)	prorjeda	30	011 – 15%/10 god. 012 – 30%/10 god.
	gnojidba		30 + 30 kg N/ha god stajsko gnojivo (2%N, 40%C) 75% biljnog materijala
TRAVNJAK (020)	košnja	100, 190 150, 200	
	sjetva gnojidba	105 91, 145, 288	25 kg/ha 60 + 40 + 50 kg N/ha god 70% umjetno gnojivo (47%N, 5%C) 30% stajsko gnojivo
JEDNOGODIŠNJI USJEV (030)	žetva	273	50% biljnog materijala
	oranje	300	do 30 cm

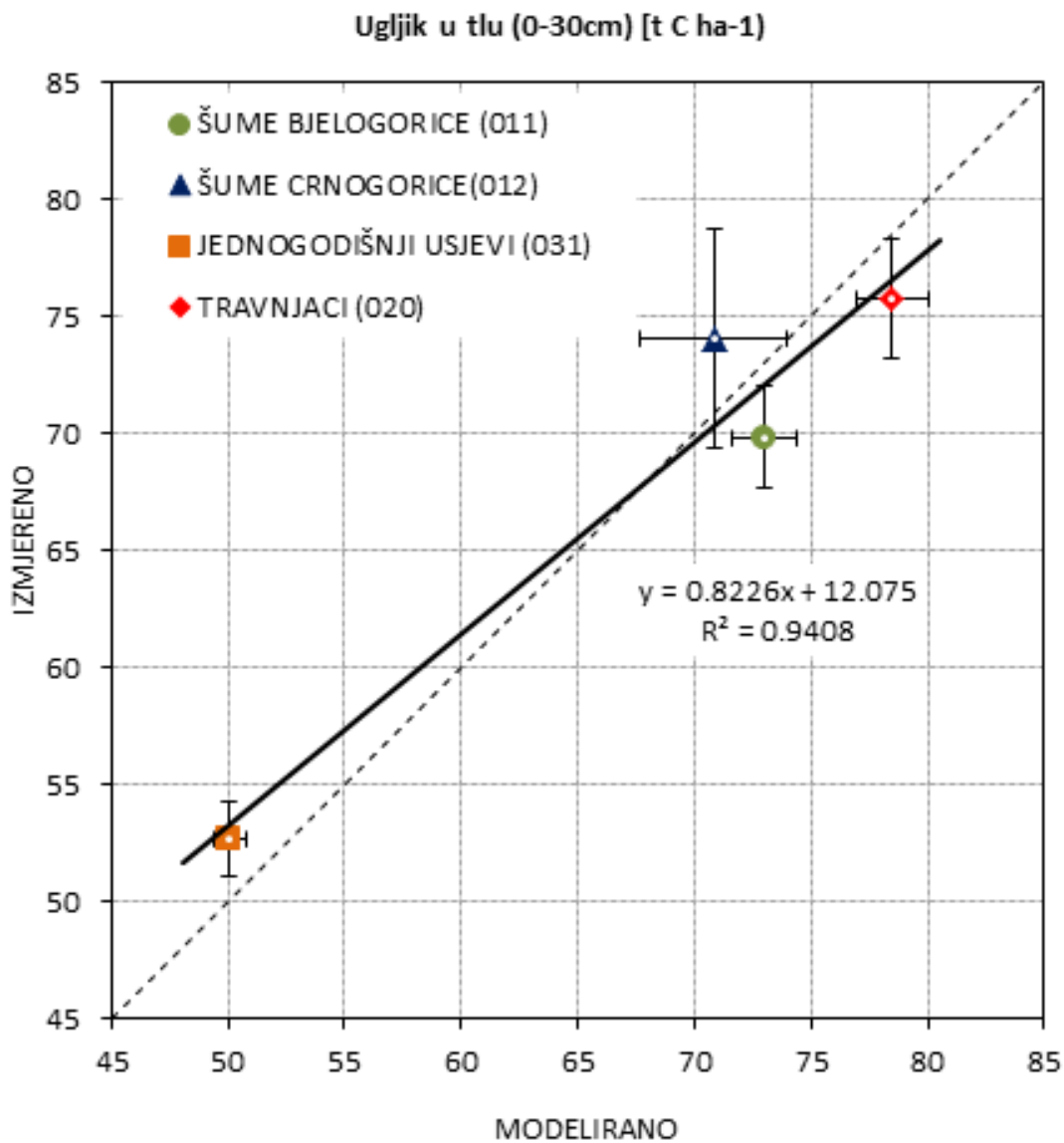
Rezultati – Modeliranje zaliha organskog ugljika u tlu



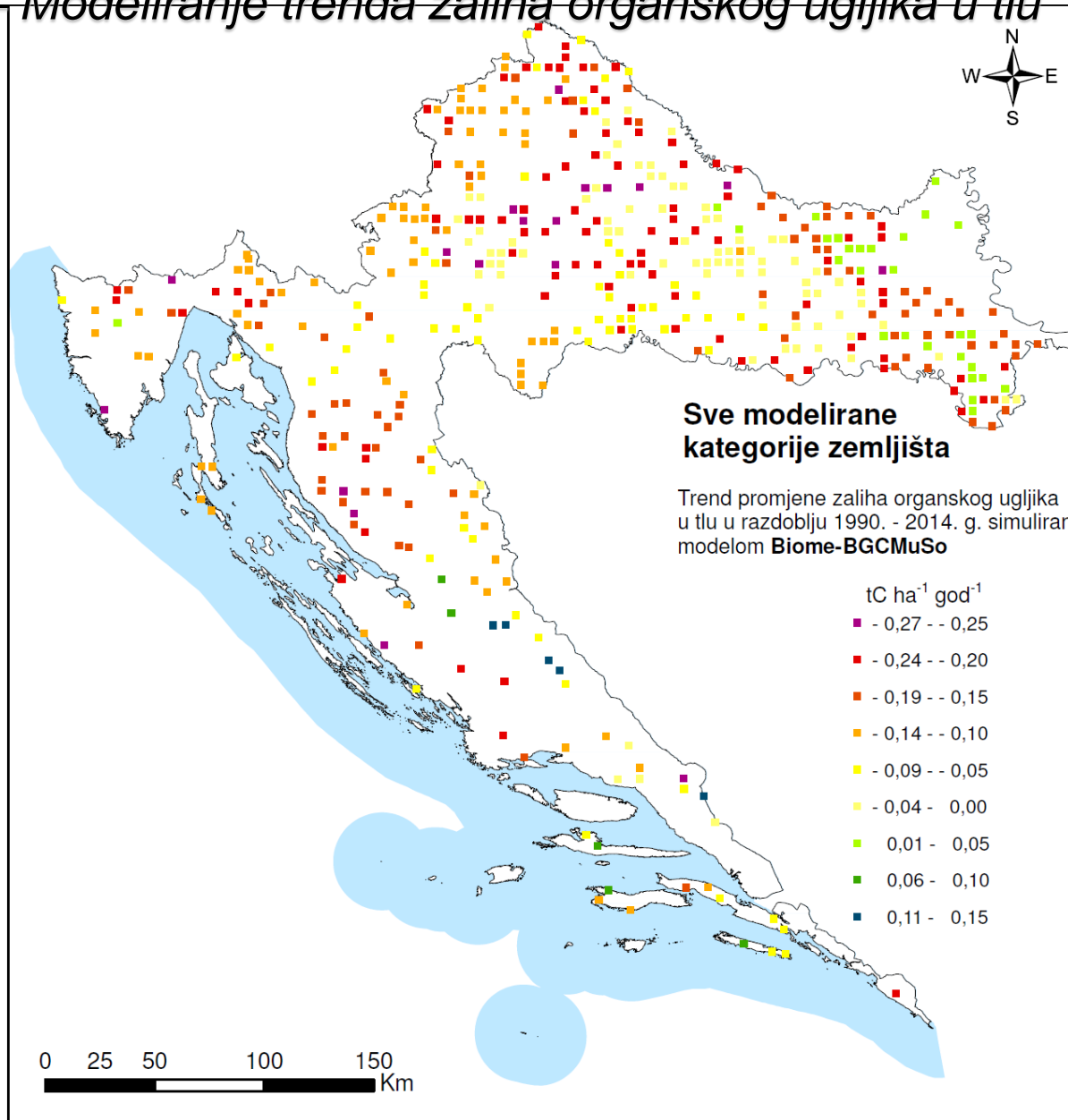
Rezultati – Modeliranje zaliha organskog ugljika u tlu

LULUCF kategorija	Zalihe organskog ugljika u tlu 0-30 cm (tC ha ⁻¹)				
	Izmjereno – prosjek (std. pogr.)	Simulirano – prosjek (std. pogr.)	Prosječno odstupanje	Srednje apsolutno odstupanje	Srednje kvadratno odstupanje
Šume bjelogorice	69,85 (2,17)	72,97 (1,34)	7,36	29,16	31,15
Šume crnogorice	74,05 (4,71)	70,86 (3,15)	-1,94	30,49	31,63
Šikare i makije	65,01 (5,26)	-	-	-	-
Jednogodišnji usjevi	52,71 (1,60)	49,95 (0,72)	7,58	16,58	19,55
Višegodišnji nasadi	71,01 (7,01)	-	-	-	-
Travnjaci	75,75 (2,56)	78,48 (1,55)	14,52	26,94	32,49
Močvare	76,34 (11,79)	-	-	-	-
Naselja	86,91 (8,99)	-	-	-	-
Ostalo zemljište	46,85 (14,40)	-	-	-	-

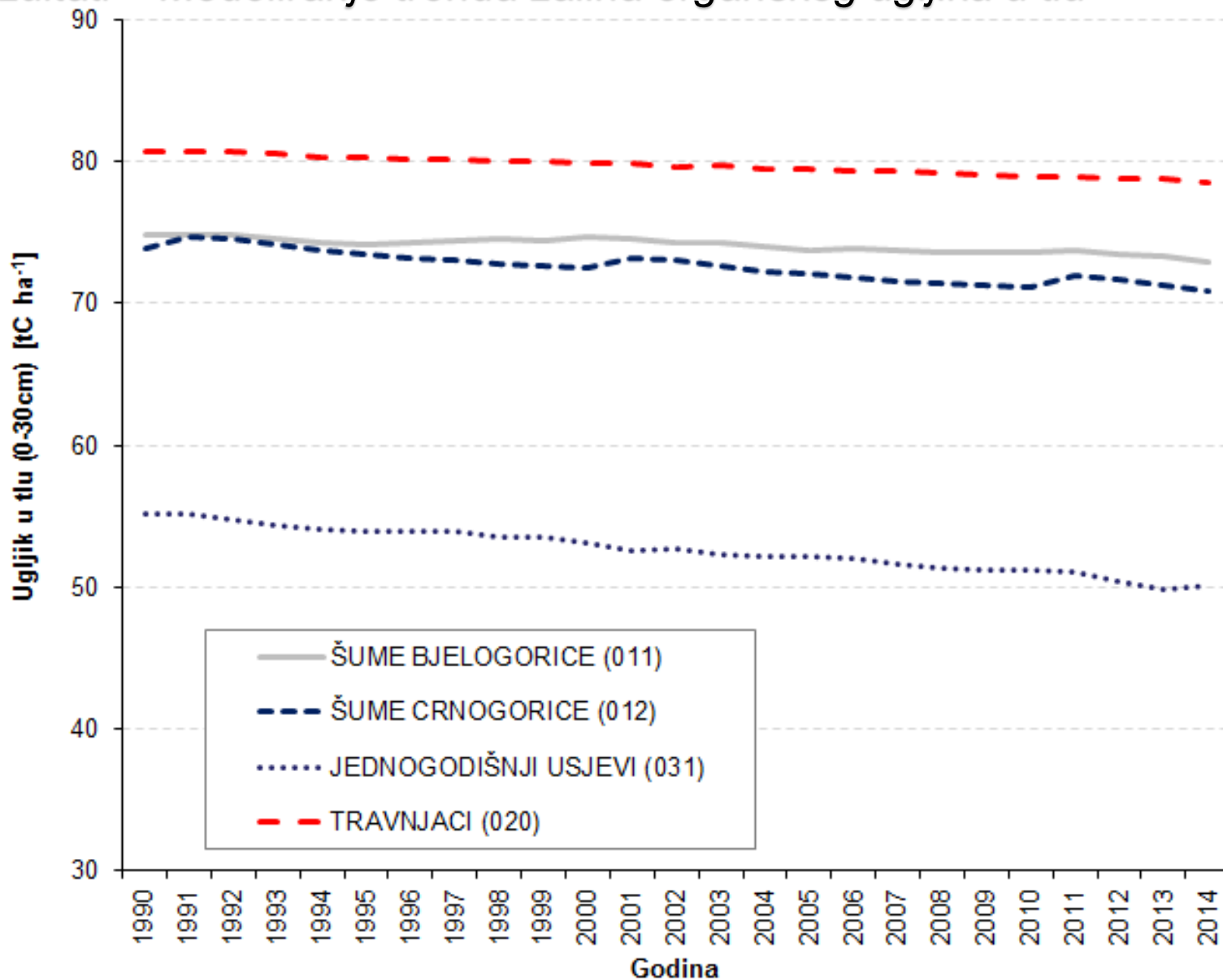
Rezultati – Modeliranje zaliha organskog ugljika u tlu



Rezultati – Modeliranje trenda zaliha organskog ugljika u tlu



Rezultati – Modeliranje trenda zaliha organskog ugljika u tlu



ZAKLJUČCI – 2 dio.

- Iz usporedbe izmjerenih i modeliranih zaliha ugljika u tlu za različite LULUCF kategorije (tablica 7) vidljivo je da se **prosječne vrijednosti simuliranih zaliha dobro slažu (intervali 95% pouzdanosti se preklapaju)**.
- Međutim, velika srednja apsolutna i srednja kvadratna odstupanja govore da je model neprecizan. Drugim riječima, čini se da model **Biome-BGCMuSo uspijeva „uhvatiti“ globalni trend, ali je na lokalnoj razini neprecizan**.
- Primjetan **trend pada zalihe organskog ugljika** u tlima Republike Hrvatske (slika 13, tablica 8).
- Taj pad je izražen za jednogodišnje usjeve. S druge strane zaliha u kategoriji *Šume bjelogorice* je najstabilnija.
- Buduća istraživanja primjene modela za procjenu zaliha i tokova ugljika u različitim kopnenim ekosustavima prvenstveno će morati obuhvatiti izradu lista ekofizioloških parametara za specifične ekosustave (npr. makije, šikare, višegodišnje usjeve i dr.).

Hvala!