

Oznaka poročila: ARRS-CRP-ZP-2017/10



ZAKLJUČNO POROČILO CILJNEGA RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	V4-1428
Naslov projekta	Izhodišča za izboljšanje metodologije poročanja o emisijah toplogrednih plinov v povezavi z rabo tal, spremembo rabe tal in gozdarstvom. Bases for improving the methodology of greenhouse gas emissions in relation to land use, land use change and forestry.
Vodja projekta	10264 Primož Simončič
Naziv težišča v okviru CRP	3.01.03 Izhodišča za izboljšanje metodologije poročanja o emisijah toplogrednih plinov v povezavi z rabo tal, spremembo rabe tal in gozdarstvom
Obseg raziskovalnih ur	993
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	07.2014 - 06.2016
Nosilna raziskovalna organizacija	404 Gozdarski inštitut Slovenije
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	401 Kmetijski inštitut Slovenije
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	4 BIOTEHNIKA 4.01 Gozdarstvo, lesarstvo in papirništvo
Družbeno-ekonomski cilj	08. Kmetijstvo
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	4 Kmetijske vede 4.01 Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo

2. Sofinancerji

Sofinancerji	
1.	Naziv
	Naslov

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

V projektu smo razvili metodologijo za ocenjevanje rabe tal in sprememb rabe tal z uporabo točkovnega vzorčenja. Glede na različna merila smo pripravili niz podkategorij, ki jih je možno reklasificirati po nomenklaturah FAO in UNFCCC. Metodologijo smo testirali, rezultat pa sta matriki spremembe rabe tal za obdobje 2002-2006 in 2006-2012. Matriki smo jih že uporabili pri ocenjevanju emisij in odvzemov toplogrednih plinov, s čimer smo izboljšali kakovost poročanja v sektorju LULUCF. Analizirali smo točnost ocen na osnovi modelnih korelogramov, poleg tega pa tudi ujemanje s podatki vektorskih slojev iz sistema RABA. Karta rabe tal se s časom izboljšuje, ujemanje pa je slabše na območju kmetijskih zemljišč. Pripravili smo priporočila za izboljšanje interpretacije rabe tal. Definirali smo organska tla in pripravili karto. Zasnovali in izdelali smo prostorski model za izdelavo karte intenzivnosti obdelave tal na kmetijskih zemljiščih Slovenije. Predlagali smo postopek za določitev različnih faktorjev sprememb zaloga ogljika za kmetijska zemljišča.

ANG

In this project a methodology for assessing land use and land use changes using point sampling was developed. Based on various criteria, a set of subcategories was prepared, which can be re-classified according to FAO nomenclature and the UNFCCC. The methodology has been tested and the result are two land-use change matrices for the period 2002-2006 and 2006-2012. Matrices have already been used in estimating emissions and removals of greenhouse gases, thus improving the quality of reporting in the LULUCF sector. The accuracy of the estimates was analysed based on Moran's I correlogram, but also the matching with data of vector layers from the ALUM system. Land use map seems to improve over time, however there is noticeably worse matching in the area of agricultural land. Recommendations were given for improving the interpretation of land use. Definition of organic soils and map were provided. The spatial model for producing the maps of soil management intensity for agricultural land of Slovenia was designed. The procedure to determine the different stock change factors for agricultural land was also proposed.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela oz. ciljev na raziskovalnem projektu²

Projekt je bil realiziran po načrtovanem programu dela v 4 delovnih sklopih, ki obsegajo:

- Razvoj metodologije za spremljanje sprememb rabe tal za celotno območje Slovenije;
- Testiranje metodologije in korekcija matrike sprememb rabe tal;
- Predlog metod zbiranja in obdelave podatkov ter priporočila;
- Prenos znanja in informiranje.

Razvoj metodologije za spremljanje sprememb rabe tal za celotno območje Slovenije

Kakovostni podatki o rabi tal in spremembah rabe tal (v času) so ključni pri sprejemanju odločitev o izvedbi prostorskih ureditev, načrtovanju rabe prostora, gospodarjenju z naravnimi viri itd. Ti podatki so tudi ključna spremenljivka v enačbi za izračun oz. pripravo ocen o emisijah in odvzemih toplogrednih plinov, ki so posledica rabe tal, spremembe rabe tal in gozdarstva (LULUCF). V dosedanjih analizah prostorskih podatkov, ki so bili izpeljani iz Evidence dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (RABA), se je izkazalo, da teh podatkov ni mogoče uporabiti za neposredno ocenjevanje sprememb rabe zemljišč oz. je primerjava v različnih časovnih obdobjih otežena (Miličič in Udovč, 2012).

Zaradi opisanih težav in potreb po usklajenem poročanju emisij v okviru poročanja UNFCCC in Kjotskega protokola, kot tudi zakonodajnih zahtev EU, je prišlo do potrebe po

razvoju metodologije za objektivnejše spremljanje sprememb rabe tal na državni ravni. Zato sta bila glavna cilja tega sklopa naslednja:

- harmonizirati merila za določanje zemljišč in ocenjevanje njihovih sprememb v skladu z evropskimi in mednarodnimi poročevalskimi zahtevami in
- pripraviti protokol za spremljanje rabe tal na celotnem ozemlju Slovenije.

Harmonizacijo meril za interpretacijo in ocenjevanje sprememb rabe tal smo opravili, da bi metodologija omogočala poročanje različnim mednarodnim organizacijam. Obdržali smo nacionalne razrede rabe tal, pri čemer smo nekatere razdelili na dva ali več podrazredov, dodali pa smo tudi nekatere nove razrede za potrebe poročila FRA (ang. *Forest Resources Assessment*) oz. razvrščanja rabe tal po klasifikaciji FAO. Klasifikacija razredov omogoča naknadno reklasifikacijo vseh razredov za uvrstitev v kategorije in podkategorije LULUCF. V ta namen smo najprej pregledali in analizirali definicije in merila nacionalnih razredov rabe tal po interpretacijskih ključih, ki nam jih je posredovala Služba za register kmetijskih gospodarstev (MKGP). Te definicije in merila smo primerjali z definicijami kategorij FAO in zahtevami oz. navodili IPCC. Za težavnejše primere smo oblikovali odločitvena drevesa za pomoč pri interpretaciji rabe tal. Po harmonizaciji definicij in meril smo izvedli uvodni tečaj za usklajitev interpretatorjev.

Po končani harmonizaciji meril smo pripravili protokol za spremljanje rabe tal. Slednji je nujen za usklajeno fotointerpretacijo. S protokolom smo opisali korake in postopke za ocenjevanje oz. določitev rabe tal na osnovi digitalnih ortofoto (DOF) in točkovnega načina interpretacije na sistematični mreži teoretičnih koordinat v relativno enostavnem pregledovalniku. S tem smo zagotovili večjo usklajenost interpretatorjev in kakovost izvajanja fotointerpretacije, pa tudi njeno časovno učinkovitost.

Rezultat harmonizacije je šifrant rabe tal, ki smo ga sestavili za potrebe projekta in je usklajen z merili UNFCCC in FAO. Šifrant obsega 35 razredov, ki jih lahko uvrstimo v 6 kategorij oz. 8 podkategorij UNFCCC in 4 kategorije oz. 5 podkategorij FAO. Protokol za spremljanje rabe tal zajema naslednje korake: uvodni tečaj za usklajevanje interpretatorjev, interpretacija rabe, naknadno usklajevanje interpretatorjev, zagotavljanje in nadzor kakovosti (QA/QC), čiščenje podatkov, izračun matrik spremem rabe tal in preverjanje rezultatov.

Testiranje metodologije in korekcija matrike sprememb rabe tal

Za odkrivanje površinskih sprememb v rabi tal oz. pokrovnosti se veliko držav poslužuje vzorčenja, tj. na osnovi mreže vzorčnih točk na letalskih posnetkih (npr. Švica, Francija, Švedska, Norveška), pri čemer kot sekundarni vir podatkov uporabljajo tudi satelitske posnetke. Tak pristop smo uporabili tudi v našem projektu, saj omogoča izračun intervalnih ocen z znano natančnostjo, posledično pa s tem lahko ocenimo tudi negotovost.

Namen tega delovnega sklopa je bil testirati metodologijo, ki smo jo predlagali v okviru prvega delovnega sklopa. Cilji so bili:

- i. pripraviti podatke in pregledovalnik za fotointerpretacijo in
- ii. izračunati matrike spremembe rabe tla.

Najprej smo od Geodetske uprave RS pridobili manjkajoče serije DOF-ov. Glede na to, da do konca leta 2014 DOF-i iz leta 2014 še niso bili na voljo, smo kot osnovo za interpretacijo rabe tal določili referenčna leta iz serij CAS, in sicer 2002, 2006 in 2012. Prvotno, kot najavljeno tudi v prijavi, je bilo mišljeno, da bo fotointerpretacija tekla na mreži 500 m × 500 m. Vendar smo zasledili, da nekatere študije iz Švice navajajo, da obstaja pri vzorčenju rabe tal pri razdalji 500 m odvisnost in zaradi tega nevarnost avtokorelacije. Rabo tal smo zato interpretirali na vzorčni mreži 1 km x 1 km z uporabo spletnega pregledovalnika. Ta je omogočal naključen izbor točk pri interpretaciji, kar zagotavlja enakomerno obremenitev interpretatorjev, hitrejše učenje in zaznavanje različnih rab tal.

Poleg tega smo v pregledovalnik vključili satelitske slike Landsat, kot pomožno orodje za zaznavanje sprememb rabe tal, predvsem na kmetijskih zemljiščih.

Z računalniško podprto fotointerpretacijo na osnovi digitalnih ortofoto smo na sistematični vzorčni mreži 1 km x 1 km pregledali 20.253 točk za izbrana leta. Prečiščena baza podatkov o rabi tal za časovna stanja 2002, 2006 in 2012 je bila nato vhodna datoteka za aplikacijo oz. sintakso, ki smo jo posebej za izračun matrik razvili v projektu. Pridobili smo dve matriki, in sicer za obdobje 2002-2006 in 2006-2012, ki sta vključevali 35 podakategorij, ki smo jih določili za potrebe projekta. Metodologija ocenjevanja rabe tal z uporabo pregledovalnika je omogočala hkratni hkratni pogled in interpretacijo za presečna stanja oz. leta.

V projektu smo posvetili pozornost kategorijam UNFCCC, saj je bil projekt namenjen izboljšanju metodologije poročanja na področju raba tal, spremembe rabe in gozdarstvo. Z rezultati smo potrdili domnevo, da je obseg krčitev gozdov precej manjši, kot jih izkazuje matrika sprememb rabe tal, ki je rezultat preseka vektorskih slojev iz sistema RABA. Glavni rezultati kažejo na to, da je bilo v obdobju 2002-2006 povprečno 1426,4 ha krčitev na leto, medtem ko je 525,5 ha zaraščajočih površin letno prešlo v gozd. V istem obdobju je bilo iz kmetijskih površin (Polja in Travinja skupaj) spremenjenih 1101,1 ha letno zaradi pozidave (konverzija v kategorijo Naselja). V obdobju 2006-2012 je bilo izkrčenih povprečno 850,8 ha gozdov letno, medtem ko je 784,1 ha zaraščajočih površin letno prešlo v kategorijo Gozdovi. V istem obdobju je bilo iz kmetijskih površin (Polja in Travinja skupaj) spremenjenih 867,5 ha letno zaradi pozidave. Še vedno je opaziti naraščajoč trend pozidanih in sorodnih površin, medtem ko se proces zaraščanja v drugem preučevanem obdobju umirja. Površine zemljišč, ki so vključene v kategoriji Mokrišča in Druga raba (tj. večinoma prostor nad gozdno mejo) se v času zelo malo spreminjajo in so skoraj konstantne.

Predlog metod zbiranja in obdelave podatkov ter priporočila

V Sloveniji razpolagamo z relativno dobrimi podatki o gozdovih, ki izvirajo iz gozdnih inventur. Na voljo so podatki inventure, ki je podlaga gozdnogospodarskemu načrtovanju ter podatki, ki so rezultat spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov. Po drugi strani so za področje kmetijstva in druge negozdne rabe tal na voljo dokaj skopi podatki o zalogah in spremembi zalog ogljika. Kljub temu, da pri nas obstajajo določeni sistemi spremljanja stanja tal (npr. ROTS, Popis stanja gozdnih tal, KRT itd.), so le-ti med seboj neusklajeni in vsi ne ustrezajo zahtevam, ki so opredeljene v Navodilih dobre prakse (IPCC 2006, IPCC 2014) za poročanje emisij in odvzemov toplogrednih plinov konvenciji UNFCCC in Kjotskemu protokolu. Poleg tega je treba zaradi naraščajočih obveznosti evropske zakonodaje na področju LULUCF vzpostaviti enoten inventurni sistem, s katerim bo moogče pridobiti kakovostne podatke o zalogah ogljika in spremembi zalog ogljika za važnejša skladišča (npr. živa biomasa, tla in pridobljeni lesni proizvodi) za vse rabe tal.

V enačbi za ocenjevanje emisij in odvzemov toplogrednih plinov so bistveni podatki o površinah za različne kategorije rabe tal (zemljišč) oz. dejavnosti, ki se nanašajo na različne režime gospodarjenja s temi zemljišči. V skladu s tem so bili glavni cilji delovnega sklopa naslednji:

- i. analizirati točnost ocen na osnovi modelnih korelogramov,
- ii. pripraviti priporočila za izboljšanje interpretacije rabe tal in metod spremljanja sprememb rabe tal,
- iii. razviti enostavno aplikacijo za obračunavanje sprememb rabe tal in
- iv. pripraviti protokol za določitev površin z organskimi tlemi in intenzivnosti obdelave kmetijskih zemljišč.

Za lokacije na sistematični mreži 500 m x 500 m smo s pomočjo programskega okolja ArcMap pripravili dokument tamponskih območij radija 250 m. Na podlagi sistematične mreže okroglih ploskev (korak mreže 500 m, polmer ploskev 250 m), znotraj katerih je bil znan delež posameznih rab po UNFCCC, smo analizirali prostorsko avtokorelacijo (Moranov index,

Moran's I) deležev rabe. Rabe UNFCCC so bile agregirane iz sistema RABA (MKGP 2012). Uporabili smo sloj iz leta 2012, na katerem bila interpretacija predvidoma najtočnejša od treh obdobj, analiziranih v tem projektu. Analiza je potekala na razdaljah od 500 m do 10 km s korakom 500 m. Uporabili smo orodje »Incremental Spatial Autocorrelation« v okolju ArcGIS 10.2.2. Za izboljšanje interpretacije rabe tal in metod spremljanja sprememb rabe tal smo naredili primerjavo rezultatov točkovnih ocen (projekta) in sloje iz sistema RABA za preučevana leta. V programskem okolju R smo pripravili matrike napak (ang. *confusion matrix* ali *error matrix*) med obema vrstama podatkov. Tekom projekta smo razvili enostavno aplikacijo oz. sintakso za računanje frekvenc sprememb rabe tal v obravnavanih časovnih obdobjih. Zasnovali in izdelali smo prostorski model za izdelavo karte intenzivnosti obdelave tal na kmetijskih zemljiščih Slovenije.

Odvisnost prostorske avtokorelacije od razdalje ter odgovarjajoče Z vrednosti so prikazane s korelogrami. Visoke Z vrednosti kažejo, da lahko zavrnilo ničelno hipotezo, da so porazdelitve deležev rabe naključne in da lahko rečemo, da so porazdelitve gručaste. Deleži vseh ostalih rabe na intervalu razdalj 500 m do 10 km monotono naraščajo, kar verjetno pomeni, da so prostorski procesi, ki te rabe uravnavajo, bolj finoiznati, kot je bila prostorska raven agregacije. S primerjavo rezultatov projekta in vektorskih slojev ugotavljamo, da je karta rabe tal v sistemu RABA vse boljša, saj je skupna natančnost ujemanja izboljšuje v sledju 87.43% -> 90.79% -> 93.72% od 2002-2006-2012. Ujemanje je boljše na gozdnih površinah kot na kmetijskih. Podali smo priporočila za izboljšavo interpretacije rabe tal. Definirali smo organska tla in pripravili karto. Pripravili smo tudi karte za različne faktorje sprememb zalog ogljika, ki prostorsko obsega vsa kmetijska zemljišča Slovenije za leto 2015. Karte oz. njihovi prostorski sloji bodo služili kot vhodni podatki pri izračunu zalog organskega ogljika v tleh po metodologiji IPCC.

Prenos znanja in informiranje

V tem delovnem sklopu je bila vrsta aktivnosti, s katerimi smo razširjali rezultate, spoznanja in ugotovitve ter prenašali informacije projekta ključnim deležnikom. Izdelali smo zbirko projekta in osnovne informacije o projektu objavili na domači strani. Organizirali smo delavnico z naslovom »Spremljanje pokrovnosti/rabe tal z metodami daljinskega zaznavanja«. Objavili smo strokovni prispevek in izvirni znanstveni članek v slovenskih publikacijah. Rezultate matrik sprememb rabe tal za obdobje 2002-2006 in 2006-2012 smo uporabili v Nacionalnem poročilu o evidencah toplogrednih plinov za leto 2016 (Mekinda Majaron in sod., 2016) za oceno emisij v sektorju rabe tal, spremembe rabe tal in gozdarstvo (LULUCF). Glavne rezultate projekta smo predstavili tudi na mednarodni delavnici v Zagrebu. V pripravi je drugi izvirni znanstveni članek na temo projekta.

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Ocenjujemo, da je bil program dela na projektu realiziran v celoti. Poudarek je bil na razvoju metodologije za določanje rabe tal in ocenjevanje sprememb. To smo zasnovali in razvili na način, da je v skladu z mednarodnimi poročevalskimi zahtevam. S tem smo dosegli cilje prvega delovnega sklopa. S testiranjem metodologije in izračunim matrik spremembe rabe tal za obravnavana obdobja potrjujemo hipotezo o manjšem obsegu krčitev gozdov v primerjavi z vrednostmi, ki jih daje dosedanja metoda ugotavljanja letih. V okviru analize prostorske odvisnosti in ujemanja rezultatov projekta z rezultati obstoječih prostorskih podatkov ugotavljamo, da se je karta rabe tal v obdobju 2002-2012 precej izboljšala. S podanimi priporočili za izboljšanje interpretacije rabe tal pričakujemo, da bo karta rabe tal na nacionalni ravni v prihodnje še boljša. Postopek za določitev organskih tal in intenzivnosti gospodarjenja oz. obdelave kmetijskih zemljišč bo osnova za izboljšanje ocen emisij TGP v kmetijstvu, ki so posledica rabe tal oz. različnih načinov gospodarjenja in sprememb rabe tal v času. S tem smo izpolnili vse cilje drugega in tretjega delovnega sklopa. Realizirali smo večino načrtovanih ciljev v delovnem sklopu prenos znanja in informiranje.

6.Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

Ni bilo sprememb v programu raziskovalnega projekta.
--

7.Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	4357286	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Presoja prostorskega stratificiranja za vzorčno ocenjevanje gozdnih zemljišč	
		<i>ANG</i> Findings of the spatial stratifying the sample for evaluating forest land	
	Opis	<i>SLO</i> Za vzorčno ocenjevanje rabe gozdnih zemljišč in pokrovnosti ter njihovih sprememb na Slovenskem predlagamo stratificiranje prostorskih podatkov na podlagi tipologije gozdnih rastišč. Na podlagi karte rabe zemljišč in tipologije gozdnih rastišč smo ocenili prostorska merila variabilnosti za krajinske kazalce in jih primerjali s stratificiranjem po statističnih regijah. Ker gozd po površini prevladuje v 10 od 12 statističnih regij, te ne predstavljajo izhodišča za oblikovanje stratumov, s katerimi bi pojasnjevali razlike v variabilnosti deležev rabe zemljišč. S statističnimi regijami smo pojasnili 21 % skupne variance za ocenjevanje deležev kmetijske rabe in 17 % variance za delež gozda. Z razvrščanjem kilometrskih kvadratov po tipologiji gozdnih rastiščnih tipov je bil pojasnjen večji del variabilnosti kot v prostorskem merilu statističnih regij, vendar na račun velikega števila skupin oziroma 29 stratumov. Velike razlike v krajinskih kazalcih za te skupine gozdov ponazarjajo, da je prostorsko merilo za oblikovanje stratumov manjše od regionalnega.	
		<i>ANG</i> Stratification based on Slovenian forest typology has been proposed for sampling forest land-use/ land-cover data and changes over time. Using land-use map and forest typology map we evaluated geographic scales of variance for landscape-level indices and compared stratification by administrative units and regions. As forest prevails in 10 out of 12 statistical regions in terms of its surface area, these regions cannot be effective stratification tool for sampling and mapping land-use. Statistical regions accounted for 21 percent of the total variance of percent agriculture and 17 percent of total variance in amount of forest. Through the classification of quadratic 1 square kilometre tiles according to the typology of forest site types, somewhat greater proportion of total variance has been explained by stratification than on the spatial scale of statistical regions, although on the account of the high number of groups (29 strata). The great differences in fragmentation indices for these forest groups illustrate that the spatial scale for the formation of strata is smaller than the regional one.	
	Objavljeno v	Gozdarski inštitut Slovenije, založba Silvae Slovenica; Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire; Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo; Acta silvae et ligni; 2015; [Št.] 108; str. 19-28; Avtorji / Authors: Hladnik David	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

8.Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomski dosežek			
1.	COBISS ID	4673446	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Nacionalna inventura - poročilo, Slovenija 2015	

	ANG	Slovenia's national inventory report 2015 and 2016	
Opis	SLO	Nacionalno poročilo za sektor LULUCF.	
	ANG	LULUF sector national report.	
Šifra	F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
Objavljeno v		Ministry of the Environment and Spatial Planning Slovenian, Environment Agency; 2016; 343 str.; Avtorji / Authors: Kus Zoran, Zafran Janez, Vajgl Uroš, Oberstar Hermina, Rotter Alenka, Malešič Irena, Mekinda Majaron Tajda, Logar Martina, Simončič Primož, Mali Boštjan, Hladnik David, Žižek Laura, Verbič Jože	
Tipologija	2.12	Končno poročilo o rezultatih raziskav	
2.	COBISS ID	4677542	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Izhodišča za izboljšanje metodologije poročanja o emisijah toplogrednih plinov v povezavi z rabo tal, spremembo rabe tal in gozdarstvo	
	ANG	Background to improve the methodology of reporting on greenhouse gas emissions in relation to land use, land use change and forestry	
Opis	SLO	Poročilo o metodah in pripravi poročil o emisijah TGP za sektor LULUCF.	
	ANG	The report on the methods and preparation of reports on GHG emissions for LULUCF.	
Šifra	F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
Objavljeno v		Gozdarski inštitut Slovenije; 2016; 47 str.; Avtorji / Authors: Mali Boštjan, Simončič Primož, Skudnik Mitja, Kobler Andrej, Bergant Janez, Verbič Jože	
Tipologija	2.12	Končno poročilo o rezultatih raziskav	

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine²

Na Gozdarskem inštitutu Slovenije je bila 16. novembra 2015 organizirana enodnevna delavnica z naslovom »Spremljanje pokrovnosti/rabe tal z metodami daljinskega zaznavanja«. Na delavnici so štiri raziskovalne inštitucije (GIS, KIS, ZRC SAZU in GI) predstavile različne pristope ocenjevanja in zaznavanja spremembe rabe tal in druge metode zbiranja prostorskih podatkov. Poleg teh je predstavnica MKGP predstavila, kakšne so možnosti uporabe GERK-ov za obračunavanje emisij v sektorju LULUCF. V zaključnem delu so vsi udeleženci sodelovali v razpravi o ključnih problemih in izzivih, ki čakajo Slovenijo na področju mednarodnega in EU poročanja emisij toplogrednih plinov v sektorju LULUCF.

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine³

10.1. Pomen za razvoj znanosti²

SLO

Rezultati projekta omogočajo izboljšanje trenutne metodologije spremljanja ponorov oz. emisij za področje rabe tal, spremembe rabe tal in gozdarstvo (LULUCF). S pristopom točkovega vzorčenja je možno zagotoviti poročanje z znano natančnostjo, posledično pa je mogoče oceniti tudi stopnjo negotovost. Z novimi dognanji glede spremembe rabe tal smo izboljšali kakovost nacionalnih podatkov in predlagali nov pristop spremljanja spremembe rabe tal v prihodnje, vključno z uprabo satelitskih slik kot pomožnih podatkov. Zasnovali in izdelali smo prostorski model za izdelavo karte intenzivnosti obdelave tal na kmetijskih zemljiščih Slovenije. Model je skladen z navodili dobre prakse (IPCC) in ga je možno z dodatnimi podatki, ko bodo na voljo,

še nadgraditi.

ANG

Project results enable improvement of the current GHG reporting methodology in the field of land use, land-use change and forestry (LULUCF). Point sampling approach can assure transparent reporting with known accuracy, which can further provide the rate of uncertainty to be estimated. New findings on land-use change trends represents a backbone for an improved quality of data at national level, whereas new approach of land-use change detection and monitoring was proposed for the future, including the use of satellite imagery as auxiliary data. A new spatial model was designed for producing the land management intensity maps related to agricultural land in Slovenia. The model is consistent with the good practice guidance (IPCC) and could be upgraded, when additional required data will become available.

10.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

V okviru prehoda na konkurenčno nizko ogljično gospodarstvo do leta 2050 bo potrebno rabo zemljišč obravnavati celostno. Raba tal, spremembe rabe tal in gozdarstvo (LULUCF) se trenutno že obravnava v okviru podnebne politike Evropske unije. Sklep 529/2013/EU predstavlja dober temelj in izhodišče za obračunavanje emisij in odvzemov zaradi dejavnosti na področju LULUCF, kljub temu pa so pravila v njem preveč ohlapna. Z izboljšanimi ocenami in kakovostnejšimi podatki, ki jih omogoča predlagana metodologija, bo Slovenija lahko lažje zavzela stališča do nove uredbe za LULUCF, ki je trenutno v teku. Rezultati projekta bodo pripomogli z boljšemu razumevanju stanja Slovenije za preučevano področje, s čimer bo lažje določiti ukrepe za zmanjšanje emisij TGP in blaženje podnebnih sprememb v kmetijstvu in gozdarstvu.

ANG

In the context of the transition to a competitive low carbon economy until 2050 the land use will have to be looked at holistically. Land use, land-use change and forestry (LULUCF) is currently being considered in the context of climate change policy of the European Union. The Decision 529/2013/EU provides a good foundation and starting point for accounting for emissions and removals resulting from LULUCF activities, however, the accounting rules in it seems too loose. The improved estimates and quality data provided by the proposed methodology, Slovenia will be easier to take a position on the new LULUCF regulation, which is currently in progress. Results of the project will contribute to a better understanding of the state of Slovenia for the studied area, making it easier to determine actions to reduce GHG emissions and climate change mitigation in agriculture and forestry.

11. Vpetost raziskovalnih rezultatov projektne skupine

11.1. Vpetost raziskave v domače okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- v domačih znanstvenih krogih
- pri domačih uporabnikih

Kdo (poleg sfinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?¹¹

ARSO/MOP, SURS, IJS

11.2. Vpetost raziskave v tuje okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- v mednarodnih znanstvenih krogih
- pri mednarodnih uporabnikih

Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujini

raziskovalnimi inštitucijami:¹²

- delovna skupina WG5 EU;
- JRC, Ispra, Italy
- Šumarski Institut, Jaska, Hrvaška

Kateri so rezultati tovrstnega sodelovanja:¹³

Izmenjava znanj na področju spremljanja sprememb rabe tal (matrika rabe tal).

12. Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Delno <input type="text"/>
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Delno <input type="text"/>
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Delno"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Delno <input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

Izboljšave ocenjevanja in zaznavanja spremembe rabe tal in druge metode zbiranja prostorskih podatkov - metodološki napredek; uspešno izvedeno izobraževanje mlajših sodelavcev ter njihovo vključitev v delovni proces.

13. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo: Uvajanje novih pristopov priprave podatkov o spremembi rabe tal - priprava matrike	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.09.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Komentar

14. Izjemni dosežek v letu 2016¹⁴**14.1. Izjemni znanstveni dosežek**

14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Izjemni dosežek - predlog izboljšav metodologije priprave NIR za sektor LULUCF: uporabljeno pri pripravi Slovenia's national inventory report 2015 and 2016 (http://cdr.eionet.europa.eu/si/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/envv2ezfg/SVN_NIR_2016_v2.pdf).

Organizacija

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta
- bomo sofinancerjem istočasno z zaključnim poročilom predložili tudi elaborat na zgoščenki (CD), ki ga bomo posredovali po pošti, skladno z zahtevami sofinancerjev.

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Gozdarski inštitut Slovenije

Primož Simončič

ŽIG

Datum:

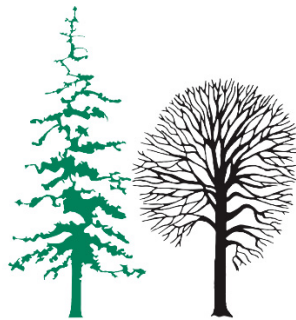
7.3.2017

Oznaka poročila: ARRS-CRP-ZP-2017/10

- ¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku). [Nazaj](#)
- ² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite cilje iz prijave projekta in napišite, ali so bili cilji projekta doseženi. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)
- ³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)
- ⁴ V primeru odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)
- ⁵ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)
- ⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.
- Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.
- Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)
- ⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)
- ⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹¹ Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹² Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹³ Največ 1.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹⁴ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2016 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot prilonko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/> [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-CRP-ZP/2017 v1.00

9F-5C-A1-3A-0E-EC-31-39-33-3C-03-59-D0-68-26-7C-F4-BE-29-8F



GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE

Izhodišča za izboljšanje metodologije poročanja o emisijah toplogrednih plinov v povezavi z rabo tal, spremembo rabe tal in gozdarstvom

Zaključno poročilo o rezultatih ciljnega raziskovalnega projekta V4-1428

Boštjan MALI¹, Primož SIMONČIČ¹, Mitja SKUDNIK¹, Andrej KOBLER¹,
Janez BERGANT², Jože VERBIČ²

¹Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

²Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana

Ljubljana, 2016

Kazalo vsebine

1	Razvoj metodologije za spremljanje sprememb rabe tal za celotno območje Slovenije...	5
1.1	Izhodišča	5
1.2	Metode dela	6
1.2.1	Analiza metodologije zajema dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč.....	6
1.2.2	Harmonizacija meril za določanje zemljišč in ocenjevanje njihovih sprememb..	7
1.2.3	Priprava protokola za spremljanje rabe tal	7
1.3	Rezultati	8
1.3.1	Interpretacijski ključi	8
1.3.2	Harmonizacija razredov rabe tal z nomenklaturo UNFCCC in FAO	11
1.3.3	Protokol za spremljanje rabe tal	14
2	Testiranje metodologije in korekcija matrike sprememb rabe tal.....	16
2.1	Izhodišča	16
2.2	Metode dela	17
2.2.1	Priprava podatkov in pregledovalnika za fotointerpretacijo	17
2.2.2	Izračun matrik spremembe rabe tal	19
2.3	Rezultati	20
2.3.1	Spremembe rabe tal v obdobjih 2002-2006 in 2006-2012	20
3	Metode zbiranja in obdelave podatkov ter priporočila	23
3.1	Izhodišča	23
3.2	Metode dela	24
3.2.1	Analiza točnosti ocen na osnovi modelnih korelogramov	24
3.2.2	Metode za izboljšanje interpretacije rabe tal in metod spremljanja sprememb rabe tal	25
3.2.3	Razvoj aplikacije za obračunavanje sprememb rabe tal	27
3.2.4	Protokol za določitev površin z organskimi tlemi in intenzivnosti obdelave kmetijskih zemljišč.....	27
3.3	Rezultati	32
3.3.1	Korelogrami za različne gostote mrež	32
3.3.2	Priporočila za izboljšanje interpretacije rabe tal in metod spremljanja sprememb rabe tal	35
3.3.3	Karta organskih tal in intenzivnosti obdelave	39
4	Prenos znanja in informiranje	44
4.1	Informiranje in obveščanje o aktivnostih projekta.....	44
4.2	Predstavitev rezultatov in prenos znanja	44
5	Viri	45

Kazalo preglednic

Preglednica 1: Tabela za pomoč pri razlikovanju med dejanskimi rabami 1300, 1410, 1500, 2000.....	7
Preglednica 2: Tabela za pomoč pri razlikovanju med dejanskimi rabami 1321, 4100, 4220, 1410.....	7
Preglednica 3: Razredi dejanske rabe po Interpretacijskih ključih v obdobju 2002-2013.....	8
Preglednica 4: Definicije gozda po Zakonu o gozdovih, Organizaciji Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (FAO) in Kjotskem protokolu	11
Preglednica 5: Harmoniziran šifrant rabe tal projekta po merilih in v skladu z nomenklaturo UNFCCC in FAO.....	12
Preglednica 6: Logična odločitvena preglednica za kontrolo in pomoč pri interpretaciji.....	13
Preglednica 7: Delež, površina in standardna napak podkategorij UNFCCC za leto 2002.....	20
Preglednica 8: Delež, površina in standardna napaka podkategorij UNFCCC za leto 2006.....	21
Preglednica 9: Delež, površina in standardna napaka podkategorij UNFCCC za leto 2012.....	21
Preglednica 10: Matrika sprememb rabe tal (v ha) po nomenklaturi UNFCCC v obdobju 2002-2006.....	21
Preglednica 11: Matrika sprememb rabe tal (v %) po nomenklaturi UNFCCC v obdobju 2002-2006.....	22
Preglednica 12: Matrika sprememb rabe tal (v ha) po nomenklaturi UNFCCC v obdobju 2006-2012.....	22
Preglednica 13: Matrika sprememb rabe tal (v %) po nomenklaturi UNFCCC v obdobju 2006-2012.....	23
Preglednica 14: Poenostavljen primer matrike.....	26
Preglednica 15: Postopek določanja območij prvega nivoja (nivo I.), katerim smo v nadaljevanju pripisovali faktorje F_I , F_{MG} in F_{LU}	29
Preglednica 16: Površine območij (ha) po metodologiji IPCC (nivo I.), ki predstavlja osnovno shemo za določanje F_{LU} , F_{MG} in F_I	39
Preglednica 17: Vrednosti faktorjev za intenzivnost obdelave F_{LU} , F_{MG} in F_I , ločeno po posameznih glavnih območjih in za vsa KZ Slovenije.	43

Kazalo slik

Slika 1: Odločitveno drevo za pomoč pri interpretaciji kategorij in podkategorij FAO (Oliveira Dinis in sod., 2012)	14
Slika 2: Digitalni ortofoto z opisom tehničnih karakteristik, oblike datotek in velikosti slike (Vir: GURS, 2014).....	18
Slika 3: Aplikacija za hkratno pregledovanje rabe tal v treh časovnih stanjih	18
Slika 4: Grafični prikaz analize območij lokacij iz sistematične mreže 500 m × 500 m in primer izračuna deleža rabe tal za izbrani primer.	25

Slika 5: Grafični prikaz analize rabe tal na izbrani lokaciji na sistematični mreži 1000 m × 1000 m.....	26
Slika 6: Shema poteka obračunavanja sprememb rabe tal.....	27
Slika 7: Shema odločanja za opredelitev faktorjev intenzivnosti obdelave F_I , F_{MG} in F_{LU} - velja za območja obdelovalnih površin na mineralnih tleh.	30
Slika 8: Shema odločanja za opredelitev faktorjev intenzivnosti obdelave F_I , F_{MG} in F_{LU} - velja za območja obdelovalnih površin na organskih tleh. Opomba: osnovna metodologija IPCC (LULUCF) za območja mineralnih tal na organskih tleh ne predvideva faktorjev, vendar smo jih kljub temu pripisali, da smo se s tem izognili površinam, ki bi bili na karti intenzivnosti obdelave brez podatka.....	31
Slika 9: Shema odločanja za opredelitev faktorjev intenzivnosti obdelave F_I , F_{MG} in F_{LU} - velja za območja travniških površin na mineralnih ali organskih tleh.	32
Slika 10: Odvisnost Z vrednosti (levo) in avtokorelacije - Moranov indeks (desno) od razdalje za rabo Gozd.....	32
Slika 11: Odvisnost Z vrednosti in avtokorelacije (Moranov indeks) od razdalje za rabo Polja z olesenelimi trajnicami.	33
Slika 12: Odvisnost Z vrednosti in avtokorelacije (Moranov indeks) od razdalje za rabo Polja z enoletnimi pridelki.	33
Slika 13: Odvisnost Z vrednosti in avtokorelacije (Moranov indeks) od razdalje za rabo Travinja z lesnatimi rastlinami.	33
Slika 14 Odvisnost Z vrednosti in avtokorelacije (Moranov indeks) od razdalje za rabo Travinja brez lesnatih rastlin.	34
Slika 15: Odvisnost Z vrednosti in avtokorelacije (Moranov indeks) od razdalje za rabo Mokrišča.....	34
Slika 16: Odvisnost Z vrednosti in avtokorelacije (Moranov indeks) od razdalje za rabo Naselja.	34
Slika 17: Odvisnost Z vrednosti in avtokorelacije (Moranov indeks) od razdalje za Drugo rabo.	35
Slika 18: Matrika napake za leto 2002	36
Slika 19: Matrika napake za leto 2006	37
Slika 20: Matrika napake za leto 2012	38
Slika 22: Stratifikacija Slovenije na območja mineralnih in organskih tal.....	39
Slika 23: Rezultat modela; karta za faktor rabe tal F_{LU} (izsek).	41
Slika 24: Rezultat modela; karta za faktor obdelave oz. upravljanja zemljišč F_{MG} (izsek).....	42
Slika 25: Rezultat modela; karta za faktor vnosa organske snovi oz. ogljika F_{LU} (izsek).	42

1 Razvoj metodologije za spremljanje sprememb rabe tal za celotno območje Slovenije

1.1 Izhodišča

Podlaga za obračunavanje emisij oz. ponorov TGP so podatki o površinah zemljišč. V praksi države uporabljajo različne metode vključujoč letne popise, periodična snemanja in daljinsko zaznavanje za pridobitev podatkov o površinah (IPCC 2003). Ne glede na to, da so danes na voljo različni podatkovni viri, npr. podatki vzorčnih inventur, satelitski posnetki, podatki različnih letalskih snemanj (Hočevar in sod. 2006) ter različnih statističnih raziskovanj, se marsikatera država, ki je vključena v UNFCCC/KP poročanje, še vedno spopada s problemi ustreznosti, konsistentnosti, popolnosti in transparentnosti pristopa prikazovanja oz. spremljanja površin rabe tal in sprememb rabe tal v času.

Slovenija v poročanju UNFCCC v sektorju LULUCF za prikazovanje površin rabe tal in sprememb rabe tal po Navodilih (IPCC 2003) uporablja tretji pristop. V skladu z njim se predvideva, da je celotna površina države razdeljena na prostorske podenote, mrežo celic, oz. mrežo manjših poligonov. Od leta 2002 so v Sloveniji za celotno površino države na voljo vektorski podatki o rabi tal, ki jih zajema Ministrstvo za kmetijstvo in okolje (MKO) v okviru Evidence dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (RABA). Vektorski grafični podatki RABA za celo Slovenijo, ki so javno dostopni na portalu MKO, so bili uporabljeni v poročanju za UNFCCC, in sicer za pripravo matrike sprememb rabe tal (na osnovi digitalnih slojev rabe tal iz leta 2002 in 2012) in kot osnova za obračunavanje emisij in ponorov TGP tudi v tistih kategorijah, kjer se raba tal ni spremenila. Za poročanje KP v okviru NIR pa se podatki o površini gozda in o krčitvah uporabljajo na osnovi letnih poročil o gozdovih Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS).

V zvezi z vektorskimi podatki RABA kot tudi s podatki ZGS prihaja v poročanju UNFCCC/KP za sektor LULUCF do več težav. Osrednji problem je matrika sprememb rabe tal, ki je bila zasnovana na osnovi podatkov RABA za potrebe poročanja UNFCCC. Zaradi različnih vzrokov so spremembe rabe tal, kot rezultat preseka digitalnih slojev iz 2002 in 2012, v več primerih nelogične in v naravi nerealne. To potrjuje tudi dejstvo, da je med podatki o površini krčitev za obdobje 2002-2012, ki jih dajejo matrika sprememb rabe tal in podatki ZGS po uradnih evidencah razhajanje v povprečju 10-kratno (Nastran in Žižek Kulovec 2013). Glavni vzrok nerealnih sprememb rabe tal je metodologija določanja posameznih nacionalnih kategorij oz. razredov rab in zajem podatkov, saj sta se le-ta s časom zaradi potreb prilagajanja ukrepom skupne evropske politike spreminjala, rezultati pa se sprti niso ustrezno harmonizirali. Drugi vzroki so še: ukinitve nekaterih razredov rab zemljišč in uvedba novih, slabša kvaliteta zlasti starejših (črno-belih) ortofoto posnetkov, subjektivna fotointerpretacija, topološke napake v mejah poligonov itn. zaradi česar podatki RABA ni mogoče neposredno uporabiti za analizo sprememb rabe zemljišč (Miličič in Udovč 2012). Vendar je na tem mestu treba opozoriti, da osnovni namen sistema RABA ni bil vzpostavljen za analiziranje sprememb rabe tal kot take, ampak za uvajanje skupnega administrativnega kontrolnega sistema v okviru Evropske skupnosti za nadzor nad subvencijami v kmetijstvu. Na problem ustreznosti priprave matrike

sprememb rabe tal že dlje časa opozarjajo mednarodni revizorji iz Sekretariata UNFCCC (ERT) v revizijah nacionalnega poročila o emisijah TGP. Zaradi posebnosti zbiranja podatkov pa inventure ZGS ne dajejo zanesljive slike stanja gozdov v Sloveniji (Hočevar in sod. 2006), saj odražajo stanje gozdov, ki je brez upoštevanja starosti posnetkov, poprečno staro 5 let, zato so npr. podatki o površini gozda in lesni zalogi običajno podcenjeni. Podobna slika je tudi na področju kmetijskih tal, kjer Slovenija nima vzpostavljenega organiziranega in rednega spremljanja (monitoringa) rabe in stanja tal na kmetijskih površinah. Slednje imajo zaradi uvedbe sistema GERK sicer zelo dobro vodeno evidenco rabe tal na posameznih obdelovalnih enotah ter s tem posledično tudi evidenco zgodovine rabe (od 2002), kljub temu pa evidence sistemov GERK in RABA nista površinsko povsem usklajeni.

Cilji tega sklopa so bili:

- analizirati metodologijo zajema dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč, vključno s pregledom definicij,
- harmonizirati nacionalno klasifikacijo rabe tal s tistima na mednarodni ravni (FAO, UNFCCC) po ustreznih merilih in
- pripraviti protokol za spremljanje rabe tal.

1.2 Metode dela

1.2.1 Analiza metodologije zajema dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč

V prvem koraku smo podrobneje analizirali vse dosedanje Interpretacijske ključne, ki so izšli od leta 2002 dalje pod okriljem Službe za register kmetijskih gospodarstev, Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. V Interpretacijskih ključih je podrobno opisana metodologija zajema dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč, poleg tega pa so navedene tudi definicije nacionalnih kategorij oz. razredov rabe tal.

Konec avgusta 2014 smo kontaktirali vodjo Službe za register kmetijskih gospodarstev s prošnjo za posredovanje Interpretacijskih ključev. Služba nam je posredovala 9 Interpretacijskih ključev. Zadnji od teh je izšel 8. oktobra 2013, v njem pa je na zadnji strani naveden tudi splošen opis in datum sprememb.

V Interpretacijskih ključih smo pregledali nabor razredov rabe tal in le-te primerjali med leti. Poleg tega smo med leti analizirali tudi merila, splošna pravila za zajem rabe in definicije posameznih razredov rabe tal ter večja odstopanja zabeležili.

Pregled meril, pravil zajema rabe in definicij je pomemben zaradi kasnejših primerjav in razumevanja interpretacije rabe tal v okviru sistema Evidence dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (Raba), saj smo na osnovi rezultatov projekta želeli pripraviti tudi priporočila za izboljšanje interpretacije in metode ugotavljanja sprememb rabe tal. Pregled meril je bil nujen tudi za izvedbo harmonizacije v naslednjem koraku. Na podlagi harmonizacije meril smo na vzorčni mreži preverili prostorske podatke iz sistema Raba.

1.2.2 Harmonizacija meril za določanje zemljišč in ocenjevanje njihovih sprememb

V okviru tega projekta smo se dogovorili, da bomo pri fotointerpretaciji obdržali nacionalne razrede rabe tal. Ker je projekt v osnovi namenjen izboljšanju kakovosti poročanja, smo želeli šifrant rabe tal prilagoditi tako, da bi bili rezultati potencialno uporabni za različne namene. Zato smo poleg nacionalne upoštevali še nomenklaturu UNFCCC po Navodilih dobre prakse (IPCC 2006) in FAO (2012). Šifrant rabe tal smo prilagodili tako, da smo nekatere nacionalne razrede razdelili na dva ali več podrazredov, dodali pa smo tudi nekatere nove razrede za potrebe poročila FRA oz. razvrščanja rabe tal po klasifikaciji FAO. Zatem smo izvedli harmonizacijo meril za uskladitev razredov rabe tal, kar je kasneje omogočalo naknadno reklasifikacijo vseh razredov za uvrstitev v kategorije in podkategorije UNFCCC, ki jih določajo Navodila IPCC.

Pri težavnejših primerih smo upoštevali tabele (preglednica 1 in 2) za pomoč pri razlikovanju med dejanskimi rabami (Interpretacijskih ključ, 2013), oblikovali pa smo tudi logično odločitveno preglednico. Po harmonizaciji definicij smo izvedli uvodni tečaj za uskladitev interpretatorjev.

Preglednica 1: Tabela za pomoč pri razlikovanju med dejanskimi rabami 1300, 1410, 1500, 2000

Merila	Trajni travniki 1300	Zemljišče v zaraščanju 1410	Drevesa in grmičevje 1500	Gozd 2000
Obdelovalne površine	da	ne	ne	ne
Drevesa razporejena posamič	da	da	ne	>75%
Skupine dreves	ne	ne	da	>75%

Preglednica 2: Tabela za pomoč pri razlikovanju med dejanskimi rabami 1321, 4100, 4220, 1410

Merila	Barjanski travnik 1321	Barje 4100	Ostala zamočvirjena zemljišča 4220	Zemljišče v zaraščanju 1410
Uporabljan za košnjo, ali pašo	da	ne	ne	ne
Prisotnost vodnih rastlin (phragmites, typha)	da	da	ne	>75%
Gostota ne-vodnih rastlin >50%	ne	ne	da	>75%

1.2.3 Priprava protokola za spremljanje rabe tal

Preden smo začeli s fotointerpretacijo, smo pripravili protokol za spremljanje rabe tal. Tega smo kasneje v sodelovanju z opažanji interpretatorjev nadgrajevali, da bi bila interpretacija čim bolj tekoča in skladna. Namen protokola je opisati korake in postopke za ocenjevanje oz. določitev rabe tal na osnovi DOF-ov in točkovnega načina interpretacije na sistematični mreži teoretičnih koordinat v relativno enostavnem pregledovalniku. S protokolom smo določili korake in postopke pravil, s katerimi smo zagotovili, ne le večjo usklajenost med

interpretatorji, ampak tudi kakovost in nadzor nad kakovostjo izvajanja fotointerpretacije, pa tudi njeno časovno učinkovitost. V nekaterih vedah se je uveljavil t. i. standardni operativni postopek (SOP), ki ima enak namen kot v našem primeru protokol.

1.3 Rezultati

1.3.1 Interpretacijski ključi

V obdobju 2002-2013 je Služba za register kmetijskih gospodarstev izdala 9 Interpretacijskih ključev. Z zeleno barvo so označeni razredi dejanske rabe, ki so prisotni skozi celotno obdobje (preglednica 3). Teh razredov je 19 od skupno 29.

Preglednica 3: Razredi dejanske rabe po Interpretacijskih ključih v obdobju 2002-2013

Šifra dejanske rabe	Nov 2002	Sep 2004	Sep 2005	Okt 2006	Maj 2008	Jan 2009	Jan 2010	Jan 2011	Okt 2013
1100	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1130	x	x	✓	x	x	x	x	x	x
1160	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1180	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1190	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1211	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1212	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1221	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1222	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1230	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1240	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1300	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1310	✓	x	x	x	x	x	x	x	x
1321	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1322	✓	x	x	x	x	x	x	x	x
1330	x	x	✓	x	x	x	x	x	x
1410	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1420	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1500	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1600	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1800	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2000	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3000	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4100	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4210	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4220	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5000	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6000	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7000	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Posebnost ključa iz leta 2002 sta bila razreda intenzivni travniki (1310) in ekstenzivni travniki (1322). Razreda sta bila kasneje združena v razred trajni travniki (1300). Razred začasni travniki (1130) je bil sicer uveden v letu 2005, vendar je bil že leto kasneje opuščen. Gre za travnate površine v okolici njiv, ki so bile kasneje uvrščene v razred trajni travniki oz. njive, če se je

izkazalo, da gre za površine v prahi. Podobno velja za razred gorski pašniki (1330), ki je bil prisoten le v letu 2005, kasneje pa so gorske pašnike in travnike uvrstili v trajne travnike. Posebnost ključa iz leta 2005 je tudi ta, da so bili uvedeni še razredi trajne rastline na njivskih površinah (1180), rastlinjak (1190), neobdelano kmetijsko zemljišče (1600) in kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem (1800). Razred matičnjak (1212) je edini razred, ki je bil na novo uveden v letu 2006. Z letom 2006 dejansko rabo kmetijskih in gozdnih zemljišč sestavlja 25 razredov (preglednica 3, svetlo in temnozeleno barva), ta niz pa se kasneje ni več spreminjal.

Treba je opozoriti, da so se v Interpretacijskih ključih spreminjale tudi definicije, tj. opisi posameznih razredov, pa tudi merila (npr. minimalna površina, pokrovnost idr.) in pravila za zajem dejanske rabe. Razlog je predvsem ta, da se je metodologija zajema prilagajala potrebam in zahtevam skupne kmetijske politike. To je razumljivo, saj Evidenca dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč primarno ni namenjena spremljanju rabe tal in njenih sprememb, temveč nadzoru nad upravičenostjo dajanja subvencij v kmetijstvu.

Zaradi kasnejših primerjav rezultatov projekta s sloji RABA na tem mestu predstavljamo le rezultate, ki so relevantni za presečna stanja 2002, 2006 in 2012. Pod drobnogled smo vzeli tri tipične vrste rabe tal, in sicer njive, travnike in gozd, ki skupaj pokrivajo več kot tri četrtine ozemlja Slovenije.

V razredu njive (1100), ki se je prvotno imenoval njive in vrtovi, je bila leta 2002 minimalna površina zajema 5000 m², kasneje leta 2006 in 2012 pa 1000 m². To sicer velja tudi za razreda 1300 in 2000. V razredu njive, je v letu 2006 omenjena časovno omejitev 5 letih za kolobar. V primeru, da je površina porasla s travno rušo in ni preorana v tem obdobju, se je uvrstila v trajni travnik. To je pomemben kriterij, ki smo ga upoštevali tudi pri interpretaciji rabe tal v tem projektu.

V letu 2002 se je definicija travnikov bistveno razlikovala od tistih v 2006 in 2012 (ključ Januar 2011). Zaradi tega so se v razred ekstenzivni travniki (1322) uvrstile marsikatero površine, ki bi jih sicer po kasnejših merilih uvrstili v razred kmetijsko zemljišče v zaraščanju (1410) oz. v primeru večje pokrovnosti v razred drevesa in grmičevje (1500). V razredu trajni travniki je v letu 2006 opaziti merilo »50 dreves na hektar«, ki ga Interpretacijski ključ iz leta 2002 še ni definiral. To merilo je pomembno tudi za razlikovanje trajnih travnikov od razreda kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem (1800), za katerega je določena meja več kot 50 dreves na hektar. Kot dodatno se je v ključu iz leta 2011 pojavilo tudi merilo glede pokrovnosti, ki določa, da je pokrovnost travinja vsaj 80 %, pokrovnost drevesnih krošenj oz. grmov pa je manjša od 75 %. Ne glede na ta merila je v slojih RABA še vedno opaziti nedoslednosti pri zajemu razredov 1300, 1410 in 1800. Problem je tudi pri neupoštevanju merila minimalna površina. Veliko poligonov znotraj prevladujoče rabe je izločenih, čeprav ta raba ne dosega minimalnega praga. Tak primer je npr. raba drevesa in grmičevja (1500) znotraj razreda trajni travniki. Razumljivo je, da so te površine izločene v prostorskih slojih zemljišč v uporabi kmetijskih gospodarstev (GERK), saj niso upravičene za subvencije v kmetijstvu. Čeprav je

znano, da so prostorski sloji RABA podlaga za sloje GERK, je nerazumljivo, zakaj se, neodvisno od tega, ti manjši poligoni naknadno ne združijo s prevladujočo rabo.

Slovenska definicija gozda je dokaj ohlapna. Interpretacijski ključ iz leta 2002 sicer v grobem povzema definicijo gozda po Zakonu o gozdovih (1993), ki določa: »Gozd je zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem v obliki sestoja ali drugim gozdnim rastjem, ki zagotavlja katero koli funkcijo gozda. Gozd po tem zakonu so tudi vsa zemljišča v zaraščanju, ki so kot gozd določena v prostorskem delu gozdnogospodarskega načrta. Po tem zakonu niso gozd posamično gozdno drevje ali skupine dreves na površinah do 5 arov.« Podrobneje je bil gozd opredeljen v Pravilniku o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih (1998), ki v 32. členu določa: »V gozd se uvrščajo tudi kmetijska zemljišča v zaraščanju, če se zadnjih 20 let niso uporabljala v kmetijske namene in je pokrovnost gozdnega drevja oziroma drugega gozdnega rastja na njih presegla 75 %, pri čemer se površine, večje od 0,5 ha, obravnavajo po delih, velikih 0,5 h.« Da navedena definicija pušča precejšnjo možnost subjektivne presoje ugotavljata že Hočevar in Kobler (2001), ki poleg tega navajata, da opredelitve za definicijo gozda niso bile usklajene z definicijo FAO in z evropsko metodologijo, npr. CORINE. Glede na navedbe zakona bi lahko razumeli, da je minimalna površina gozda 5 arov (0,05 ha) in pokrovnost vsaj 75 %. Vendar ni čisto jasno, ali se navedbe nanašajo le na zaraščajoče površine ali na splošno na gozd. V zvezi s tem je treba še poudariti, da za razred gozd in ostale poraščene površine, ključ določa minimalno površino gozda 5000 m² (0,5 ha), pod gozd pa uvršča tudi zemljišča poraščena z rušnato vegetacijo (pritlikave olesenele rastline: *Pinus mugo*, *Rhodotamnus* sp., *Rhododendron* sp.) s pokrovnostjo vsaj 75 %.

Medtem ko se definicija gozda v Interpretacijskem ključu iz leta 2006 ni bistveno spremenila, pa Zakon o spremembah in dopolnitvah zakona o gozdovih (2007) določa gozd kot zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem v obliki sestoja, ki lahko doseže višino najmanj 5 metrov in ima površino najmanj 0,25 hektarja. Sprememba o minimalni površini 0,25 ha je bila usklajena in potem uvedena prvič v Interpretacijskem ključu iz leta 2008. Poleg pokrovnosti oz. zastiranja, minimalne površine gozda in minimalne drevesne višine, je pomemben kriterij za opredelitev gozdne površine tudi minimalna širina gozda (Bončina in sod., 2011, Vidal in sod., 2008). Čeprav je praksa tujih držav, da določijo minimalni prag arbitrarno, npr. 25 m (Švica), naš zakon tega eksplicitno ne opredeljuje. Po drugi strani pa zakon določa, da so gozd tudi obrečni in protivetrni pasovi, širši od ene drevesne višine odraslega drevja, na površini najmanj 0,25 hektarja. Težava je v tem, ker ne vemo, če se določilo nanaša le na samostojne objekte ali tudi na pasove oz. oblike zaplat, ki so del gozdnega roba. Poleg tega se se drevesna višina odraslega drevja zelo razlikuje. Slednja je lahko na Pokljuki 30 m in več, medtem ko je npr. na Krasu 20 m ali manj. Čeprav se osnovni kriteriji za opredelitev gozda do danes niso spremenili, pa je skladno z razvojem Interpretacijskih ključev vedno več informacij in pojasnil, na podlagi katerih se interpretator pri zajemu rabe lažje odloča, kaj uvrstiti v gozd in kaj ne. S tem se izboljšuje kakovost navodil in posledično tudi kakovost podatkov.

Konsistentnost v definiciji gozda je pomembna tudi z vidika poročanja različnim mednarodnim organizacijam. Verjetno najširše sprejeta definicija gozda, po kateri države pogosto poročajo

podatke o površini gozda države, je definicija Organizacije Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (FAO). Čeprav definicija jasno določa kriterije, kot so minimalna površina, pokrovnost in drevesna višina, zopet določba glede minimalne širine ni povsem jasna. V pojasnjevalnih opombah definicija gozda po FAO (FRA, 2015) vključuje tudi protivetrne, druge zaščitne pasove in koridorje dreves s površino vsaj 0,5 ha in širino vsaj 20 m. Pri tem ni jasno ali to velja za samostojne objekte ali za gozd na splošno. Poleg drugih določil ta definicija v gozd vključuje tudi gozdne plantaže, kar to ne velja za definicijo po Zakonu o gozdovih. Zato je v mednarodnem poročanju pomembno, da se vzame v obzir vse posebnosti definicij. Tako je npr. v poročanju za Kjotski protokol Slovenija definirala, da ima gozd minimalno površino 0,25 ha, sklep 30 % in drevesno višino vsaj 2 m, kar ni skladno z nacionalno oz. tisto po FAO, še vedno pa v okviru zahtevanih meja (preglednica 4).

Preglednica 4: Definicije gozda po Zakonu o gozdovih, Organizaciji Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (FAO) in Kjotskem protokolu

	Slovenija	FAO	*Kjotski protokol
Min. površina (ha)	0,25	0,5	0,25 (0,05-1)
Min. pokrovnost (sklep, %)	/	10	30 (10-30)
Min. drevesna višina (m)	5	5	2 (2-5)
Min širina (m)	(drevesna višina)	(20)	/

*Opomba: vrednosti v oklepaju so mejne, zunaj oklepaja pa tiste, ki jih je za Kjotski protokol izbrala Slovenija

1.3.2 Harmonizacija razredov rabe tal z nomenklaturo UNFCCC in FAO

Šifrant rabe tal za potrebe projekta smo harmonizirali s kategorijami in podkategorijami UNFCCC in FAO, pri čemer smo upoštevali merili minimalna površina in pokrovnost (preglednica 5). Šifrant obsega 35 razredov, ki jih lahko uvrstimo v 6 kategorij oz. 8 podkategorij UNFCCC in 4 kategorije oz. 5 podkategorij FAO. Nomenklatura UNFCCC obsega naslednje kategorije in podkategorije rabe tal:

1. Gozdovi (ang. *Forest land* - FL)
2. Polja (ang. *Cropland* - CL):
 - Polja z enoletnimi pridelki (ang. *Cropland annual* - CL_a)
 - Polja s olesenelimi trajnicami (ang. *Cropland woody* - CL_w)
3. Travinja (ang. *Grassland* - GL)
 - Travinja brez lesnatih rastlin (ang. *Grassland annual* - CL_a)
 - Travinja z lesnatimi rastlinami (ang. *Grassland woody* - CL_w)
4. Mokrišča (ang. *Wetlands*)
5. Naselja (ang. *Settlements*)
6. Druga raba (ang. *Other land*)

Nomenklatura FAO sestavlja naslednje kategorije in podkategorije:

1. Gozd (ang. *Forest*)
2. Druga gozdna zemljišča (ang. *Other wooded land*)
3. Druga zemljišča (ang. *Other land*):
 - Druga zemljišča brez pokrova dreves (ang. *Other land with no tree cover* - OLwNoTC)
 - Druga zemljišča s pokrovom dreves (ang. *Other land with tree cover* - OLwTC)
4. Celinske vode (ang. *Inland water bodies* - IWB)

Preglednica 5: Harmoniziran šifrant rabe tal projekta po merilih in v skladu z nomenklaturo UNFCCC in FAO

Raba_koda	Raba_ime	Min površina (m ²)	Pokrovnost	UNFCCC pod-kategorija	FAO pod-kategorija	FAO kategorija
1100	Njiva	1000		CL_a	OLwNoTC	OTHER LAND
1160	Hmeljišče	500				
1190	Rastlinjak	25				
1180	Trajne rastline na njivskih površinah	1000		CL_w		
1211	Vinograd	500				
1212	Matičnjak	500				
1221	Intenzivni sadovnjak	1000				
1222	Ekstenzivni oziroma travniški sadovnjak	1000	>50 dr./ha			
1230	Oljčnik	500				
1240	Ostali trajni nasadi	500		GL_a		
1300	Trajni travnik	1000	brez dreves			
1321	Barjanski travnik	1000		GL_w		
1600	Neobdelano kmetijsko zemljišče	1000				
1301	Trajni travnik, deloma pokrit z lesnatimi vrstami	1000	<50 dr./ha			
1410	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	1000	20-75%			
1420	Plantaža gozdnega drevja	1000				
1500	Drevesa in grmičevje	1000	>75%			
1800	Kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem	1000	travinje >80%, lesnatih <75%, >50 dr./ha	FL		
2000	Gozd	2500		SL		
3000	Pozidano in sorodno zemljišče	25		WL		
4100	4100 - Barje	5000				
4210	4210 - Trstičje	5000				
4220	4220 - Ostalo zamočvirjeno zemljišče	5000				
5000	Suho odprto zemljišče s posebnim rastlinskim pokrovom	5000	<75%	OL		
6000	Odprto zemljišče brez ali z nepomembnim rastl. pokrovom	5000				
1241	Kmetijsko zemljišče z lesnatimi vrstami_FAO	5000		CL_w	OLwTC	
3001	Pozidano in sorodno zemljišče z lesnatimi vrstami_FAO	5000	>10%	SL		
1302	Trajni travnik, deloma pokrit z lesnatimi vrstami_FAO	5000	>10%	GL_w	OWL	OTHER WOODED LAND
1801	Kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem_FAO	5000	>5%			
5001	Suho odprto zemljišče s posebnim rastlinskim pokrovom_FAO	5000	>10%			
1411	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju_FAO	5000	>10%	GL_w	F	FOREST
1421	Plantaža gozdnega drevja_FAO	5000	>10%			
1501	Drevesa in grmičevje_FAO	5000	>10%			
2001	Gozd_FAO	5000	>10%	FL	IWB	INLAND WATER BODIES
7000	Voda	25		WL		

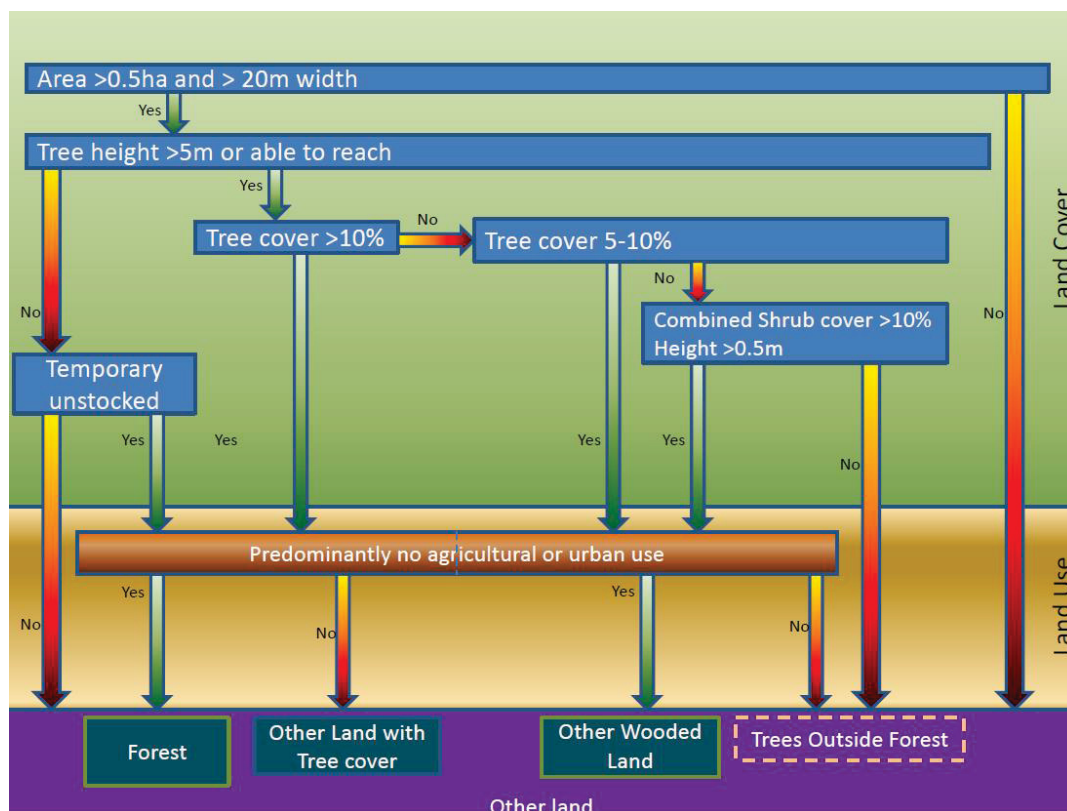
Velja omeniti, da se nomenklatura UNFCCC navezuje na Navodila IPCC (2006), kar pomeni, da države lahko za poročanje uporabilo svoje nacionalne definicije. Ta navodila ne opredeljujejo

minimalnih meril za uvrstitev določene rabe v osnovne kategorije, pač pa dajejo priporočila katere vrste rabe so značilne. Obratno nomenklatura FAO določa minimalno površino za zajem kategorij (5000 m²) in prag pokrovnosti, ki je po večini 10 %.

V pomoč pri interpretaciji je bila logična odločitevna preglednica (preglednica 6) in odločitevno drevo za kategorije FAO (slika 1).

Preglednica 6: Logična odločitevna preglednica za kontrolo in pomoč pri interpretaciji

Raba_koda	Prehod v to rabo je vprašljiv	Raba_ime
1100	1321, 2000, 2001, 4100, 4210	Njiva
1160	1321, 2000, 2001, 4100, 4210	Hmeljišče
1180	1321, 2000, 2001, 4100, 4210	Trajne rastline na njivskih površinah
1190	1321, 2000, 2001, 4100, 4210	Rastlinjak
1211	1321, 2000, 2001, 4100, 4210	Vinograd
1212	1321, 2000, 2001, 4100, 4210	Matičnjak
1221	1321, 2000, 2001, 4100, 4210	Intenzivni sadovnjak
1222	1321, 2000, 2001, 4100, 4210	Ekstenzivni oziroma travniški sadovnjak
1230	1160, 1222, 1321, 2000, 2001, 4100, 4210	Oljčnik
1240	1321, 2000, 2001, 4100, 4210	Ostali trajni nasadi
1241	1321, 2000, 2001, 4100, 4210	Kmetijsko zemljišče z lesnatimi vrstami_FAO
1300	1321, 2000, 2001, 4100, 4210	Trajni travnik brez lesnatih vrst
1301	1321, 2000, 2001, 4100, 4210	Trajni travnik, deloma pokrit z lesnatimi vrstami
1302	1321, 2000, 2001, 4100, 4210	Trajni travnik, deloma pokrit z lesnatimi vrstami_FAO
1321	1160, 1211, 1230, 2000, 2001, 3000, 3001	Barjanski travnik
1410	1321, 4100, 4210	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju
1411	1321, 4100, 4210	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju_FAO
1420	2000, 2001, 4100, 4210	Plantaža gozdnega drevja
1421	2000, 2001, 4100, 4210	Plantaža gozdnega drevja_FAO
1500	4100, 4210	Drevesa in grmičevje
1501	4100, 4210	Drevesa in grmičevje_FAO
1600	2000, 2001,	Neobdelano kmetijsko zemljišče
1800	4100, 4210	Kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem
1801	4100, 4210	Kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem_FAO
2000	1222, 1321, 1420, 1421, 4100, 4210	Gozd
2001	1222, 1321, 1420, 1421, 4100, 4210	Gozd_FAO
3000	2000, 2001, 4100, 4210, 4220,	Pozidano in sorodno zemljišče
3001	2000, 2001, 4100, 4210, 4220,	Pozidano in sorodno zemljišče z lesnatimi vrstami_FAO
4100	1160 – 1230, 1300 – 1302, 1410-1801, 5000, 5001, 6000	Barje
4210	1100 – 1302, 1410 – 1501, 1800, 1801,	Trstiče
4220	1190 -1240 , 2000, 2001, 5000, 5001, 6000	Ostalo zamočvirjeno zemljišče
5000	1100 – 1240, 2000, 2001, 4100, 4210, 4220	Suho odprto zemljišče s posebnim rastlinskim pokrovom
5001	1100 – 1240, 2000, 2001, 4100, 4210, 4220	Suho odprto zemljišče s posebnim rastlinskim pokrovom_FAO
6000	1100 – 1421, 1800 – 2001, 4100 - 4220	Odprto zemljišče brez ali z nepomembnim rastl. pokrovom
7000	2000, 2001	Voda



Slika 1: Odločitveno drevo za pomoč pri interpretaciji kategorij in podkategorij FAO (Oliveira Dinis in sod., 2012)

1.3.3 Protokol za spremljanje rabe tal

V tem projektu je protokol metodologije za spremljanje rabe zajemal naslednje korake:

Uvodni tečaj za usklajevanje interpretatorjev - na tečaju je sodelovalo 6 interpretatorjev, ki so v projektu kasneje izvajali fotointerpretacijo. Podrobneje je bil predstavljen spletni pregledovalnik (<http://www.zdravgozd.si/projekti/lulucf/>), prilagojen točkovni fotointerpretaciji, vključno z obrazložitvijo vseh orodij (uporaba merila, merjenje razdalj in površin, spustni seznam, shranjevanje idr.) in razpoložljivih podatkovnih virov (sloji Landsat in RABA). Predstavljen je bil šifrant rabe tal z vsemi posebnostmi razredov (minimalna površina, pokrovnost). Poudarek je bil na ločevanju gozdnih in negozdnih rab in razlikovanju njiv in travnikov, pri čemer so bile interpretatorjem predstavljene tudi preglednice in odločitveno drevo za pomoč pri interpretaciji.

Interpretacija rabe - postopek interpretacije je bil sledeč; i) prijava uporabnika v aplikacijo oz. pregledovalnik, ii) interpretacija rabe tal s točkovnim vzorčenjem (Trachsler, 1981) na mreži 1 km × 1 km za presečna stanja 2002, 2006 in 2012 s spustnega seznama na enem zaslonu, iii) shranjevanje zapisa v podatkovno bazo. Pogled presečnih stanj na enem zaslonu je omogočala hkratno interpretacijo za presečna stanja. V tem vidimo prednost, saj interpretator vidi preteklo in prihodnje stanje rabe. To je pomembno pri ocenjevanju kmetijske rabe, zlasti pri ocenjevanju trajnih travnikov in njiv v prahi. V posebnih primerih je interpretator uporabil

orodje pomožna površina (500, 1000, 2500 in 5000 m²) za predstavo o velikosti površine ali za oceno pokrovnosti.

Naknadno usklajevanje interpretatorjev - vsak interpretator si je pri interpretaciji zapisoval težavnejše primere. Po določenem času so se interpretatorji zopet sestali in primere predstavili. Preko diskusije in včasih ob pomoči zunanjih podatkovnih virov (npr podatki GERK) so bili ti primeri interpretirani po skupnem konsenzu.

Zagotavljanje in nadzor kakovosti (QA/QC) - pregledovalnik za spremljanje rabe tal je bil programiran tako, da je bil izbor vzročne točke naključen. S tem smo se izognili temu, da bi določen interpretator bil podvržen le določeni rabi, ki je specifična za regijo (npr. kmetijska raba v Prekmurju ali gozd na Kočevskem), s tem pa smo zagotovili, da se je interpretator čim prej prilagodil na različne vrste rabe. Poleg tega smo v pregledovalnik vključili algoritem za kontrolo, kar pomeni, da sta 5 % točk nevede interpretirala vsaj dva interpretatorja. S tem se je vršil nadzor, kako usklajena je ekipa interpretatorjev. Pregledovalnik je poleg tega omogočal, da so se lahko vmesni rezultati interpretacije sproti izvozili izvozili v obliki datoteke v formatu CSV.

Čiščenje podatkov - po koncu interpretacije je sledilo čiščenje podatkov. Najprej smo iz baze izločili vse dvojne zapise. Tipoloških napak v zapisih ni bilo, saj so bili le-ti izbrani s spustnega seznama. Potem smo preverili ali se zapisi v grobem skladajo z naravnimi značilnostmi Slovenije na ravni NUTS3 regij (npr. večji delež gozda v Jugovzodni Sloveniji, večji delež njiv Pomurski regiji itd.).

Izračun matrik sprememb rabe tal - ko je bila podatkovna baza pripravljena za obdelavo, smo izračunali matrike sprememb rabe tal, in sicer za obdobje 2002-2006 in 2006-2012. To smo naredili z uporabo enostavne sintaskte, ki smo jo programirali v ta namen. Najprej smo izračunali matriko sprememb rabe tal, upoštevajoč razrede po šifrantu projekta. Te smo zatem združili po klasifikaciji UNFCCC in FAO in tvorili nove matrike sprememb rabe tal, pri čemer smo z agregiranjem dobili prehode rabe tal na višji ravni (npr. kategorija Polja).

Preverjanje rezultatov - ko so bile osnovne matrike izračunane, smo rezultate zopet preveril. Pri tem smo se poslužili logičnih kontrol, s katerimi smo preverjali prehode posameznih rab. Tako smo najprej določili pogoje za spremembe rabe, ki niso verjetne (npr. sprememba naselij v gozd), take ki so malo verjetne (npr. sprememba zaraščajočih površin v gozdne plantaže) in take, ki so manj verjetne, a v naravi možne (npr. sprememba gozda v vode). Matrike smo prilagodili glede na popravke.

2 Testiranje metodologije in korekcija matrike sprememb rabe tal

2.1 Izhodišča

Med analizami sprememb rabe tal do leta 2002 za območje celotne Slovenije gre izpostaviti dela Medveda (1970), Gabrovca in Kladnika (1997) ter slednjih dveh avtorjev in Petka (2001), ki so preučevala spremembe rabe tal po enotni metodologiji na podlagi podatkov o površini zemljiških kategorij iz zemljiškega katastra, združenih na ravni katastrskih občin za različna časovna obdobja (Petek 2002). Za analizo sprememb rabe tal so potrebni podatki za posamezne kategorije rabe tal. Pred tem časom sicer lahko zasledimo številne druge študije, ki primerjajo rabo tal od 19. stoletja dalje, vendar je bil takrat osnovni vir podatkov franciscejski kataster. Za resnejše analize sprememb rabe tal danes uporaba zemljiškega katastra, s katerim upravlja Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS) ni primerna, saj se podatki o dejanskih spremembah rabe v njem ne ažurirajo dovolj hitro (Gabrovec in Kladnik 1997), njegova položajna natančnost je neustrezna (Miličič in Udovč, 2012), poleg tega pa je parcela najmanjša površinska enota, na kateri se beleži rabo tal (Nastran in Žižek Kulovec 2013). Vir podatkov o rabi tal in oceni pokrovnosti pred letom 2002 sta bila tudi projekta CORINE CLC, v sklopu katerih so bile na podlagi satelitskih posnetkov po enotni evropski metodologiji izdelane karta rabe tal (1996) in karta rabe tal ter karta spremembe rabe tal (2000) (Hočevar in sod., 2006). Te karte in tisto iz leta 2006, je pripravila Evropska okoljska agencija (EEA), vendar je za spremljanje rabe tal v Sloveniji pregroba (Švab Lenarčič, 2009). Po letu 2002 za natančnejše podatke o rabi tal v Sloveniji uporabljamo digitalni ortofoto (DOF), ki temelji na letalskih posnetkih in je osnova za nastanek različnih digitalnih prostorskih podatkovnih baz in slojev. To so podatki o rabi tal, ki se vodijo z Evidenco dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (RABA), ki s 1. julijem 2013 postaja tudi osnovni vir za opredelitev dejanske rabe parcel v zemljiškem katastru (Nastran in Žižek Kulovec, 2013), skladno z Zakonom o ugotavljanju katastrskega dohodka (2011).

Z razvojem tehnologij daljinskega zaznavanja in geografskih informacijskih sistemov (GIS) je danes na voljo vrsta metod za analiziranje spremembe rabe tal (Selcuk, 2008). Hkrati so te tehnologije učinkovita orodja za pridobitev natančne in pravočasne informacije o prostorski razporeditvi sprememb rabe tal na večjih območjih (Rogan in Chen, 2004). Pri tem odkrivanje teh sprememb običajno vključuje uporabo letalskih posnetkov v časovnih serijah, topografskih kart ali satelitskih posnetkov območja raziskave, na osnovi katerih lahko z vizualno interpretacijo ali obdelavo digitalnih posnetkov ustvarimo različne karte rabe tal. Odvisno od vrste prostorskih podatkov in oblike zapisa (vektorski, rastrski), ki so na razpolago, se za analiziranje sprememb rabe tal uporabljajo različne metode oz. tehnike. Pri tem prihaja do položajne netočnosti mej poligonov v različnih kategorijah; v vektorskem zapisu podatkov so problemi znani kot »sliverji«, to so razlike v mejah poligonov, katerih interpretacija je dvomljiva. V drugo skupino pa uvrščamo probleme, ki izhajajo iz napak pri določanju kategorij, pri čemer so odkrite spremembe, ki se v resnici v naravi niso zgodile.

Za odkrivanje površinskih sprememb v rabi tal oz. pokrovnosti se veliko držav poslužuje vzorčenja, tj. na osnovi mreže vzorčnih točk na letalskih posnetkih (npr. Švica, Francija, Švedska, Norveška), pri čemer kot sekundarni vir podatkov uporabljajo tudi satelitske posnetke. Veliko takih vzorčenj poteka na vzorčnih mrežah nacionalnih gozdnih inventur, kjer se določene informacije preverjajo tudi na terenu. Tako se površine in površinske spremembe gozdov ocenjuje na podlagi treh pristopov: z ocenjevanjem na terenskih vzorčnih ploskvah, z interpretacijo vzorčnih ploskev ali s sistematično mrežo vzorčnih točk na letalskih posnetkih ter z zbiranjem podatkov na kartah rabe prostora in gozdarskih kartah (Lawrence in sod. 2010). Medtem ko večina evropskih držav, ki so sodelovale v akciji COST E43 uporablja prvi in drugi pristop, Slovenija za ocenjevanje površin in površinskih sprememb gozda uporablja tretji pristop (Hladnik in Žižek Kulovec 2012), kar je razumljivo ob načrtovanju na celotni površini gozdov, ne glede na lastništvo.

Cilji tega delovnega sklopa so bili:

- pripraviti podatke in pregledovalnik za fotointerpretacijo in
- izračunati matrike spremembe rabe tla


2.2 Metode dela

2.2.1 Priprava podatkov in pregledovalnika za fotointerpretacijo

Prvi korak za izvedbo interpretacije rabe tal na osnovi aerofotografij je bil priprava podatkov. Z aerofotografijami oz. posnetki iz zraka (običajno z letalom), s katerim se zajemajo topografski podatki in evidentira stanje v prostoru, v Sloveniji razpolaga Geodetska uprava Republike Slovenije. Aerofotografije površja Slovenije se v okviru Cikličnega snemanja sistematično zbirajo že od leta 1975. Kljub temu so bile za potrebe projekta uporabne le digitalne ortofotografije oz. t. i. digitalni ortofoti (DOF), ki z upoštevanjem različnih podatkov in korekcij (npr. podatke o reliefu, nagibu, korekcije zaradi vpliva fotoaparata idr.), odražajo aerofotografije, ki so pretvorjene v ortogonalno projekcijo. Zaradi enotnega merila, pravilne geometrije in položajne natančnosti ima DOF (slika 2) precejšnje prednosti pred klasičnimi aerofotografijami, zato se s pridom uporablja pri vizualni fotointerpretaciji.

Za testiranje metodologije za spremljanje sprememb rabe tal smo uporabili digitalne ortofote, ki so rezultat Cikličnega snemanja Slovenije. Ker je bilo za celotno pokritje Slovenije v različnih obdobjih snemanja potrebnih več let smo določili presečno stanje za prvo in tretje obdobje, in sicer leti 2002 in 2012. V letu 2006 je bilo s snemanji pokrito celotno ozemlje Slovenije. Z večino ortofoti smo že razpolagali, DOF za leto 2014 pa smo dodatno naročili na Geodetski upravi RS.

Ortofote smo namestili v geo-podatkovno zbirko na MS SQL strežniku. Za vsak ortofoto smo pripravili MapService model na strežniku ArcGIS. Za podlago geodb smo izdelali tiling shemo za merila 1:10.000, 1:5.000, 1:2.500 in 1:1.000.

	Tehnične karakteristike ortofota (DOF5)	
	Enota izdelave; dimenzije slike (1 list TTN5)	2250 m x 3000 m
	Prostorski referenčni sistem	Državni koordinatni sistem D48; Gauss-Krügerjeva projekcija Državni koordinatni sistem D96/TM; prečna Mercatorjeva projekcija
	Viri zajema	aerofotografije
	Dolžina talnega intervala aerofotografij za izdelavo ortofotov	0,25 m - DOF025 0,50 m - DOF050 0,50 m - DOF050IR
	Oblika datotek	
	Slika	TIFF format: .TIF MrSID format: .SID
	Podatki o geolokaciji slike	.TFW(TIFF format) .SDW (MrSID format)
	Velikost slike	
	Črno-bela slika	256 sivih tonov, DOF5 27 MB (se ne izdeluje več)
Barvna slika	16 mio barv, DOF025 317 MB; DOF050 80 MB; DOF100IR 20 MB	
MrSID format (barvna slika)	DOF025	

Slika 2: Digitalni ortofoto z opisom tehničnih karakteristik, oblike datotek in velikosti slike (Vir: GURS, 2014)

Za testiranje metodologije preko spleta smo nadgradili obstoječi pregledovalnik za kratkoročne napovedi o zdravju gozdov (dostopen na portalu Varstvo gozdov Slovenije), ki že vsebuje vsa osnovna orodja za fotointerpretacijo, npr. spreminjanje povečave, izbor koordinate, merjenje razdalje itd. (slika 3). Pregledovalnik smo prilagodili tako, da je omogočal hkratni pogled teoretične koordinate (mesta interpretacije) v treh časovnih stanjih (2002, 2006, 2012) in fotointerpretacijo rabe tal po metodologiji, ki je opisana v prvem poglavju.



Slika 3: Aplikacija za hkratno pregledovanje rabe tal v treh časovnih stanjih

Prvotno, kot najavljeno tudi v prijavi, je bilo mišljeno, da bo fotointerpretacija tekla na mreži 500 m × 500 m. Vendar smo zasledili, da nekatere študije iz Švice navajajo, da obstaja pri vzorčenju rabe tal pri razdalji 500 m odvisnost in zaradi tega nevarnost avtokorelacije. Zato so bile teoretične koordinate vzorčnih točk določene na mreži 1 km × 1 km. Pri tem smo ID novih točk s točkami Monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov (MGGE) uskladili zaradi morebitnih kasnejših povezav in analiz. Sloj teoretičnih koordinat smo vgradili v pregledovalnik, ki je nato generiral naključni izbor točk rabe tal. To zagotavlja enakomerno obremenitev interpretatorjev, hitrejše učenje in zaznavanje različnih rab tal. Zaradi zagotavljanja nadzora kakovosti interpretacije smo določili 5% točk, ki sta jih interpretirala vsaj dva interpretatorja.

V pregledovalnik smo vključili obrazec, vključujoč ID zapis (točka), teoretično koordinato (X,Y), ime in priimek uporabnika (šifra), datum zapisa, spustni seznam razredov rabe tal, iskalnik ID zapisa in orodje za prikaz pomožne površine (0, 500, 1000, 2500, 5000 m²).

Podatki o rabi tal so se samodejno shranjevali v podatkovno bazo, ki smo jo lahko kadarkoli izvozili v formatu CSV. Vmesne rezultate smo preverjali in in analizirali v programskem okolju MS Excel. Tako smo v 4 mesecih, kolikor je približno trajala interpretacija izvozili 9 takih datotek z vmesnimi rezultati, ki smo jih sproti preverjali.

Največje težave pri interpretaciji nastopajo pri določitvi kmetijskih oz. obdelovalnih površin. Predvsem so problematična zemljišča, ki so v prahi (kolobarjenje) in izgledajo kot trajni travnik. V zvezi s tem smo se povezali s kolegi s Slovenske akademije znanosti in umetnosti (ZRC SAZU), na kateri je potekal projekt s podobno problematiko. Ker so osnova za njihovo interpretacijo satelitski posnetki Landsat smo jih prosili, da nam posredujejo časovne serije, ki so relevantne za naš projekt (1986-2014). Te posnetke smo primerno obdelali (izločitev oblakov, clustering oz. t. i. nenadzorovana klasifikacija, tvorba referenčnih let itd.), jih združili v sloje, ki pokrivajo celotno ozemlje Slovenije v treh delno prekrivajočih območjih. Landsat karte smo vključili v pregledovalnik in za njihovo uporabo pripravili smernice (Priloga I). Te karte oz. sloje se da uporabiti pri interpretaciji in so mišljene kot pomožno orodje, ko iz DOF-a kmetijske rabe ni mogoče zanesljivo določiti. Pri tem velja opozoriti, da satelitski posnetki ponazarjajo pokrovnost tal na osnovi NDVI vegetacijskega indeksa, medtem ko je naš cilj določiti rabo tal.

2.2.2 Izračun matrik spremembe rabe tal

Fotointerpretacija je bila na 20.253 točkah sistematične vzorčne mreže 1 km × 1 km. Ker je površina Slovenije 20.273 km², to pomeni, da vsaka točka predstavlja dobrih 100 ha površine. Po zaključeni fotointerpretaciji je najprej sledilo čiščenje podatkovne baze, nato pa izračun matrik sprememb rabe tal. Izbrisali smo dvojne zapise in morebitne prazne celice. Ker je bil pregledovalnik zasnovan tako, da je bil razred rabe tal izbran s spustnega seznama, topoloških napak v zapisih ni bilo. Prečiščena baza podatkov o rabi tal za časovna stanja 2002, 2006 in 2012 je bila nato vhodna datoteka za aplikacijo oz. sintakso, ki smo jo posebej za izračun matrik razvili v projektu.

Matrika za obdobje 2002-2006 je vključevala vse razrede projektne nize rabe tal. To pomeni, da je bila matrika dimenzij 35×35 . Ker so bili razredi vnaprej harmonizirani, smo zato le-te lahko reklasificirali po nacionalni, UNFCCC in FAO klasifikaciji. Razrede smo agregirali, s čimer smo dobili matrike manjših dimenzij, in sicer 22×22 , 6×6 in 4×4 glede na klasifikacije. Točke so bile ponder za izračun površin posameznih kategorij rabe tal. Po enakem postopku smo izračunali matriko za obdobje 2006-2012. Letne spremembe rabe tal smo izračunali tako, da smo spremembe v obdobju delili s številom let. Za nomenklaturo UNFCCC smo poleg tega izračunali tudi standardno napako ocene površine za posamezno kategorijo rabe tal. To smo izračunali po enačbi (IPCC, 2006; Oloffson in sod., 2014):

$$s(A_i) = A\sqrt{(p_i \times (1 - p_i))/(n - 1)}$$

$$p_i = n_i / n$$

$$A_i = p_i \times A$$

Pri tem je:

- p_i - delež točk v določeni kategoriji rabe tal
- A - znana skupna površina
- A_i - ocenjena površina rabe tal kategorije i
- n - skupno število vzorčnih točk

2.3 Rezultati

2.3.1 Spremembe rabe tal v obdobjih 2002-2006 in 2006-2012

V projektu smo posvetili pozornost kategorijam UNFCCC, saj je bil projekt namenjen izboljšanju metodologije poročanja na področju raba tal, spremembe rabe in gozdarstvo.

Leta 2002 je v Sloveniji prevladoval gozd na 1.211.295 ha oz. 59,7 % ozemlja. Druga raba po vrsti so travinja z deležem 19,3 %. Sledijo Polja s 13,6 %, druge rabe pa zavzemajo precej manjše deleže. Te tri rabe so skupaj leta 2002 zavzemale kar 92,6% ozemlja (preglednica 7).

Preglednica 7: Delež, površina in standardna napak podkategorij UNFCCC za leto 2002

2002	p_i	A_i	$s(A_i)$	$s(A_i), \%$
FL	0,597	1211295	6986	0,6
CL_a	0,108	219016	4422	2,0
CL_w	0,028	57357	2362	4,1
GL_a	0,156	316212	5169	1,6
GL_w	0,037	74874	2687	3,6
WL	0,007	13814	1172	8,5
SL	0,051	103002	3128	3,0
OL	0,016	31731	1768	5,6

Struktura rabe se v letu 2006 ni bistveno spremenila. Opaziti pa je spremembe trendov, ki jih še boljše ponazarjajo matrike sprememb rabe tal (preglednici 11 in 12). V obdobju 10 let so tako vidno zmanjšujejo Polja, ne le tista z enoletnimi pridelki (CL_a), temveč tudi tista z olesenelimi trajnicami (CL_w), npr. vinogradi in podobne rabe. Mokrišča in druga raba se praktično skoraj ne spreminja, medtem ko je še vedno opaziti naraščanje površine naselij.

Preglednica 8: Delež, površina in standardna napaka podkategorij UNFCCC za leto 2006

2006	pi	Ai	s(Ai)	s(Ai), %
FL	0,596	1207691	6991	0,6
CL_a	0,106	214812	4385	2,0
CL_w	0,028	56155	2338	4,2
GL_a	0,151	306302	5102	1,7
GL_w	0,043	87887	2901	3,3
WL	0,007	13613	1163	8,5
SL	0,054	109008	3213	2,9
OL	0,016	31831	1771	5,6

Preglednica 9: Delež, površina in standardna napaka podkategorij UNFCCC za leto 2012

2012	pi	Ai	s(Ai)	s(Ai), %
FL	0,596	1207391	6992	0,6
CL_a	0,103	209006	4332	2,1
CL_w	0,026	52752	2268	4,3
GL_a	0,154	312508	5144	1,6
GL_w	0,042	84684	2850	3,4
WL	0,007	14114	1184	8,4
SL	0,057	114913	3294	2,9
OL	0,016	31932	1774	5,6

V letu 2006 se je površina travinj brez lesnatih rastlin zmanjšala v primerjavi z letom 2002, vendar se je do leta 2012 zopet povečala. V obdobju 2002-2006 se je dokaj povečala tudi površina travinj z lesnatimi rastlinami, predvsem na račun opuščanja kmetijskih površin (npr. pašnikov), zaradi česar je napredovalo zaraščanje.

Preglednica 10: Matrika sprememb rabe tal (v ha) po nomenklaturi UNFCCC v obdobju 2002-2006

2002-2006	FL	CL	GL	WL	SL	OL	Total
FL	1205589 ¹	400	3003	100	2102	100	1211295
CL	0	264661	9710	0	2002	0	276373
GL	2102	5806	380776	0	2402	0	391086
WL	0	0	100	13513	200	0	13814
SL	0	100	500	0	102301	100	103002
OL	0	0	100	0	0	31631	31731
Total	1207691	270967	394189	13613	109008	31831	2027300

¹ Po diagonali sivo obarvana polja so površine, ki se v posameznih kategorijah v obdobju niso spreminjale.

Preglednica 11: Matrika sprememb rabe tal (v %) po nomenklaturi UNFCCC v obdobju 2002-2006

2002-2006	FL	CL	GL	WL	SL	OL	Total
FL	59,47	0,02	0,15	0,00	0,10	0,00	59,75
CL	0,00	13,05	0,48	0,00	0,10	0,00	13,63
GL	0,10	0,29	18,78	0,00	0,12	0,00	19,29
WL	0,00	0,00	0,00	0,67	0,01	0,00	0,68
SL	0,00	0,00	0,02	0,00	5,05	0,00	5,08
OL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,56	1,57
Total	59,57	13,37	19,44	0,67	5,38	1,57	100

Kljub temu se zdi, da se ta trend nekoliko umirja, saj je površina leta 2012 zopet upadla. Vendar moramo na tem mestu opozoriti, da kategorije GL_w ne gre enačiti z zaraščanjem, saj poleg razreda 1410 vključuje še druge rabe (npr. 1500 in 1800).

V obdobju 2002-2006 je bilo povprečno 1426,4 ha krčitev na leto, medtem ko je 525,5 ha zaraščajočih površin letno prešlo v gozd. V istem obdobju je bilo iz kmetijskih površin (Polja in Travinja skupaj) spremenjenih 1101,1 ha letno zaradi pozidave, tj. prešlo v Naselja (preglednica 11).

V obdobju 2006-2012 je bilo povprečno 850,8 ha na leto, medtem ko je 784,1 ha zaraščajočih površin letno prešlo v Gozdove. V istem obdobju je bilo iz kmetijskih površin (Polja in Travinja skupaj) spremenjenih 867,5 ha letno zaradi pozidave, tj. prešlo v Naselja (preglednica 12).

V obeh obdobjih opazimo, da je največ krčitev zaradi sprememb v Travinja in Naselja, kar sovпада s podatki Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS), ki objavlja podatke po namenih krčitev v svojih letnih poročilih.

Preglednica 12: Matrika sprememb rabe tal (v ha) po nomenklaturi UNFCCC v obdobju 2006-2012

2006-2012	FL	CL	GL	WL	SL	OL	Total
FL	1202586	400	3003	400	1101	200	1207691
CL	0	257054	11812	0	2102	0	270967
GL	4705	4204	382077	100	3103	0	394189
WL	0	0	0	13613	0	0	13613
SL	0	100	300	0	108607	0	109008
OL	100	0	0	0	0	31731	31831
Total	1207391	261758	397192	14114	114913	31932	2027300

Površine Mokrišč in Druge rabe, v katero so vključene predvsem površine nad zgornjo gozdno mejo, ostajajo dokaj konstantne, kar je bilo pričakovano. Izrazit je tudi trend prehajanja Polj v Travinja oz. z drugimi besedami Polja izgubljajo na račun Travinj.

Preglednica 13: Matrika sprememb rabe tal (v %) po nomenklaturi UNFCCC v obdobju 2006-2012

2006-2012	FL	CL	GL	WL	SL	OL	Total
FL	59,32	0,02	0,15	0,02	0,05	0,01	59,57
CL	0,00	12,68	0,58	0,00	0,10	0,00	13,37
GL	0,23	0,21	18,85	0,00	0,15	0,00	19,44
WL	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,67
SL	0,00	0,00	0,01	0,00	5,36	0,00	5,38
OL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,57	1,57
Total	59,56	12,91	19,59	0,70	5,67	1,58	100

Na podlagi točkovnega vzorčenja rabe tal smo dokazali, da so spremembe rabe tal v splošnem na ravni države precej manjše, kot jih sicer zaznamo s presekom vektorskih slojev. Delež sprememb na ravni države v obdobju je bil, če upoštevamo nacionalno klasifikacijo, 2,5 % v obdobju 2002-2006 in 2,6 % v obdobju 2006-2012. Če upoštevamo klasifikacijo UNFCCC potem je bil delež sprememb rabe tal 2,5 % in 2,3 % za isti obdobji. Obseg krčitev je precej manjši, kot jih daje metodologija z uporabo vektorskih slojev, a nekoliko večji, kot jih poroča ZGS v letnih poročilih o gozdovih (povprečno cca. 500 ha/leto v zadnjih 5 letih).

3 Metode zbiranja in obdelave podatkov ter priporočila

3.1 Izhodišča

Zaradi naraščajočih obveznosti Slovenije do različnih mednarodnih obveznosti (Uredba (EU) št. 525/2013) je potrebno že v kratkem času izboljšati sistem spremljanja zalog ogljika, ne le v gozdovih, ampak tudi na kmetijskih in drugih negozdnih rabah tal. Slovenija je do danes relativno uspešno prilagodila in prevzela metodologijo konvencije UNFCCC in KP za obračunavanje emisij TGP v sektorju LULUCF. Na voljo so podatki o zalozah in akumulaciji ogljika v gozdovih, saj je bila leta 2012 izvedena že tretja nacionalna gozdna inventura oz. t.i. Monitoring gozdov in gozdnih ekosistemov (MGGE). Ta je skladen z inventurnimi metodami v mednarodnem merilu, saj so bile metode MGGE poleg znakov snemanja harmonizirane v skladu z akcijo COST E43 in ICP Forests. Razvoj gozdnih inventur in monitoring gozdnih ekosistemov je dobro opisan v več publikacijah (Kovač in Hočevar 2009, Simončič in sod. 2009a, Simončič in sod. 2009b, Kušar in sod. 2010, Simončič in sod. 2013). Po drugi strani so za področje kmetijstva in druge negozdne rabe tal na voljo dokaj skopi podatki o zalozah ogljika. V letu 2012 je bila sicer v okviru Javne okoljske službe (JOS), ki jo financira Agencija RS za okolje (ARSO) oz. MKO, na Gozdarskem inštitutu Slovenije (GIS) vzpostavljena in izvedena inventura na negozdnih rabah tal (Žižek Kulovec in sod. 2013). V slednjo so bila zajeta snemanja zalog drevnine (nadzemne biomase) in vzorčenje tal, vključujoč naslednje kategorije po IPCC (2003): Polja, Travinja, Mokrišča, Naselja in Druga raba. Inventura na negozdnih rabah tal je bila zasnovana po metodologiji, ki je mednarodno primerljiva, poleg tega pa temelji na sistematičnem dvofaznem vzorčenju na isti mreži 4 km × 4 km kot MGGE. Kljub temu kaže obe inventuri izboljšati, predvsem v smislu intenziviranja. Čeprav MGGE daje relativno dobre

podatke o lesnih zalogah na ravni države, tege ni moč trditi za manjše ravni. Ker je mreža stalnih vzorčnih ploskev preredita, podatki MGGE na primer niso uporabni za poročanje v okviru statističnih teritorialnih enot (NUTS) na nivoju statističnih regij – NUTS3, ki jih je za potrebe Evropske skupnosti vzpostavil Eurostat (Uredba ES št. 1059/2003 oz. Uredba ES št. 1888/2005 za RS). Podobno velja za inventuro na negozdnih rabah tal, kjer bi bilo treba povečati število snemalnih ploskev zaradi povečanja zanesljivosti ocen. Poleg tega je treba za slednjo zagotoviti periodičnost snemanj, s čimer se bodo pridobili manjkajoči podatki o akumulaciji biomase in z dodatnim snemanjem ali metodami dopolniti tiste podatke, ki jih sedaj ni na voljo. To so npr. podatki o lesni zalogi vinogradov, intenzivnih sadovnjakov, gozdnih plantaž, pridobljenih lesnih proizvodih (HWP), načinih gospodarjenja na poljih in pašnikih, ustreznem definiranju in lociranju organskih tal itd., katere bo treba v prihodnje vključiti v obračunavanje TGP, kot to določajo nova pravila (Sklep št. 529/2013 EU).

Slovenija nima uradne inventure kmetijskih tal, ki bi omogočala spremljanje in oceno zaloga ogljika v kmetijskih tleh (Mali in sod. 2015). Obstoječi podatki o vsebnosti organske snovi v tleh izhajajo iz zelo namenskih sistemov (sistem spremljanja onesnaženosti tal Slovenije (ROTS), neorganizirano zbiranje podatkov iz programa kontrole rodovitnosti tal (KRT) ter profili pedološke karte Slovenije (PK25), ki pa nimajo poenotene metodologije izbora, odvzema in analiz vzorcev, neenotno mrežo opazovalnih lokacij ter posledično med seboj zelo neprimerljive podatke. Pri izračunu zaloga ogljika v kmetijskih tleh Slovenija prav tako nima dovolj merjenih podatkov o specifični gostoti tal ter prav tako nima ustrezne metodologije preračunavanja specifične gostote tal s pomočjo PTF (pedotrasferna funkcija) kot je to na primer urejeno pri gozdnih tleh.

Cilj tega sklopa je bil:

- analizirati točnost ocen na osnovi modelnih korelogramov,
- pripraviti priporočila za izboljšanje interpretacije rabe tal in metod spremljanja sprememb rabe tal,
- razviti enostavno aplikacijo za obračunavanje sprememb rabe tal ter
- pripraviti protokol za določitev površin z organskimi tlemi in intenzivnosti obdelave kmetijskih zemljišč.

3.2 Metode dela

3.2.1 Analiza točnosti ocen na osnovi modelnih korelogramov

Za lokacije SM500 (81 122 lokacij) smo s pomočjo ArcMap orodja »buffer« pripravili shape dokument tamponskih območij radija 250 m. Z orodjem »clip« (ArcMap) smo naredili izseke iz RABA2002, RABA2006 in RABA2012 in znotraj vsakega tamponskega območja izračunali deleže različnih rab tal za vsa tri območja (slika 4). Podatke smo nato izvozili v dbf dokument ter si v programskem okolju R pripravili skripto za izračun pripadajočega deleža rabe tal znotraj posameznega območja. Analize smo ponovili za vsa tri obdobja - RABA2002, RABA2006 in RABA2012.

Na podlagi sistematične mreže okroglih ploskev (korak mreže 500 m, polmer ploskev 250 m), znotraj katerih je bil znan delež posameznih rab po UNFCCC, smo analizirali prostorsko avtokorelacijo (Moranov index, Moran's I) deležev rab. Rabe UNFCCC so bile agregirane iz evidence dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (RABA, MKGP 2012). Uporabili smo RABO iz leta 2012, ker je najtočnejša od treh obdobj, analiziranih v tem projektu (2002, 2006, 2012), kar je razloženo v nadaljevanju.

Analiza je potekala na razdaljah od 500 m do 10 km s korakom 500 m. Uporabili smo orodje Incremental Spatial Autocorrelation v okolju ArcGIS 10.2.2.



Slika 4: Grafični prikaz analize območij lokacij iz sistematične mreže 500 m × 500 m in primer izračuna deleža rabe tal za izbrani primer.

3.2.2 Metode za izboljšanje interpretacije rabe tal in metod spremljanja sprememb rabe tal

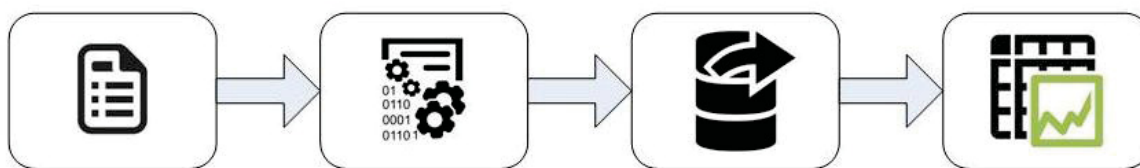
Analizo smo opravili z namenom poznavanja razlik med vizualno interpretiranimi točkami na sistematični mreži 1000 m × 1000 m (VI2002, VI2006 in VI2012) in presečnimi točkami slojev sistema RABA, ki jih pripravlja MKGP (RABA2002, RABA2006 in RABA2012²).

² Po posvetu s Službo za register kmetijskih gospodarstev (MKGP) smo zaradi boljše primerljivosti za sloj RABA2012 uporabili sloj iz začetka leta 2014 (verzija z dne 30.3.2014).

- skupno statistiko:
 - točnost (ang. *accuracy*), ki pove, kako pogosto se rabe med seboj ujemajo in za katero smo uporabili formulo: $(A+D)/total$,
 - 95% CI – 95% interval zaupanja
- statistiko po rabah tal:
 - občutljivost (ang. *sensitivity*), ki nam kaže delež enako napovedanih rab, za katero smo uporabili formulo: $A/(A+C)$,
 - prisotnost (ang. *prevalence*), ki pove kako pogosto se raba pojavi v našem vzorcu, pri čemer smo uporabili formulo: $(A+C)/total$.

3.2.3 Razvoj aplikacije za obračunavanje sprememb rabe tal

Tekom projekta smo razvili enostavno aplikacijo oz. sintakso za računanje frekvenc sprememb rabe tal v obravnavanih časovnih obdobjih. Vhodna datoteka je bila prečiščena baza podatkov v formatu CSV. Baza je bila pripravljena z orodjem My SQL, medtem ko je bila sintaksa za izračun frekvenc napisana v programskem jeziku Python.



Slika 6: Shema poteka obračunavanja sprememb rabe tal

3.2.4 Protokol za določitev površin z organskimi tlemi in intenzivnosti obdelave kmetijskih zemljišč

Kriterij za opredelitev organskih tal je bila nacionalna klasifikacija tal. Med organska tla smo uvrstili talne tipe oz. talne sistematske enote (TSE) z imenom šotna tla in mineralno organska tla. V profilu imajo horizonte T-G. Za organska tla so značilni organski horizonti, kjer je osnovni kriterij, da je organske snovi v tleh več kot 35 %. S pedološko karto zadovoljivo prikažemo večino organskih tal na barjih (šotna tla), pomanjkljiv pa je podatek o prisotnosti organskih tal v alpskem območju, zlasti pod gozdno rabo. Tam je namreč zaradi hladne klime kopičenje organske snovi hitrejše od mineralizacije.

Po IPCC metodologiji za izračunavanje zalog ogljika v tleh predstavlja intenzivnost obdelave kmetijskih zemljišč pomemben dejavnik³, saj povečuje ali zmanjšuje referenčne vrednosti

³ Metode evidentiranja emisij toplogrednih plinov (v nadaljevanju TGP) so podrobneje opisane v serijah navodil IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006 (dostop: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>). Za kmetijska in gozdna območja smo uporabljali navodilo »Volume 4 – Agriculture, Forestry and Other Land« (IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 – Agriculture, Forestry and Other Land Use, 2006).

zalag ogljika v tleh. Intenzivnost obdelave je po metodi Tier 1 izražena s tremi faktorji: faktor za rabo tal (F_{LU}), faktor za obdelavo tal oz. upravljanje zemljišča (F_{MG}) in faktor za vnos ogljika (F_I). Vrednosti faktorjev so določeni v IPCC navodilih za izračun v tabelah 5.5 in 6.2 (IPCC Guidelines..., Volume 4, 2006).

Na Kmetijskem inštitutu smo zasnovali in izdelali prostorski model za izdelavo karte intenzivnosti obdelave tal na kmetijskih zemljiščih Slovenije. Rezultat modela je karta za vsak posamezni faktor, ki prostorsko obsega vsa kmetijska zemljišča Slovenije za leto 2015. Karte oz. njihovi prostorski sloji bodo služili kot vhodni podatki pri končnem izračunu zalag ogljika v tleh po IPCC metodologiji (LULUCF).

Zaloga ogljika v tleh za določeno leto, klimatski tip (c), talni tip (s) in obdelovalni režim (i) je bila izračunan z enačbo:

$$SOC = \sum_{c,s,i} (SOC_{REF} \times F_{LU} \times F_{MG} \times F_I \times A)$$

SOC = zaloga C v tleh (t).

SOC_{REF} = referenčna zaloga C v tleh (C/ha).

F_{LU} = faktor spremembe za rabo tal.

F_{MG} = faktor spremembe za intenzivnost/način obdelave.

F_I = faktor spremembe za vnos organske snovi oz. ogljika v tla.

A = površina območja (ha).

c,s,i = po vrsti: klimatski tip, talni tip in obdelovalni režim

Prva faza izdelave kart intenzivnosti obdelave je bilo stratificiranje kmetijskih površin Slovenije na glavna območja, ki jih opredeljuje metodologija IPCC in smo jo nadaljevanju uporabili kot osnovo za določanje faktorjev po tabelah 5.5, 5.6. in 6.2 ter 6.3 (IPCC Guidelines..., Volume 4, 2006):

- **območja obdelovalnih površin** (ang. *Cropland*) in znotraj tega ločitev na **mineralna in organska tla** (ang. *mineral and organic soils*),
- **območja travniških površin** (ang. *Grassland*) in znotraj tega ločitev na **mineralna in organska tla** (ang. *mineral and organic soils*).

Za stratifikacijo, ki smo jo poimenovali nivo I., smo uporabili prostorske podatke rabe tal (MKGP, stanje 30.6.2015) in prostorski podatek kategorije tal po IPCC metodologiji (Kategorije tal po IPCC, KIS, 2016) v GRID formatu resolucije 12,5 m. Zaradi primerljivosti smo podatek rabe tal v GIS okolju pretvorili v rastrsko obliko z velikostjo celice 12,5 m × 12,5 m.

Vse njive in vrtove smo kategorizirali kot območja obdelovalnih površin, travniške in druge kmetijske površine pa kot območja travnikov. Trajne nasade smo uvrščali med obdelovalne površine ali travniške površine glede na to ali pripadajo območju organskih ali mineralnih tal. Kategorije rabe tal smo zato razdelili na podobmočja (A, B, C, D, E, F) in jih nato združevali v končna območja (preglednica 15).

Trajni nasadi načeloma z vidika zalog ogljika v mineralnih tleh delujejo oz. so obdelani podobno kot njive in vrtovi, zato smo vse trajne nasade na mineralnih tleh (razen ekstenzivnih sadovnjakov⁴) kategorizirali med obdelovalne površine, ekstenzivne sadovnjake pa med travniške površine. Na območju organskih tal smo prevzeli, da se z vidika zalog ogljika v tleh načeloma vsi trajni nasadi, razen intenzivno obdelanih, obdelujejo kot travinje. Zato smo na organskih tleh k obdelovalnim površinam šteli samo intenzivne sadovnjake⁵, ostale trajne nasade pa k travniškim površinam.

Kasneje smo območja prvega nivoja nekoliko modificirali in pri nadaljnji obdelavi upoštevali območja travniških površin kot skupno območje in ne ločeno za mineralna in organska tla. Namreč tabela 6.3 (IPCC Guidelines..., Volume 4, 2006) predvideva emisijske faktorje samo za drenirane travniške površine (ang. *drained grassland*), ki pa jih v Sloveniji nimamo oz. za njih ni natančnih prostorskih podatkov. Zato povzemamo, da so vse travniške površine na organskih tleh obravnavane enako kot na mineralnih tleh.

Preglednica 15: Postopek določanja območij prvega nivoja (nivo I.), katerim smo v nadaljevanju pripisovali faktorje F_I , F_{MG} in F_{LU} .

Območja nivo I.	Obdelovalne površine		Travniške površine	
	Mineralna tla	Organska tla	Mineralna tla	Organska tla
Postopek	Območja A + B	Območja A + C	Območja D + E	Območja D + F
Legenda: Območja A: njive in vrtovi. Območja B: trajni nasadi, brez ekstenzivnih sadovnjakov. Območja C: intenzivni sadovnjaki. Območja D: travniške površine. Območja E: ekstenzivni sadovnjaki in druge kmetijske površine. Območja F: trajni nasadi, brez intenzivnih sadovnjakov in druge kmetijske površine.				

Območja kmetijskih zemljišč Slovenije smo ločili na območja »GERK« in »izven GERK« skupno, ter enako tudi za območja prvega nivoja. Za določitev GERK območij smo uporabili prostorski sloj zahtev za glavne posevke za leto 2015, ki smo ga pridobili na Agenciji RS za kmetijske trge in razvoj podeželja (Zahteve GP, ARSKTRP, 2016). Podatek obsega poljine tistih kmetijskih gospodarstev (KMG), ki so v letu 2015 oddali vlogo za uveljavljanje subvencij oz. ukrepov iz Programa razvoja podeželja (PRP 2014-2020). Iz atributnih podatkov ugotovimo vrsto poljine,

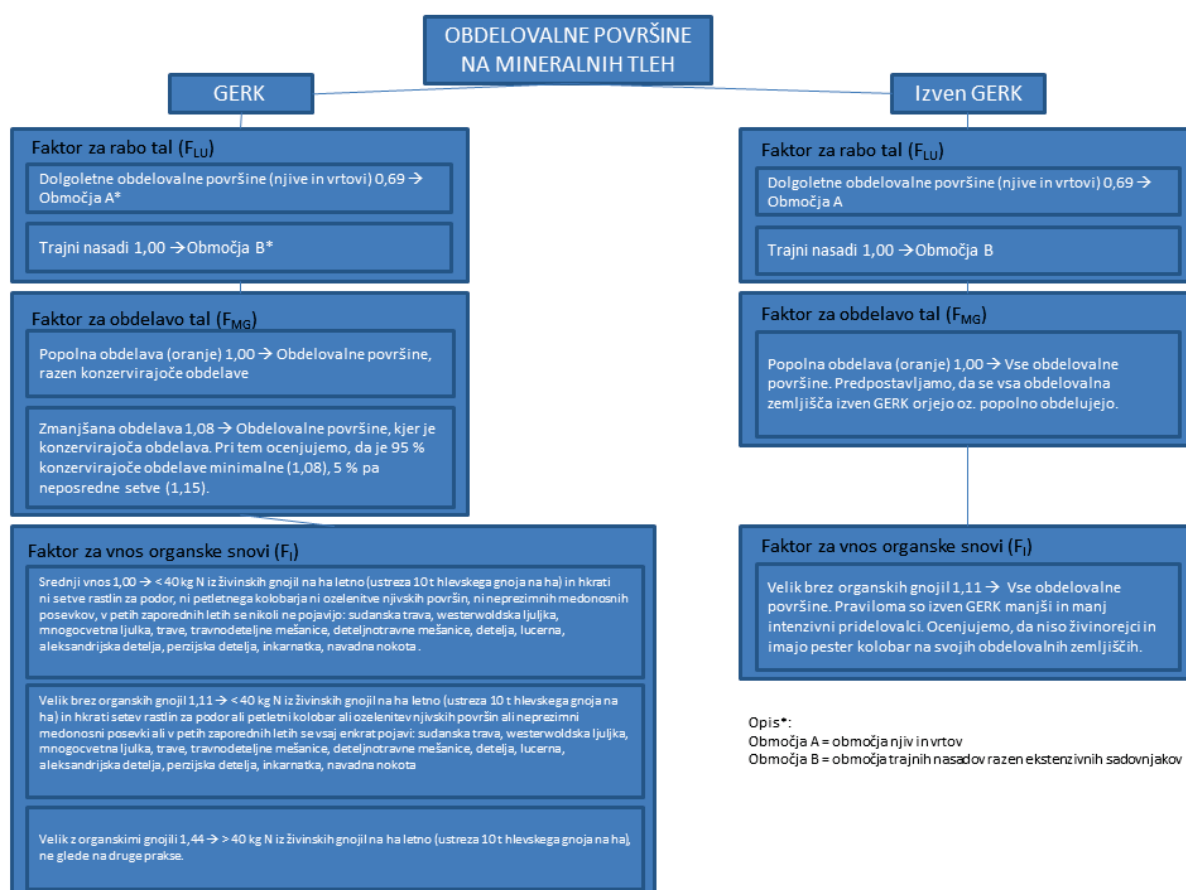
⁴ Ekstenzivni oz. travniški sadovnjak: To so nasadi visokodebelnih dreves sadnih vrst, vzgojenih na bujni podlagi ali iz semena, z gostoto več kot 50 dreves na hektar. V ekstenzivnih oz. travniških sadovnjakih lahko raste ena ali več različnih sadnih vrst (Interpretacijski ključ RABA TAL, 2013).

⁵ Intenzivni sadovnjak: Površina, zasajena samo z eno sadno vrsto, razen v primeru mešanega nasada breskev in nektarin ter mešanega nasada lupinarjev, pri pridelavi se uporabljajo sodobne intenzivne tehnologije. Površina intenzivnega sadovnjaka je površina, ki zajema površino intenzivnega sadovnjaka skupaj z obračališči, potmi, nasipi in drugimi pomožnim zemljišči. Nasade jagod uvrščamo v vrsto dejanske rabe Njiva ali vrt (Interpretacijski ključ RABA TAL, 2013).

lokacijo poljine, GERK, ki mu poljina pripada, uveljavljene ukrepe oz. zahteve iz naslova PRP itd. Sloj smo pretvorili v raster (GRID format) resolucije 12,5 m po različnih atributnih podatkih, ki smo jih kasneje uporabili pri opredeljevanju kriterijev intenzivnosti obdelave.

Pri določanju faktorja za vnos organske snovi oz. ogljika v tla (F_i) smo upoštevali tudi prostorski podatek o vnosu dušika iz živinskih gnojil za leto 2015 (Bruto vnos N iz živinskih gnojil, KIS, 2016), ki ga v okviru strokovne naloge za MOP na prostorski ravni GERK izdelujemo na Kmetijskem inštitutu Slovenije. Z vnosom živinskih gnojil poleg dušika in ostalih hranil na kmetijska zemljišča vnašamo tudi organsko snov oz. organski ogljik v tla.

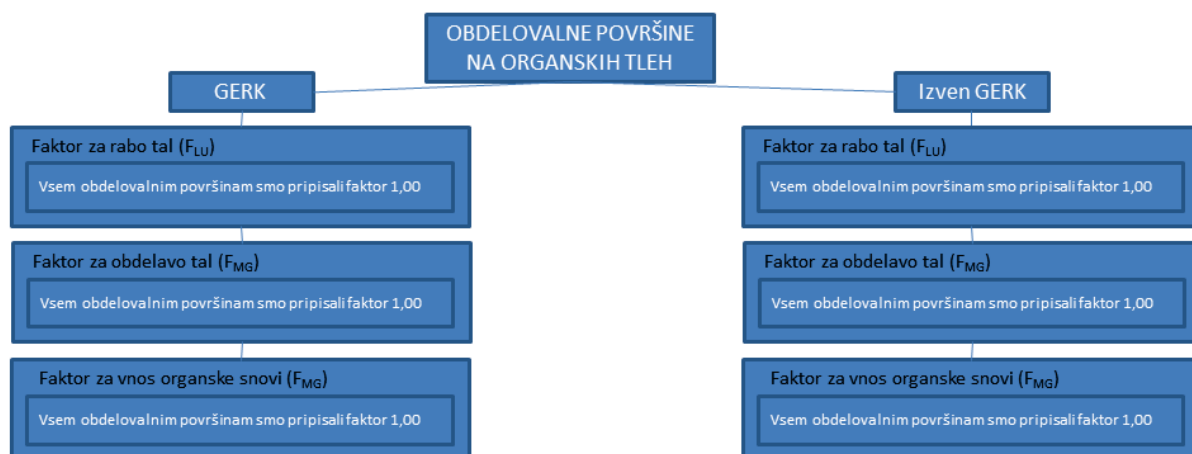
Iz postopka ločevanja območij na »GERK« in »izven GERK« sledi pomembno dejstvo za interpretacijo rezultatov, da je opredelitev faktorjev na območjih GERK z vidika kakovosti in negotovosti natančnejša in metodološko bolj dodelana, kot opredelitev faktorjev za območja izven GERK, kjer je edini zanesljiv podatek, ki ga uporabljamo, podatek o rabi tal.



Slika 7: Shema odločanja za opredelitev faktorjev intenzivnosti obdelave F_i , F_{MG} in F_{LU} - velja za območja obdelovalnih površin na mineralnih tleh.

Postopku zbiranja in priprave prostorskih podatkov je sledil postopek odločanja, kjer smo posameznim območjem opredelili vrednosti za faktorje F_{LU} , F_{MG} in F_I iz tabel 5.5 in 6.2 (IPCC Guidelines..., Volume 4, 2006). Tabele predvidevajo nadaljnjo delitev območij nivoja I. na manjša območja, glede na podnebne značilnosti. Slovenija ima pestro podnebje. Ogrin podnebje Slovenije klasificira v 3 glavne tipe: zmerno celinsko podnebje, submediteransko podnebje in gorsko podnebje (Ogrin, 1999).

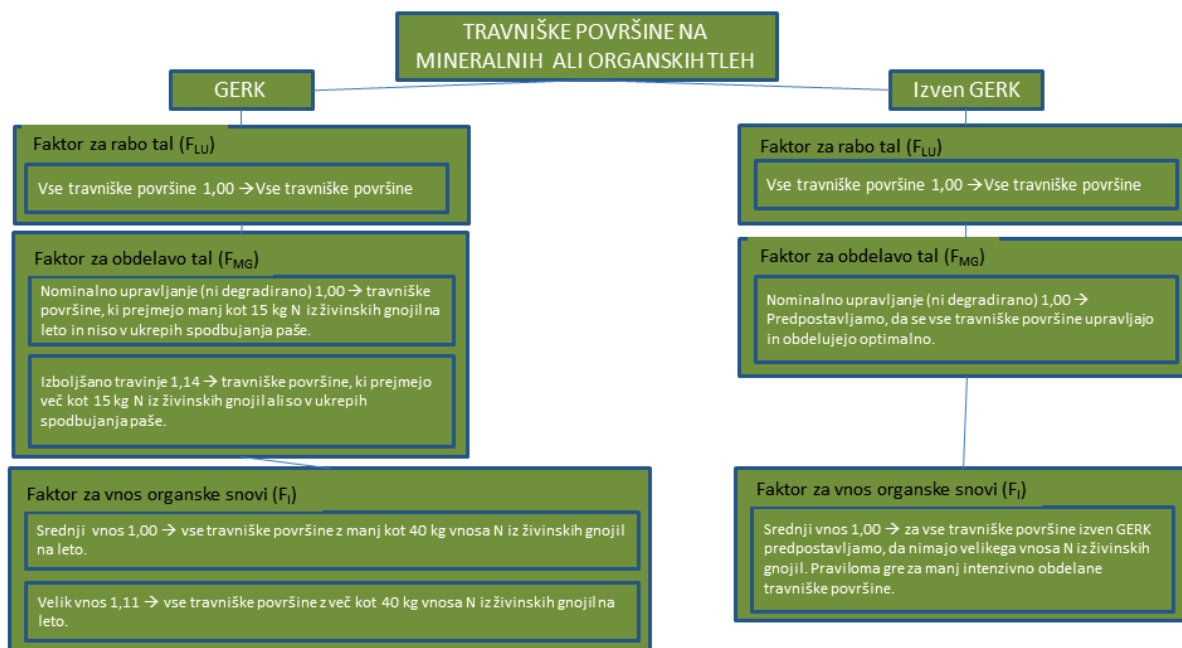
Podlaga za klasifikacijo je bila Koppenova klasifikacija, po kateri Slovenija spada v 2 podnebna razreda; zmerno toplo podnebje (C) in gorsko podnebje (H) (ustreza gorskemu podnebnju po Ogrinu). Zmerno toplo podnebje lahko delimo še na zmernotoplo vlažno podnebje s toplim poletjem (Cfb) (ustreza zmerno celinskemu podnebnju Slovenije po Ogrinu) in zmerno toplo podnebje z vročimi poletji (Cfa) (ustreza submediteranskemu podnebnju Slovenije po Ogrinu).



Slika 8: Shema odločanja za opredelitev faktorjev intenzivnosti obdelave F_I , F_{MG} in F_{LU} - velja za območja obdelovalnih površin na organskih tleh. Opomba: osnovna metodologija IPCC (LULUCF) za območja mineralnih tal na organskih tleh ne predvideva faktorjev, vendar smo jih kljub temu pripisali, da smo se s tem izognili površinam, ki bi bili na karti intenzivnosti obdelave brez podatka.

Iz tega sledi da smo vrednosti faktorjev intenzivnosti obdelave po metodologiji IPCC iz tabel 5.5 in 6.2 odčitavali za območja vlažnega zmerno toplega podnebja (ang. *Climate regime; temperate, moist*). Podrobna pravila odločanja so prikazana v shemah (slike 7-9).

Pravila določanja faktorjev smo zasnovali v prostorskem modelu in ga zapisali v AML programskem jeziku, kjer proces z logičnimi operacijami prekriva prostorske sloje in dobljenim območjem pripiše vrednosti za faktor intenzivnosti obdelave F_{LU} , F_{MG} in F_I . V zadnjem koraku model združi območja po posameznih faktorjih. Rezultat so 3 karte oz. prostorski rastrski sloji za faktorje F_{LU} , F_{MG} in F_I v resoluciji 12,5 m, ki obsegajo vsa kmetijska zemljišča Slovenije.



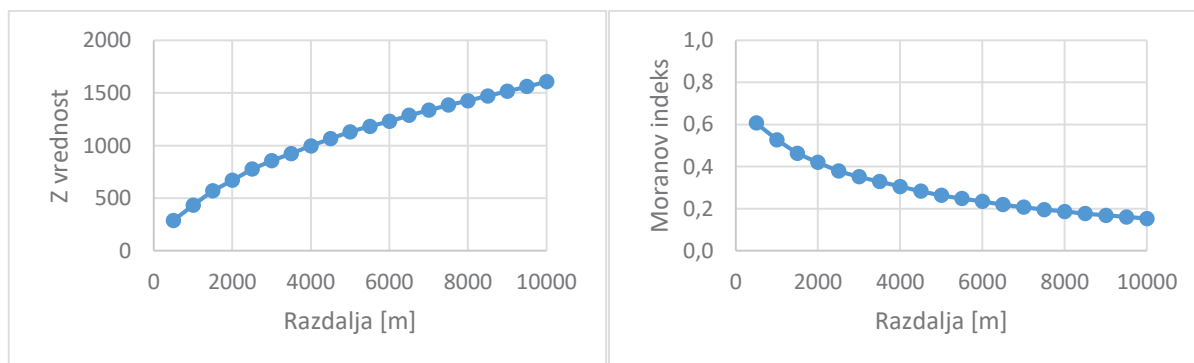
Slika 9: Shema odločanja za opredelitev faktorjev intenzivnosti obdelave F_I , F_{MG} in F_{LU} - velja za območja travniških površin na mineralnih ali organskih tleh.

3.3 Rezultati

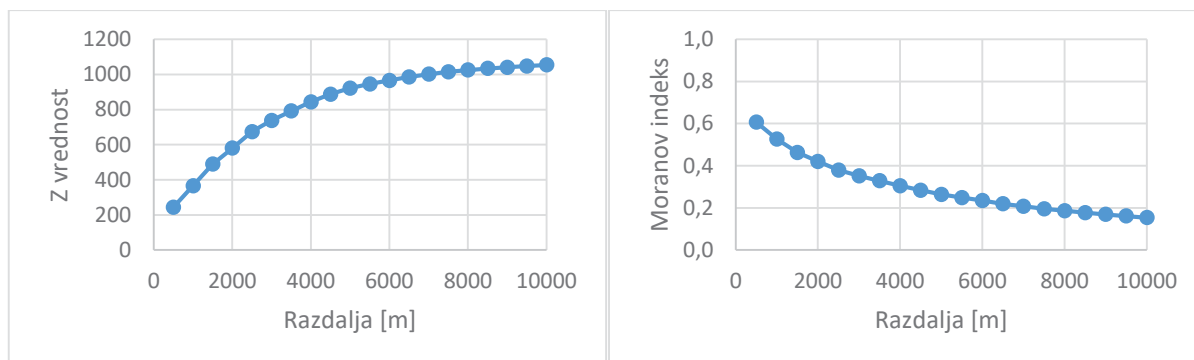
3.3.1 Korelogrami za različne gostote mrež

Odvisnost prostorske avtokorelacije od razdalje ter odgovarjajoče Z vrednosti prikazujejo korelogrami na slikah 10-17. Za vse ocene je $p < 0.00001$. Visoke Z vrednosti kažejo, da lahko zavrneemo ničelno hipotezo, da so porazdelitve deležev rab naključne in da lahko rečemo, da so porazdelitve gručaste.

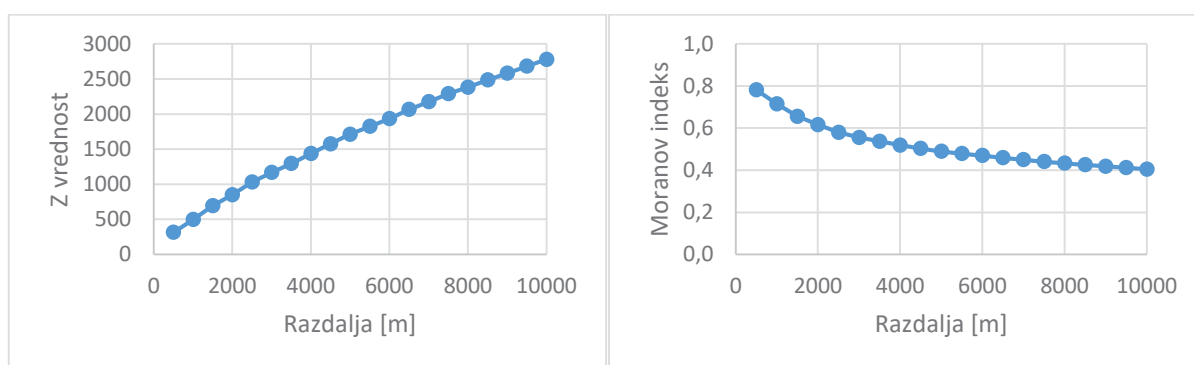
Delež rabe Mokrišča kaže maksimum krivulje vrednosti Z pri 1500 m, delež rabe Travinja brez lesnatih rastlin pa maksimum pri razdalji 7000 m. To sta razdalji, pri kateri so prostorski procesi, ki uravnavajo nastajanje teh dveh rab, najbolj izraženi. To sta tudi primerni razdalji med vzorčnimi točkami za Mokrišča oz. za Travinja brez lesnatih rastlin.



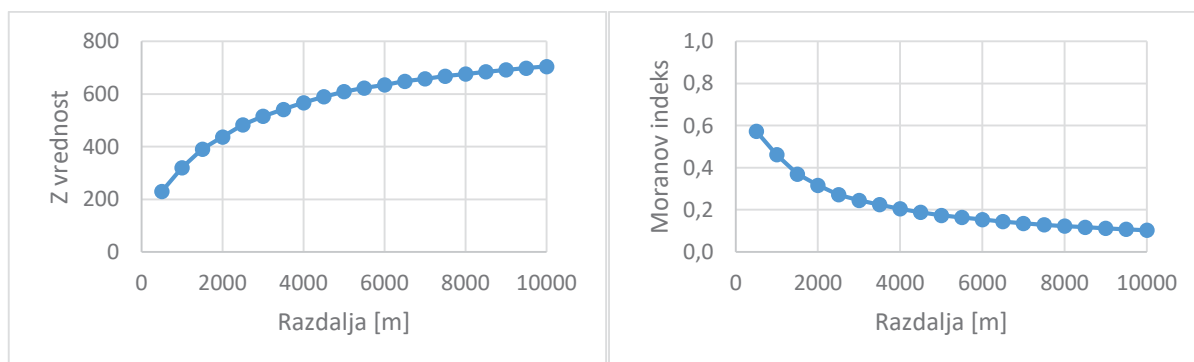
Slika 10: Odvisnost Z vrednosti (levo) in avtokorelacije - Moranov indeks (desno) od razdalje za rabo Gozd.



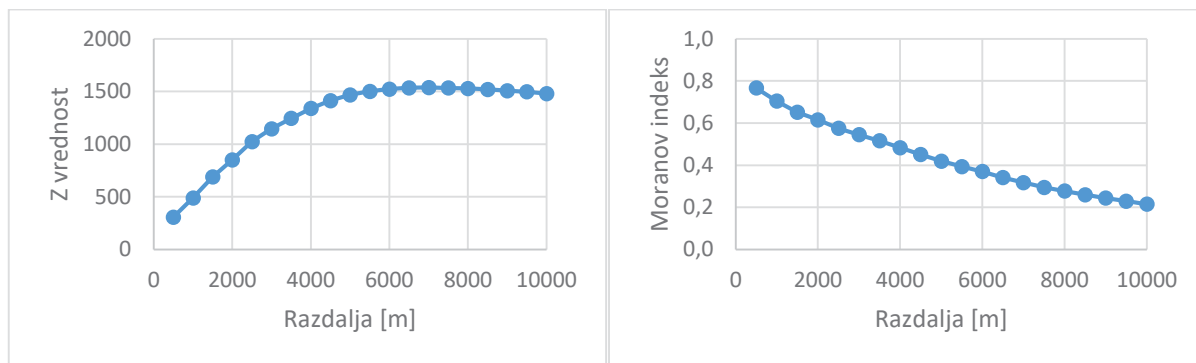
Slika 11: Odvisnost Z vrednosti in avtokorelacije (Moranov indeks) od razdalje za rabo Polja z olesenelimi trajnicami.



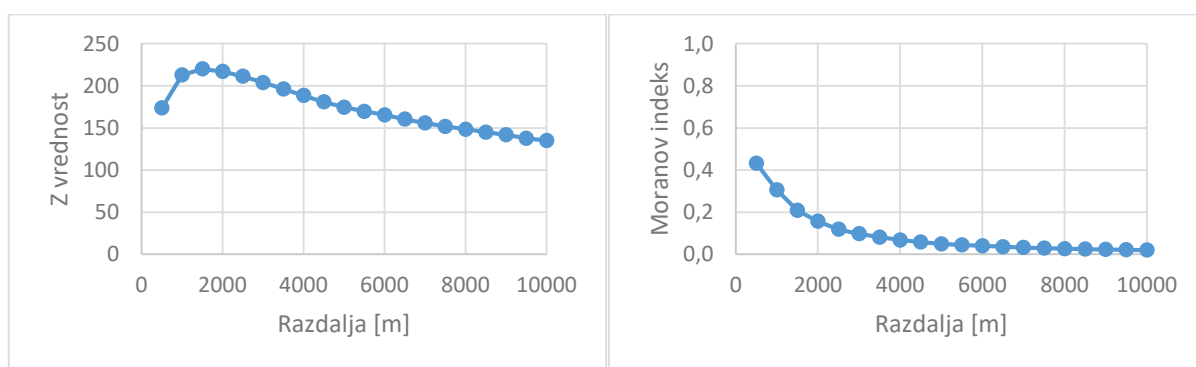
Slika 12: Odvisnost Z vrednosti in avtokorelacije (Moranov indeks) od razdalje za rabo Polja z enoletnimi pridelki.



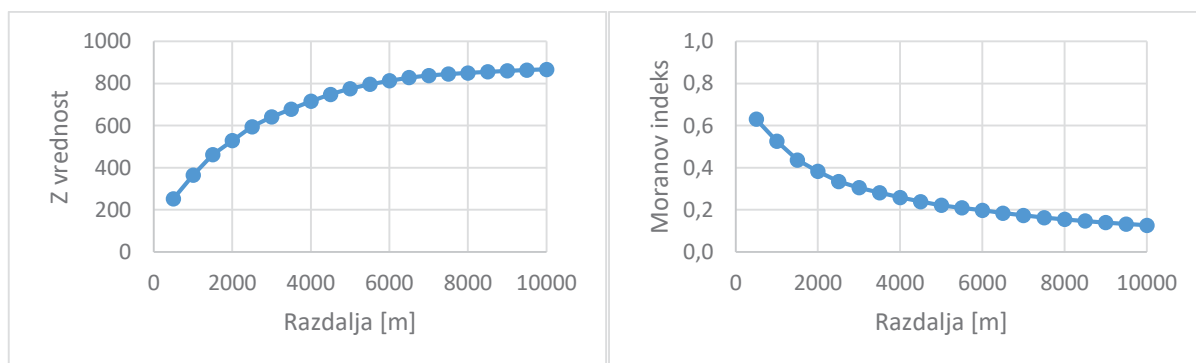
Slika 13: Odvisnost Z vrednosti in avtokorelacije (Moranov indeks) od razdalje za rabo Travinja z lesnatimi rastlinami.



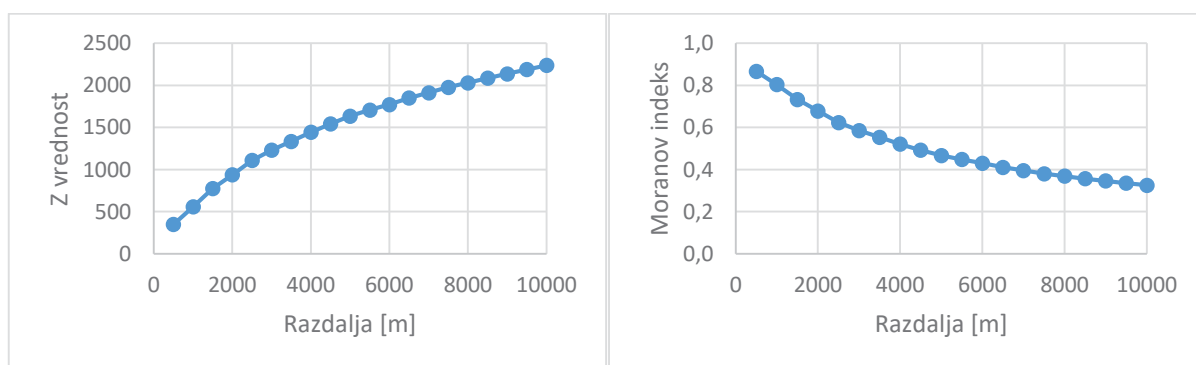
Slika 14 Odvisnost Z vrednosti in avtokorelacije (Moranov indeks) od razdalje za rabo Travinja brez lesnatih rastlin.



Slika 15: Odvisnost Z vrednosti in avtokorelacije (Moranov indeks) od razdalje za rabo Mokrišča.



Slika 16: Odvisnost Z vrednosti in avtokorelacije (Moranov indeks) od razdalje za rabo Naselja.



Slika 17: Odvisnost Z vrednosti in avtokorelacije (Moranov indeks) od razdalje za Drugo rabo.

Deleži vseh ostalih rab na intervalu razdalj 500 m do 10 km monotonno naraščajo. Najverjetneje to pomeni, da so prostorski procesi, ki te rabe uravnavajo, bolj fino zrnati kot je bila prostorska raven agregacije. Analizo bo zato treba ponoviti s ploskvami z radiji, manjšimi od 250 m.

3.3.2 Priporočila za izboljšanje interpretacije rabe tal in metod spremljanja sprememb rabe tal

Pričakovano so bila odstopanja največja v letu 2002, saj so bili DOFi večinoma črnobeli zaradi česar je interpretacija težavnejša.

V splošnem postaja karta rabe tal vse boljša, saj je skupna natančnost ujemanja izboljšuje v sledju 87.43% -> 90.79% -> 93.72% od 2002-2006-2012. Glede na statistiko »sensitivity je bilo ujemanje s slojem RABA v letu 2012 z gozdom kar 99,46 %. Ujemamanje je razumljivo slabše na kmetijskih površinah. V letu 2012 se je naša interpretacija ujemala s slojem RABA v 85,50 %.

Ujemanje je relativno slabo za naslednje razrede: 1410, 1500, 1600, 1800, 4220, 5000 in 6000. Razlogi so seveda različni. V projektu smo se strogo držali pravila minimalne površine, medtem ko je znano, da se zajem rabe ne drži pravil Interpretacijskega ključa popolnoma, saj je treba izločevati površine, ki niso upravičene do subvencij.

Pri zgoraj omenjenih rabah smo opazili, da prihaja večkrat do različnega zajema med rabami 1410, 1500 in 1800 ker se ne upošteva pravilo glede pokrovnosti. Sama interpretacija se seveda subjektivna, vendar se da z večkratnim usklajevanjem nekatere pomankljivosti odpraviti.

Na tem mestu ne trdimo, da je interpretacija, ki smo jo opravili v tem projektu boljša od tiste, ki jo zajema MKPG v okviru Evidence dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. Gre za to, da je bil točkovni pristop za oceno sprememb rabe tal skoraj nujen za potrebe izboljšanja podatkov pri poročanju za Konvencijo UNFCCC in KP.

Opazili smo sicer tudi nekaj nedoslednosti pri zajemanju rab 1500 in 7000. V nekaterih primerih se raba 1500 izloča, čeprav je na posnetku jasno vidno vodno telo. Prihaja pa tudi do obratnih primerov, ko je izločena raba voda, čeprav se te zaradi vegetacije ne vidi. Jasno je, da MKPG uporablja vse razpoložljive podatkovne vire, poleg tega pa tudi podatke terenskih ogledov, kar je prav, saj se govori o rabi tal. Praviloma bi morali govoriti o pokrovnosti tal, ko se izvaja interpretacija le na osnovi posnetkov.

Zanimivo je, da so tako velika odstopanja tudi pri rabah v visokogorjih (5000 in 6000). To morda pomeni, da bi bilo treba navodila Interpretacijskega ključa nekoliko izboljšati. Res pa je, da za podrobnejše analize, kot ta ki jo prikazujemo tukaj ni bilo časa, zato bi bile potrebne dodatne analize.

VIZ2002 ~ RABA2002

2002 truth	1100	1160	1180	1190	1211	1221	1222	1230	1240	1300	1321	1410	1420	1500	1600	1800	2000	3000	4220	5000	6000	7000	Sum
pred	1100	1160	1180	1190	1211	1221	1222	1230	1240	1300	1321	1410	1420	1500	1600	1800	2000	3000	4220	5000	6000	7000	Sum
	1749	1	0	1	8	1	6	2	1	263	19	3	0	9	15	0	7	21	1	0	0	0	2106
	6	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	0	1	0	10	23	6	1	4	18	0	4	0	0	6	0	1	8	0	0	0	0	262
	5	0	0	0	1	1	112	1	0	42	0	1	0	10	1	1	4	16	0	0	0	0	195
	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	13
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	357	0	0	0	9	5	83	3	1	2471	4	131	1	88	23	65	140	69	1	0	0	0	3454
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	21	4	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	31
	2	0	0	0	0	0	1	0	0	27	0	56	0	25	2	27	108	3	0	3	1	0	255
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3
	4	0	0	0	0	0	6	2	0	20	2	11	0	87	2	0	22	4	1	0	0	0	169
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
	5	0	0	0	3	1	13	0	0	107	1	29	1	50	5	9	11777	33	0	26	4	5	12069
	15	0	0	0	5	1	44	0	0	113	0	3	0	10	5	1	18	866	2	0	1	2	1086
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	12
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	1	0	0	0	8	6	0	0	21	5	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	2	0	11	0	0	61	193	4	279
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	7	1	0	3	6	1	0	2	105	130
Sum	2167	20	1	1	238	35	274	19	6	3164	30	245	3	288	66	111	12101	1029	11	111	206	127	20253

Slika 18: Matrika napake za leto 2002

Skupna statistika

- Accuracy : 0.8743
- 95% CI : (0.8697, 0.8789)

Statistika po rabah

Raba	1100	1160	1180	1190	1211	1221	1222	1230	1240	1300	1321	1410	1420	1500	1600	1800	2000	3000	4220	5000	6000	7000
Sensitivity	80.75	95.00	0.00	0.00	84.87	65.71	40.88	52.63	0.00	78.25	13.33	22.95	33.33	30.31	0.00	0.00	97.32	84.16	11.11	18.92	93.69	82.68
Prevalence	10.70	0.10	0.00	0.00	1.18	0.17	1.35	0.09	0.03	15.60	0.15	1.21	0.01	1.42	0.32	0.55	59.78	5.08	0.04	0.55	1.02	0.63

VIZ006 ~ RABA2006

pred	1100	1160	1180	1190	1211	1221	1222	1230	1240	1300	1321	1410	1420	1500	1600	1800	2000	3000	4220	5000	6000	7000
1100	1736	1	0	0	0	0	0	0	1	77	4	2	0	3	4	0	1	9	0	0	0	0
1160	2	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1180	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1190	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1211	5	0	0	0	209	0	4	0	5	4	0	2	0	0	4	0	0	3	0	0	0	0
1221	2	0	1	0	10	30	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1222	1	0	0	0	1	1	133	0	0	27	0	6	0	8	1	1	0	10	0	0	0	0
1230	0	0	0	0	0	0	18	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
1240	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1300	329	0	0	0	9	3	92	0	0	2772	2	124	0	37	40	46	66	87	4	10	5	0
1321	27	0	0	0	0	0	1	0	0	10	21	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1410	0	0	0	0	0	1	4	1	0	15	1	126	0	13	7	5	29	5	1	1	1	1
1420	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0
1500	4	0	0	0	0	0	4	0	0	9	0	18	0	115	1	3	16	9	0	0	0	4
1600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	0	1	5	0	1	0	0	0	0	0
1800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	4	1	34	7	1	0	1	0	0
2000	6	0	0	0	1	0	3	0	0	72	0	78	1	95	1	11	11929	21	1	20	2	7
3000	10	0	0	0	5	0	20	0	0	48	0	4	0	7	17	0	10	939	0	0	3	4
4220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
5000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	73	82	0
6000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	113	1
7000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	1	0	1	3	3	0	1	108

Slika 19: Matrika napake za leto 2006

Skupna statistika

- Accuracy : 0.9079
- 95% CI : (0.9038, 0.9118)

Statistika po rabah

RabaTal	1100	1160	1180	1190	1211	1221	1230	1240	1300	1321	1410	1420	1500	1600	1800	2000	3000	4220	5000	6000	7000
Sensitivity	81.66	94.74	50.00	100.00	88.94	85.71	94.74	0.00	90.89	67.74	33.33	66.67	39.93	5.88	33.66	98.87	86.23	18.18	65.77	54.59	86.40
Prevalence	10.50	0.09	0.01	0.00	1.16	0.17	1.30	0.09	15.06	0.15	1.87	0.01	1.42	0.42	0.50	59.58	5.38	0.05	0.55	1.02	0.62

VIZ2012 ~ RABA2012

pred	1100	1160	1180	1190	1211	1221	1222	1230	1240	1300	1321	1410	1420	1500	1600	1800	2000	3000	4220	5000	6000	7000
1100	1769	0	1	0	0	0	0	0	0	56	3	0	0	5	3	0	0	11	0	0	0	0
1160	1	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1180	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1190	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1211	5	0	0	0	190	0	2	0	1	2	0	1	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0
1221	0	0	0	0	3	28	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1222	3	0	0	0	4	196	0	0	0	19	0	2	0	4	1	0	0	17	0	0	0	0
1230	0	0	0	0	1	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1240	2	0	0	0	1	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1300	246	0	0	0	1	0	50	0	0	2873	1	59	0	35	16	27	13	70	2	3	4	0
1321	26	0	0	0	0	0	0	0	0	11	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1410	3	0	0	0	1	0	2	0	0	38	0	219	0	23	8	10	20	7	1	1	0	1
1420	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1500	1	0	0	0	1	0	2	0	0	13	0	26	0	180	1	3	25	8	0	1	1	3
1600	5	0	0	0	1	2	0	0	0	23	0	8	0	3	55	0	2	6	0	0	0	0
1800	0	0	0	0	0	0	1	0	0	14	0	26	0	3	5	55	1	2	0	1	0	0
2000	3	0	0	0	0	0	1	0	0	13	0	15	0	26	0	4	11997	12	1	10	2	5
3000	3	0	0	0	1	0	7	0	0	25	0	2	0	4	6	0	2	1008	1	1	2	1
4220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
5000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	89	78	0	0
6000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	6	119	0
7000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	0	1	1	2	0	1	119

Slika 20: Matrika napake za leto 2012

Skupna statistika

- Accuracy : 0.9372
- 95% CI : (0.9338, 0.9405)

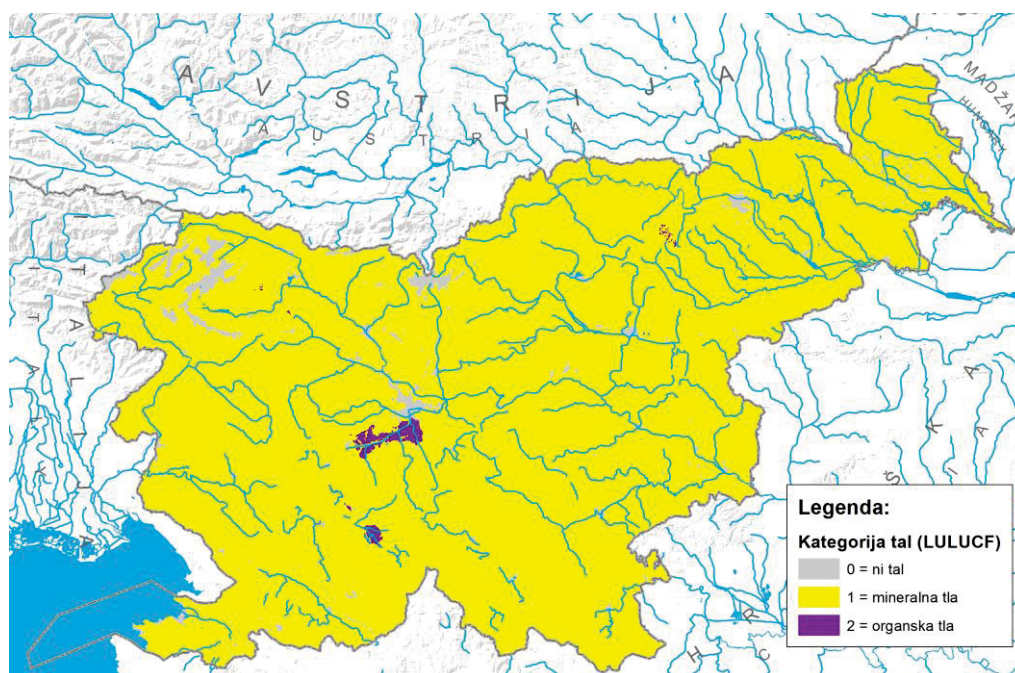
Statistika po rabah

RabaTal	1100	1160	1180	1190	1211	1221	1222	1230	1240	1300	1321	1410	1420	1500	1600	1800	2000	3000	4220	5000	6000	7000
Sensitivity	85.5	100.0	50.0	100.0	95.0	82.3	74.8	100.0	80.0	93.0	84.3	61.0	100.0	61.8	59.1	53.9	99.4	87.8	41.6	79.4	57.4	92.25
Prevalence	10.2	0	0	0	0	5	1	0	0	7	8	0	0	6	4	2	6	0	7	6	9	9
	2	0.09	0.01	0.00	0.99	0.17	1.29	0.12	0.02	4	0.16	1.77	0.01	1.44	0.46	0.50	6	5.67	0.06	0.55	1.02	0.64

3.3.3 Karta organskih tal in intenzivnosti obdelave

V Sloveniji je bilo v letu 2015 skupno približno 665.891⁶ ha kmetijskih zemljišč (v nadaljevanju KZ) od katerih je travniških površin približno enkrat več (455.318 ha; 68 %) kot obdelovalnih površin (210.725 ha; 32 %) (preglednica 16).

Mineralna tla po površini močno prevladujejo nad organskimi (slika 21). Na KZ mineralna tla zavzemajo 657.782 ha površin, kar je kar 98,8 % vseh KZ. Samo 8.109 ha KZ se nahaja na organskih tleh kar je 1,2 % vseh KZ Slovenije. Skoraj izključno se nahajajo na območju Ljubljanskega barja, Cerkniškega polja in nekaj na Planinskem polju. Ostala območja organskih tal, ki niso v kmetijski rabi se nahajajo v manjših zaplatah na območju visokih barij na Pohorju in Pokljuki.



Slika 21: Stratifikacija Slovenije na območja mineralnih in organskih tal.

Od vseh površin KZ Slovenije je bilo leta 2015 457.592 ha oz. 69 % prijavljenih v register GERK. Na teh območjih smo imeli vse predvidene vhodne podatke in smo lahko izvedli metodologijo določanja faktorjev intenzivnosti obdelave v celoti. Ocenjujemo, da je kakovost metode določanja faktorjev intenzivnosti obdelave tal zadovoljiva za namen poročanja o zalogah ogljika v tleh po metodi Tier 1. Na ostalih 208.299 ha oz. 31 % KZ, ki niso v registru GERK zaradi pomanjkanja vhodnih podatkov zastavljena metodologija v polnosti nismo mogli izvesti. Na

⁶ Dejanska površina kmetijskih zemljišč po analizi rabe tal je nekoliko višja in sicer 673.493 ha. Površina 665.891 ha je namreč izračunana z upoštevanjem prostorskega podatka kategorij tal IPCC in prikazuje območja mineralnih tal, organskih tal in območja brez tal (Kategorije tal po IPCC, KIS, 2016). Razlika 7.602 ha v skupnih površinah KZ nastane zaradi območij, ki so po sloju rabe tal opredeljena kot kmetijska in hkrati po sloju kategorij tal IPCC kot območja kjer ni tal. Teh območij v procesu izdelave kart intenzivnosti obdelave ne upoštevamo.

teh območjih smo faktorje ocenili le na podlagi kriterija podatka o vrsti rabi tal. Stopnja zanesljivosti podatka je zato na teh območjih manjša (preglednica 16).

Preglednica 16: Površine območij (ha) po metodologiji IPCC (nivo I.), ki predstavlja osnovno shemo za določanje F_{LU} , F_{MG} in F_I .

	KATEGORIJE OSNOVNIH OBMOČIJ PO METODOLOGIJI IPCC					
	OBDELOVALNE POVRŠINE		TRAVNIŠKE POVRŠINE		SKUPAJ KZ	
	MINERALNA TLA	ORGANSKA TLA	MINERALNA TLA	ORGANSKA TLA	MINERALNA TLA	ORGANSKA TLA
GERK	181.431	2.001	270.042	4.117	451.474	6.118
Ne-GERK	27.033	260	179.275	1.731	206.309	1.990
SKUPAJ	208.465	2.260	449.318	5.848	657.782	8.109
<i>% od skupaj</i>	32	28	68	72	100	100
SKUPAJ	210.725		455.166		665.891	
<i>% od skupaj</i>	32		68		100	

KZ Slovenije smo pripisali 2 vrednosti faktorja F_{LU} in sicer $F_{LU} = 0,69$ in $F_{LU} = 1,00$. Območja $F_{LU} = 0,69$ so območja, ki so neprekinjeno (> 20 let) v obdelovalni rabi, pretežno z gojenjem enoletnih poljščin. Faktor rabe tal (F_{LU}) je bil ocenjen ob predpostavki popolne obdelave (oranje) in nominalne (srednje) ravni vnosa ogljika v tla. Ta območja zavzemajo 27 % vseh KZ. Območja $F_{LU} = 1,00$ so območja trajnih nasadov, predvsem sadne drevesne vrste ter vse travniške površine. Ta območja skupaj zavzemajo 73 % vseh KZ Slovenije.

KZ Slovenije smo pripisali 3 vrednosti faktorja vnosa ogljika v tla F_I in sicer $F_I = 1,00$ in $F_I = 1,11$ in $F_I = 1,44$. Površina območij s faktorjem $F_I = 1,00$ zavzema 393.914 ha kar je 59 % vseh KZ Slovenije. To so obdelovalne površine, ki so vsakoletno obdelane in kjer rastejo žita. Vsi žetveni ostanki se vrnejo v tla. V kolikor se ti odstranijo, se dodaja organska snov (npr. gnoj). Običajno tudi gnojenje z mineralnimi gnojili oz. gojenje metuljnic v kolobarju. Za travniške površine je značilno da se trajnostno upravljajo z zmerno pašo. Prakticirajo se ukrepi za izboljšanje travinja npr. gnojenje, izboljšanje vrst, namakanje. Površina območij s faktorjem $F_I = 1,11$ zavzema 177.724 ha kar je 27 % vseh KZ Slovenije. To so travniške površine kjer se izvaja en ali več dodatnih ukrepov za izboljšanje travinja (gnojenje). Površina območij s faktorjem $F_I = 1,44$ zavzema 94.254 ha kar je 14 % vseh KZ Slovenije. To so izključno obdelovalne površine, ki se redno gnojijo z živinskimi gnojili. Vnos živinskih gnojil je velik oz. nadpovprečen (> 40 kg N iz živinskih gnojil/ha/leto).

Za faktor obdelave oz. upravljanja z zemljišči F_{MG} smo KZ Slovenije pripisali 3 vrednosti in sicer $F_{MG} = 1,00$ in $F_{MG} = 1,08$ in $F_{MG} = 1,14$. Površina območij s faktorjem $F_{MG} = 1,00$ zavzema 607.146 ha kar je 91 % vseh KZ Slovenije. Med obdelovalnimi površinami so to orane obdelovalne

površine, med travniškimi površinami pa tista, ki se trajnostno upravljajo in niso degradirana, vendar brez izvajanja praks, ki bi travinje dodatno izboljševala. Površina območij s faktorjem $F_{MG} = 1,08$ zavzema 8.406 ha kar je 1 % vseh KZ Slovenije. To so območja obdelovalnih površin, kjer se izvaja konzervirajoča obdelava tal. Pri tem da ocenjujemo, da je 95 % konzervirajoče obdelave minimalne, 5 % pa neposredne setve. Površina območij s faktorjem $F_{MG} = 1,14$ zavzema 50.339 ha kar je 8 % vseh KZ Slovenije . To so travniške površine, kjer se izvaja en ali več dodatnih ukrepov za izboljšanje travinja.



Slika 22: Rezultat modela; karta za faktor rabe tal F_{LU} (izsek).



Slika 23: Rezultat modela; karta za faktor obdelave oz. upravljanja zemljišč F_{MG} (izsek).



Slika 24: Rezultat modela; karta za faktor vnosa organske snovi oz. ogljika F_{LU} (izsek).

Preglednica 17: Vrednosti faktorjev za intenzivnost obdelave F_{LU} , F_{MG} in F_i , ločeno po posameznih glavnih območjih in za vsa KZ Slovenije.

FAKTORJI		OBDELOVALNE POVRŠINE		TRAVINJE	SKUPAJ VSA KZ SLOVENIJE
		MINERALNA TLA	ORGANSKA TLA	MINERALNA in ORGANSKA TLA SKUPAJ	
FAKTOR F_{LU}	enote				
0,69	ha	182.621			182.621
	%	88			27
1,00	ha	25.844	2.260	455.166	483.270
	%	12	100	100	73
SKUPAJ	ha	208.465	2.260	455.166	665.891
	%	100	100	100	100
FAKTOR F_i	enote				
1,00	ha	50.065	2.260	341.588	393.914
	%	24	100	75	59
1,11	ha	64.146		113.578	177.724
	%	31		25	27
1,44	ha	94.254			94.254
	%	45			14
SKUPAJ	ha	208.465	2.260	455.166	665.891
	%	100	100	100	100
FAKTOR F_{mg}	enote				
1,00	ha	200.058	2.260	404.827	607.146
	%	96	100	89	91
1,08	ha	8.406			8.406
	%	4			1
1,14	ha			50.339	50.339
	%			11	8
SKUPAJ	ha	208.465	2.260	455.166	665.891
	%	100	100	100	100

Opombe:

V dokumentu IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4; Chapter 5: Cropland in Chapter 6: Grassland, faktor za območje ni opredeljen.

V zadnjem obdobju projekta smo zasnovali model za izračun faktorjev intenzivnosti obdelave (F_{LU} , F_{MG} in F_i) za leto 2015⁷, katerega rezultat so rastrski prostorski sloji (ločeno za vsak faktor) v resoluciji 12,5 m (format ESRI GRID). Opozorimo naj, da rezultati modela predstavljeni v tem poročilu še niso končni. Gre za vmesno fazo, ki jo bo treba še dopolniti (trenutno v modelu še ni upoštevano pravilo, ki za določitev faktorja F_i = velik, brez dodajanja živinskih gnojil in F_i = velik, z dodajanjem živinskih gnojil, predvideva upoštevanje podatkov o gojenju določenih kultur v petih zaporednih letih. Ocenjujemo da se površine in vrednosti faktorjev F_{LU} , F_{MG} in F_i s končno verzijo ne bodo bistveno spremenile in so zato tudi rezultati modela iz tega poročila v glavnem točni in lahko služijo kot vhodni podatek za izračun zalog ogljika v tleh.

⁷ Karte intenzivnosti obdelave so izdelane za podatke iz 2015. Za pretekla leta izračun ni bil izveden, ker v času nastajanja te metodologije še nismo imeli podatka o vnosu N iz živinskih gnojil za pretekla leta. Naj opozorimo tudi, da za izračun kot vhodne podatke potrebujemo prostorski podatek GERK površin oz. ukrepe za glavne posevke, ki pa pred letom 2007 niso obstajali.

4 Prenos znanja in informiranje

4.1 Informiranje in obveščanje o aktivnostih projekta

Prva aktivnost, ki smo jo izvedli v zvezi z informiranjem, je bila izdelava zgibanke (priloga III). Na njej so predstavljeni cilji in osnovne informacije o projektu. Zgibanke smo natisnili v nakladi 50 izvodov, ki smo jih kasneje razdelili tudi na delavnici.

Osnovne informacije o projektu smo objavili na domači strani Gozdarskega inštituta Slovenije (<http://www.gozdis.si/projekti/>).

4.2 Predstavitev rezultatov in prenos znanja

Vmesne rezultate projekta smo skupaj s partnerjem (Kmetijski inštitut Slovenije) predstavili na delavnici »Spremljanje pokrovnosti/rabe tal z metodami daljinskega zaznavanja«, ki smo jo organizirali 16. novembra 2015 na Gozdarskem inštitutu Slovenije. Poleg GIS in KIS so na delavnici sodelovali še Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Geodetski inštitut Slovenije, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU in drugi deležniki. Agenda delavnice z listo udeležencev je v prilogi IV.

Pomen pridobivanja podatkov iz gozdnih in drugih inventur in njihovo potrebo pri monitoringu emisij toplogrednih plinov zaradi rabe tal, spremembe rabe tal in gozdarstvo smo opisali v strokovnem prispevku v Zborniku povzetkov znanstvenega srečanja Gozd in les (Mali in sod., 2015).

Problematiko vzorčnega ocenjevanja rabe gozdnih zemljišč in pokrovnosti ter njihovih sprememb na Slovenskem smo predstavili v izvirnem znanstvenem članku v reviji *Acta Silvae et Ligni* (Hladnik, 2015). Na podlagi karte rabe zemljišč in tipologije gozdnih rastišč smo ocenili prostorska merila variabilnosti za krajinske kazalce in jih primerjali s stratificiranjem po statističnih regijah.

Rezultate matrik sprememb rabe tal za obdobje 2002-2006 in 2006-2012 smo uporabili v Nacionalnem poročilu o evidencah toplogrednih plinov za leto 2016 (Mekinda Majaron in sod., 2016) za oceno emisij v sektorju raba tal, spremembe rabe tal in gozdarstvo (LULUCF).

Rezultate projekta smo predstavili na mednarodni delavnici »The seminar on the importance of forest inventory data for fulfilling obligations under the UN Framework Convention on Climate Change, the Kyoto Protocol and EU legislation« v Zagrebu 1. in 2. junija 2016 v obliki kratkega predavanja z naslovom *Application of NFI data for UNFCCC and KP reporting in Slovenia, main findings and challenges* (Mali, 2016). Agenda delavnice in predavanje je v prilogi V.

V pripravi je drugi izvirni znanstveni članek na temo projekta.

Mali B., Simončič P., Skudnik M., Kobler A., Bergant J., Verbič J. 2016. Zaključno poročilo o rezultatih ciljnega raziskovalnega projekta V4-1428, Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana 2016

5 Viri

Bončina A., Havliček R., Pisek R., Simončič T., Strniša A. 2011. Upravljanje z gozdnim prostorom. Gozdni prostor in prostorsko načrtovanje. Študijsko gradivo. Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.

Bruto vnos N iz živinskih gnojil, KIS, 2016. Prostorski podatek bruto vnosa dušika (N) iz živinskih gnojil na GERK ravni. Kmetijski inštitut Slovenije – Izdelano v okviru: Strokovne naloge s področja okolja za Ministrstvo za okolje in prostor: poročilo za leto 2015. Ministrstvo za okolje in prostor.

Hladnik D., Žižek Kulovec L. 2012. Ocenjevanje gozdnatosti v zasnovi gozdne inventure na Slovenskem. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 97: 31-42.

Hladnik D. 2015. Presoja prostorskega stratificiranja za vzorčno ocenjevanje gozdnih zemljišč. Acta Silvae et Ligni, 108: 19-28.

Hočevar M., Kobler A. 2001. Uporaba podatkov Corine Land Cover za izgradnjo informacijskega sistema o gozdovih na državni ravni. Geodetski vestnik, 43: 353-369.

Hočevar M., Kušar G., Japelj A. 2006. Integralni monitoring gozdnih virov v Sloveniji – stanje in potrebe v luči vseevropskih meril. V: Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino. Hladnik D. (ur.). Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 27-51.

Interpretacijski ključ RABA TAL, 2013. Interpretacijski ključ: Podroben opis metodologije zajema dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. URL: http://www.gis.si/media/javna_narocila/20160324_obnova_dejanske_rabe/RABA_IntKljuc_20131009.pdf

IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 – Agriculture, Forestry and Other Land Use, 2006. URL: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>.

Kategorije tal po IPCC, KIS, 2016. Prostorski podatek kategorij tal po metodologiji IPCC za namen poročanja o zalogah ogljika v tleh. CRP projekt - Izhodišča za izboljšanje metodologije poročanja o emisijah toplogrednih plinov v povezavi z rabo tal, spremembo rabe tal in gozdarstvom - vazno poročilo september 2015 – marec 2016.

Kovač M., Hočevar M. 2009. Kratek oris razvoja gozdnih inventur in kontrolne vzorčne metode po svetu in v Sloveniji. V: Kontrolna vzorčna metoda v Sloveniji – zgodovina, značilnosti in uporaba. Planinšek Š. (ur.). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Silva Slovenica: 9-12.

Kušar G., Kovač M., Simončič P. 2010. Slovenia. V: National Forest Inventories: Pathways for Common Reporting. Tomppo, E., Gschwantner T., Lawrence M., McRoberts R. E. (ed.). Heidelberg [etc.], Springer: 505-526.

Lawrence M., McRoberts R. E., Tomppo E., Gschwantner T., Gabler K. 2010. Comparisons of national forest inventories. V: National Forest Inventories: Pathways for Common Reporting. Tomppo E., Gschwantner T., Lawrence M., McRoberts R. E. (ur.). Heidelberg [etc.], Springer: 19-32.

Mali B., Simončič P., Skudnik M., Kobler A., Bergant J., Verbič J. 2016. Zaključno poročilo o rezultatih ciljnega raziskovalnega projekta V4-1428, Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana 2016

Nastran M., Žižek Kulovec L. 2013. (Ne)uskklajenost uradnih prostorskih evidenc pri ugotavljanju krčitev gozdov v Sloveniji (v recenziji).

Nastran M., Žižek Kulovec. 2013. Prostorski podatki za ugotavljanje krčitev gozdov v Sloveniji. V: Pogledi gozdarstva na krčitve gozdov. Pirnat J. (ur.). Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 18-20.

Mali B., Simončič P., Žižek Kulovec L. 2015. Monitoring emisij toplogrednih plinov zaradi rabe tal, spremembe rabe tal in gozdarstva in njegova prihodnost. V: Kraigher, Humar M. (ur.). Monitoring v gozdarstvu, lesarstvu in papirništvu : zbornik prispevkov Znanstvenega srečanja Gozd in les. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica: 75-78.

Mekinda Majaron T., Logar M., Verbič J., Simončič P., Mali B., Hladnik D., Malešič I., Kus Z., Tolar Šmid V. 2016. Slovenia's national inventory report 2016 : emission inventories 1986-2012 : submitted under the United Nations framework convention on climate change and the Kyoto protocol. Ljubljana: Ministry of the Environment and Spatial Planning, Slovenian Environment Agency, 2016
http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/9492.php

Miličič V., Udovč A. 2012. Uporabnost prostorskih podatkov kmetijskega sektorja za analize sprememb rabe kmetijskih zemljišč na primeru izbranega območja varovanja narave v Sloveniji. Geodetski vestnik, 56: 83-104.

Ogrin, D., 1996. Podnebni tipi v Sloveniji. Geografski vestnik 68. Zveza geografskih društev Slovenije, Ljubljana 1996. Str. 39 – 56. URL:
http://zgs.zrc-sazu.si/Portals/8/Geografski_vestnik/Pred1999/GV_6801_039_056.pdf

Oliviera Dinis C., Silvestre M., Herve J.C., Vestman M. 2012. Synthesis Report. Other Wooded Land (OWL), Other Land with Tree Cover (OLwTC) and Trees Outside Forest (TOF) - Questionnaire Analysis. 19th – 30th November 2012, Working Group 1, Subgroup 4 – OWL/OLwTC/TOF.

Olofsson P., Foody G.M., Herold M., Stehman S.V., Woodcock C.E., Wulder M.A. 2014 Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. Remote Sensing and Environment, 148: 42-57.

Petek F. 2002. Napovedi sprememb rabe tal v Sloveniji do leta 2002. Dela, 18: 213-225.

PRP 2014 – 2020, 21.3.2016. Program razvoja podeželja RS za obdobje 2014 – 2020. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Raba tal, MKGP, stanje 30.6.2015. Prostorski podatek rabe tal za Slovenijo, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Rogan J., Chen D. 2004. Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change. Progress in Planning, 61: 301-325.

Selcuk R. 2008. Analyzing land use/land cover changes using remote sensing and GIS in Rize, North-East Turkey. Sensors, 8: 6188-6202.

Mali B., Simončič P., Skudnik M., Kobler A., Bergant J., Verbič J. 2016. Zaključno poročilo o rezultatih ciljnega raziskovalnega projekta V4-1428, Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana 2016

Simončič P., Kušar G., Kovač M. 2009a. Monitoring gozdov in gozdnih ekosistemov kot merilo okoljskih vplivov. Gozdarski vestnik, 67: 322-332.

Simončič P., Rupel M., Kovač M. 2009b. Spremljanje stanja gozdov v Sloveniji. Gozdarski vestnik, 69: 259-262.

Simončič P. 2013. Zaključno poročilo naloge Javna okoljska služba 2012. Raziskovalno poročilo. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 286 str.

Švab Lenarčič A. 2009. Uporaba lidarskih podatkov za klasifikacijo pokrovnosti. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 135 str.

Trachsler H., Kölbl O., Meyer B., Mahrer F. 1981. Stichprobenweise Auswertung von Luftaufnahmen für die Erneuerung der Eidgenössischen Arealstatistik: Bericht über einen Versuch in verschiedenen Testgebieten der Schweiz. Bern, Bundesamt für Statistik, Bundesamt für Raumplanung, 97 str.

Vidal C., Lanz A., Tomppo E., Schadauer K., Gschwanter T., di Cosmo L., Robert N. 2008. Establishing forest inventory reference definitions for forest and growing stock: a study towards common reporting. Silva Fennica, 42: 247-266.

Zahteve GP, ARSKTRP, 2016. Prostorski podatek zahtev za glavni posevek na območju GERK. Agencija RS za kmetijske trge in razvoj podeželja.

Žižek Kulovec L., Planinšek Š., Skudnik M., Hladnik D., Kobal M., Okršlar G., Žlindra D., Simončič P. 2013. Zaključno poročilo naloge Javna okoljska služba 2012. Raziskovalno poročilo. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 286 str.

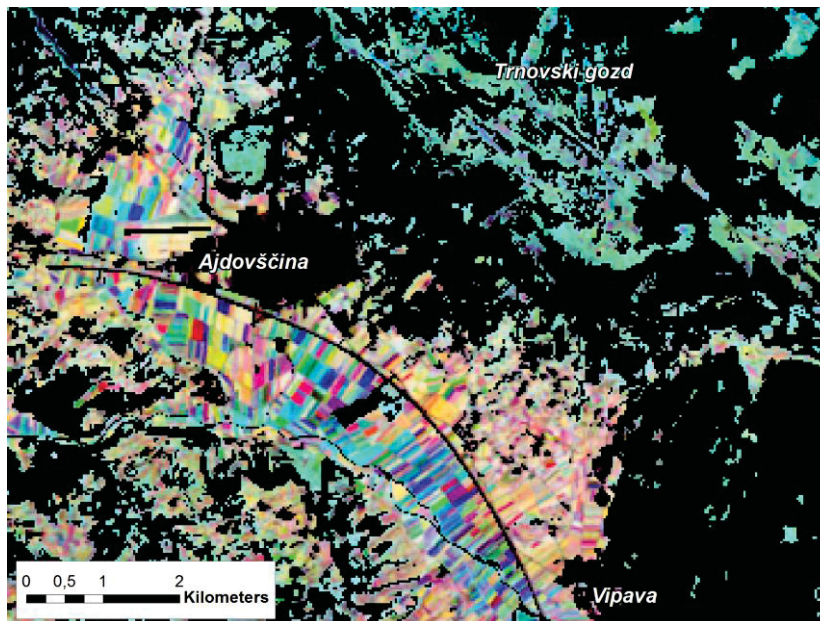
Smernice za uporabo Landsat podlag za fotointerpretacijo kmetijskih površin

Andrej Kobler, 4. 2. 2015

Landsat karte so vključene v aplikacijo tako, da se jih da uporabiti pri interpretaciji kmetijskih rab. Mišljene so kot pomožno orodje, ko iz DOF kmetijske rabe ni mogoče zanesljivo določiti (detelja in trava na primer sta na DOF videti enako, vendar prva spada v razred 1100, druga pa v 1300).

Za vsako referenčno leto sta pripravljene dve vrsti kart:

1. barvna NDVI kompozitna⁸ slika ločljivosti 30 m (slika 1), kjer imajo enake/podobne kmetijske rabe približno enake barve; natančneje rečeno slika ni ena, ampak zaradi njihovega omejenega geografskega obsega Slovenijo pokrivajo tri ločene Landsat slike (slika 2);



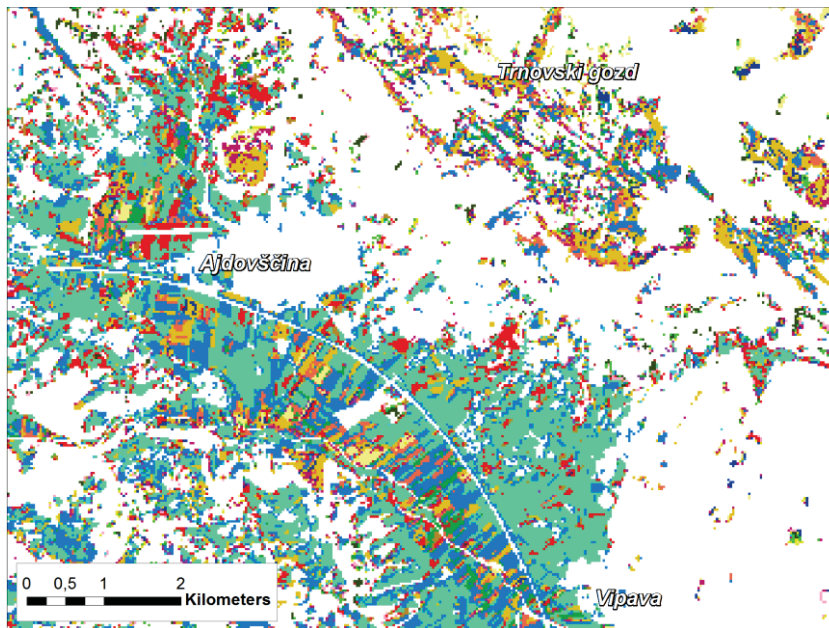
Slika 1: Barvna NDVI kompozitna slika kmetijskih površin Vipavske doline in Trnovskega gozda (referenčno leto 2012, Landsat snemalni red 190). Barva je odraz časovne dinamike količine fotosintetske aktivnosti skozi vegetacijsko sezono. Črna barva označuje gozd, umetne površine, vode in oblake.

⁸ opomba: barvna kompozitna slika je sestavljena iz treh (RGB) kanalov. Vsak slikovni kanal vsebuje NDVI sliko iz določenega dela vegetacijske sezone. NDVI je vegetacijski indeks, izračunan iz razmerja med rdečim in IR delom spektralnega odboja (kar sicer ni pomembno :-), pomembno pa je, da je vrednost NDVI približno sorazmerna intenzivnosti fotosinteze in vitalnosti rastlinstva (ki je pri enakih ostalih pogojih odvisna najbolj od namočenosti oziroma sušnosti), neto primarne produkcije, s tem pa tudi količini rastlinske biomase. R (rdeči) kanal kompozitne slike odraža najzgodnejše obdobje vegetacije (nekje med aprilom in junijem, odvisno od razpoložljivosti brezoblačnih posnetkov), G (zeleni) kanal kaže srednje obdobje (nekje med junijem in avgustom), B (modri) pa pozno obdobje (med avgustom in oktobrom). Barva je torej odraz časovne dinamike količine biomase skozi vegetacijsko sezono.



Slika 2: Slovenijo pokrivajo tri delno prekrivajoče se Landsat slike. Od leve proti desni so snemalni redovi 191, 190 in 189.

- (nevidna) tematska karta (slika 3) ločljivosti 30 m v ozadju aplikacije, ki v ločene »spektralne«⁹ razrede združuje kmetijske površine s podobno sezonsko dinamiko fotosintetske aktivnosti.



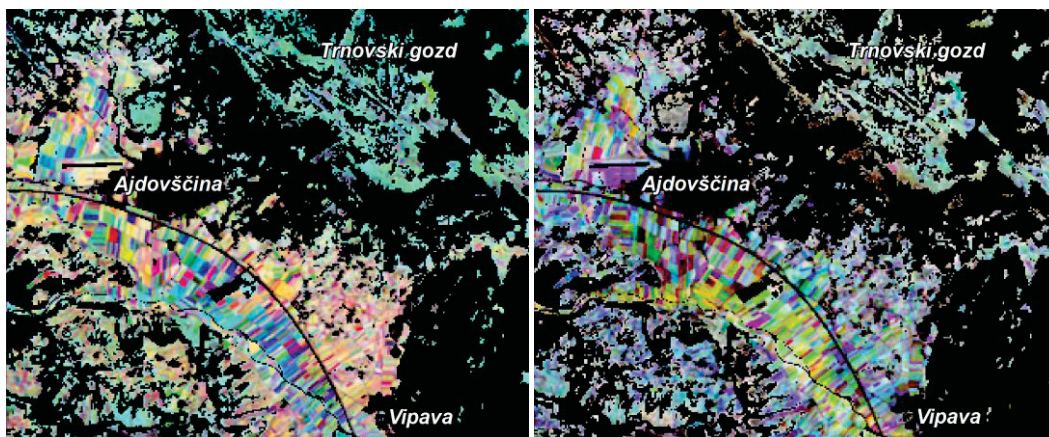
Slika 3: Tematska karta kmetijskih površin Vipavske doline in Trnovskega gozda (referenčno leto 2012, Landsat path_row 190_028). Karta prikazuje razrede, ki so rezultat clusteringa na podlagi časovne serije treh slik NDVI vegetacijskih indeksov (začetek, sredina in konec vegetacijske sezone) satelita Landsat. Karta je v ozadju aplikacije in uporabniku ni vidna, služi pa generiranju statistik rabe v podporo interpretaciji. Bela barva na karti označuje gozd, umetne površine, vode in oblake.

NDVI kompozitna slika nam pomaga določiti, ali imata točki A in B enako rabo: če je raba v točki A znana, lahko na podlagi podobnosti barv sklepamo, kakšna je raba v točki B. Dodatno nam pomaga še aplikacija, ki na podlagi že prej interpretiranih podobnih točk (= enakega »spektralnega« razreda skrite Landsat tematske karte) sporoči, katera kmetijska raba prevladuje v tem »spektralnem« razredu (natančneje rečeno: sporoči frekvenčno porazdelitev kmetijskih rab v tem »spektralnem« razredu). Da je ta informacija bolj zanesljiva, jo sporoči šele, ko je v posameznem »spektralnem« razredu vsaj 30 interpretiranih točk.

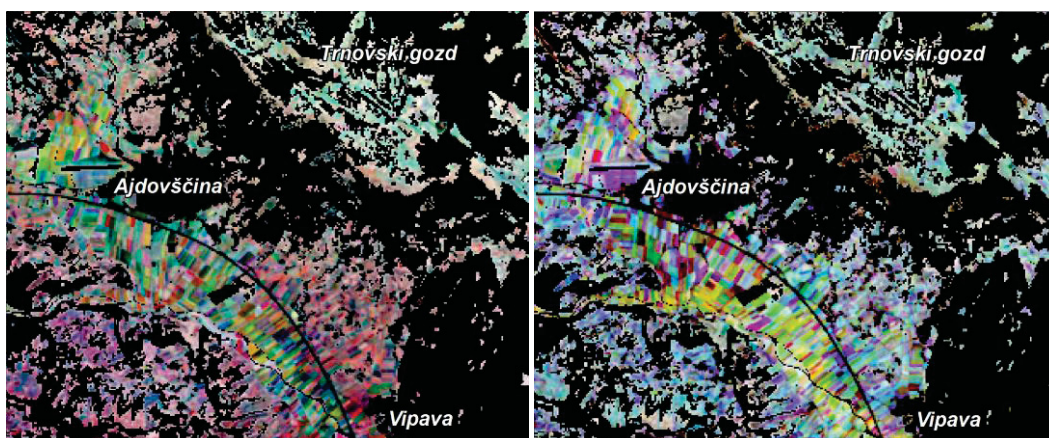
⁹ opomba: »spektralni« razredi so v narekovajih zato, ker gre za clustering (nenadzorovano klasifikacijo) na podlagi časovne serije treh slik NDVI vegetacijskih indeksov satelita Landsat (začetek, sredina in konec vegetacijske sezone), ne pa surovih spektralnih informacij.

Iz povedanega sledijo naslednje ugotovitve, pomembne za interpretacijo kmetijskih rab:

1. na začetku nam informacija o prevladujoči rabi še ne bo na voljo;
2. če so bile naše začetne interpretacije kmetijske rabe sistematično napačne, bo napačna tudi informacija o prevladujoči rabi na »spektralno« podobnih zemljiščih;
3. v posameznem »spektralnem« razredu se lahko legitimno znajde več kmetijskih rab, če imajo podobno sezonsko dinamiko fotosintetske aktivnosti;
4. ista kmetijska raba lahko nastopa v klimatsko in ekološko različnih delih države (npr. trajni travniki na Krasu ali na Ljubljanskem barju) z različnim časovnim potekom vegetacije in se zato lahko pojavi v več kot enem »spektralnem« razredu (kar ilustrirata slika 1 in slika 3, če primerjamo travnike v Vipavski dolini s travniki na Trnovskem gozdu);
5. barve na NDVI kompozitni sliki lahko primerjamo le znotraj iste slike (prim. [Slika](#)) in istega referenčnega leta; na prekrivnem območju med dvema sosednjima slikama na primer so lahko barve precej različne, saj NDVI komponente niso bile računane na isti dan (slika 4, slika 5), v razmeroma kratkem času pa se te pri enaki rabi lahko spreminjajo zaradi dežja/suše in zaradi sprememb pokrovnosti (npr. pokošen travnik) (raba \neq pokrovnost);

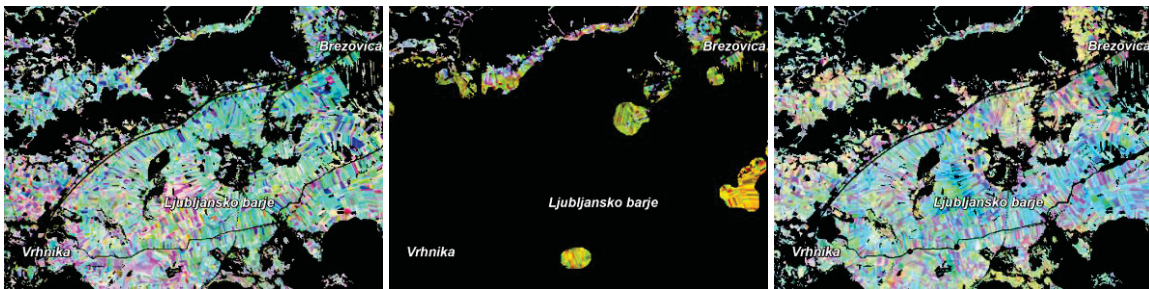


Slika 4: Primerjava NDVI kompozitnih slik Vipavske doline iz istega referenčnega leta (2012), vendar iz dveh različnih snemalnih redov - levo 190, desno 191. Barve se razlikujejo zaradi (1) različni datumov zajema NDVI, deloma pa lahko tudi zaradi spremembe pokrovnosti (npr. trava je bila pokošena), ne pa rabe. Datumi za levo sliko: kanal R = 15.4.2013, G = 29.6.2011, B = 5.8.2013. Datumi za desno sliko: R = 12.8.2013, G = 23.8.2011, B = 21.9.2010.



Slika 5: Primerjava NDVI kompozitnih slik Vipavske doline iz dveh referenčnih let (levo 2002, desno 2012), obe snemalni red 191. Barve se razlikujejo zaradi (1) sprememb rabe med 2002 in 2012 ter (2) zaradi različni datumov zajema NDVI znotraj sezone. Datumi za levo sliko: kanal R = 27.6.2002, G = 17.8.2003, B = 18.9.2003. Datumi za desno sliko: R = 12.8.2013, G = 23.8.2011, B = 21.9.2010.

6. nekaj smernic za razumevanje barv na NDVI kompozitnih slikah:
 - intenzivne barve pomenijo večjo fotosintetsko aktivnost vsaj v enem od treh zajetih obdobj in domnevno intenzivnejšo kmetijsko obdelavo;
 - blede/izprane barve nakazujejo opuščeno kmetijsko obdelavo in opuščene travnike/pašnike;
 - nasprotno pa zelo svetlo siva ali bela barva pomeni konstantno visoko fotosintetsko aktivnost skozi vsa tri zajeta obdobja;
 - rdeči in rumeni odtenki pomenijo kulminacijo fotosintetske aktivnosti v zgodnejšem delu prikazanega časovnega intervala, modri in turkizni pa v kasnejšem;
7. črna območja na NDVI kompozitni sliki ne predstavljajo le gozda, umetnih površin in voda, ampak tudi oblake. Zaradi oblačnosti na posameznih slikah ni Landsat podatkov za vse kmetijske površine. Ker za vsako referenčno leto potrebujemo vsaj tri (relativno) brezoblačne satelitske slike iz vegetacijske sezone, se je oblakom nemogoče popolnoma izogniti. Zaradi dolgotrajne oblačnosti v posameznih letih in posameznih predelih države smo bili prisiljeni uporabiti celo datume Landsat slik, ki se za eno do dve leti razlikujejo od referenčnega leta. Problemom zaradi oblakov na satelitskih slikah se lahko v veliki meri izognemo, če uporabimo sliko sosednjega snemalnega reda (slika 6).



Slika 6: Razlika v oblačnosti med slikami: levo je slika Ljubljanskega barja za referenčno leto 2006 (snemalni red 191), v sredini je zaradi oblačnosti skoraj neuporabna slika za referenčno leto 2012 (snemalni red 191). Vendar tudi za leto 2012 obstaja uporabna slika in sicer snemalni red 190 (desna slika).

Dodatek – pregled datumov zajema NDVI po slikovnih kanalih kompozitnih slik

Referenčno leto 2002, snemalni red 189: R = 13.6.2002, G = 3.8.2003, B = 20.9.2003

Referenčno leto 2006, snemalni red 189: R = 20.5.2005, G = 26.7.2006, B = 12.9.2006

Referenčno leto 2012, snemalni red 189: R = 24.4.2013, G = 22.6.2011, B = 10.9.2011

Referenčno leto 2002, snemalni red 190: R = 22.4.2004, G = 23.6.2003, B = 10.8.2003

Referenčno leto 2006, snemalni red 190: R = 25.5.2005, G = 17.7.2006, B = 16.9.2005

Referenčno leto 2012, snemalni red 190: R = 15.4.2013, G = 29.6.2011, B = 5.8.2013

Referenčno leto 2002, snemalni red 191: R = 27.6.2002, G = 17.8.2003, B = 18.9.2003

Referenčno leto 2006, snemalni red 191: R = 22.6.2006, G = 27.7.2007, B = 10.9.2006

Referenčno leto 2012, snemalni red 191: R = 12.8.2013, G = 23.8.2011, B = 21.9.2011w2

Priloga II

Spremembe rabe tal po nacionalni klasifikaciji v obdobju 2002-2006

2002- 2006	1100	1160	1180	1190	1211	1221	1222	1230	1240	1300	1321	1410	1420	1500	1600	1800	2000	3000	4220	5000	6000	7000	Grand Total
	2090		1		2			1		43	1	3			12			14					2167
1160	1	19																					20
1180			1																				1
1190				1																			1
1211	1				218					9	2	2		1	6		1						238
1221					1	31					1				2								35
1222	1				1		250			16	1	1					5						274
1230	1							18															19
1240									6														6
1300	23				8	1	11			2934		142		9	14		2	20					3164
1321	1										29												30
1410	1									9		209		8	4	1	13						245
1420													3										3
1500	3						1			7	1	3		267			4	2					288
1600	2				5	2				1		8			46			2					66
1800										6		3		1		99	2						111
2000	1					1	2			19	7	7		1	2	1	12044	21		1	1	1	12101
3000	1									5							1022		11		1		1029
4220																							11
5000										1										110			111
6000																				1	205		206
7000														1			2					124	127
Grand Total	2126	19	2	1	235	35	264	19	6	3050	31	379	3	288	86	101	12065	1089	11	111	207	125	20253

Opomba: vrednosti v preglednici so frekvence točk, vsaka točka predstavlja približno 100 ha površine

Spremembe rabe tal po nacionalni klasifikaciji v obdobju 2002-2006

2006-	1100	1160	1180	1190	1211	1221	1222	1230	1240	1300	1321	1410	1420	1500	1600	1800	2000	3000	4220	5000	6000	7000	Grand Total
1100	2031	1			1	67	1								7			18					2126
1160	2	17																					19
1180			2																				2
1190				1																			1
1211	5				195		3		16		2				13		1						235
1221	1					32			2														35
1222	1						251		9						1		2						264
1230								19															19
1240					1				5														6
1300	22				2		5	2	2916		63			4	12	4	1	18				1	3050
1321											31												31
1410							2	1	27		273			25	5	2	39	5					379
1420													3										3
1500	4							1	5	3				259	6	7	3						288
1600	2					1			21	10					47			5					86
1800									6	2						93							101
2000	1				2			1	16	5				3	3	3	12014	11	1	1	1	3	12065
3000							1		2								1085						1089
4220																			11				11
5000																	1			110			111
6000																				1	206		207
7000																						125	125
Grand Total	2069	18	2	1	200	34	262	24	5	3087	32	359	3	291	94	102	12062	1148	12	112	207	129	20253

Priloga III

Informativna zgibanka o projektu CRP V4-1428

Priloga IV

Agenda delavnice »Spremljanje pokrovnosti/rabe tal z metodami daljinskega zaznavanja« in lista udeležencev (Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, 16. november 2015)

Priloga V

Agenda mednarodne delavnice »The seminar on the importance of forest inventory data for fulfilling obligations under the UN Framework Convention on Climate Change, the Kyoto Protocol and EU legislation« (Zagreb, Hotel Panorama, 1.-2. junija 2016)

Izroček kratkega predavanja z naslovom Application of NFI data for UNFCCC and KP reporting in Slovenia, main findings and challenges (Mali, 2016)

Cilji projekta

- Razviti metodološki pristop spremljanja sprememb rabe tal za namen poročanja o emisijah TGP za področje LULUCF.
- Oceniti površine sprememb rabe tal na sistematični vzorčni mreži na osnovi razpoložljivih prostorskih podatkov.
- Oblikovati korekcijske faktorje in z njimi za nazaj korigirati strukturne deleže posameznih rab zemljišč v Sloveniji, s čimer bo možno oceniti resnične obsege krčitev gozdov, spremembe zemljišč zaradi urbanizacije itd.
- Predlagati dopolnitve in izboljšave metod zbiranja in obdelave podatkov v obstoječih inventurah v Sloveniji.
- Prispevati k razvoju inventurnih metod za nove kazalce, ki so določeni po evropski zakonodaji.
- Predstaviti rezultate naročniku in končnim uporabnikom.

Slovar kratic:

LULUCF = land use, land-use change and forestry (raba tal, sprememba rabe tal in gozdarstvo)

UNFCCC/KP = United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and Kyoto Protocol (KP) (Okvirna konvencija Združenih narodov o podnebnih spremembah in Kjotski protokol)

Ali ste vedeli?

- Za doseganje prehranske neodvisnosti Slovenije, bi po nekaterih ocenah potrebovali okoli 0,3 ha obdelovalnih površin na prebivalca. Trenutno je v Sloveniji okoli 0,1 ha obdelovalnih površin na prebivalca.
- V zadnjih 10 letih se je zaraslo 12.875 ha kmetijskih površin ali kar 1560 nogometnih igrišč na leto.
- Površina pozidanih in sorodnih zemljišč se je v desetih letih povečala za več kot 800 ha.
- Vsako leto se izgubi okoli 400 ha njiv in vrtov ter 700 ha travnikov zaradi pozidave.

Naslov in kontaktna oseba:

GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
Večna pot 2, 1000 Ljubljana

Boštjan Mali

Telefon: +386-1-200 78 29

Fax: +386-1-257 35 89

E-naslov: bostjan.mali@gozdis.si

<http://www.gozdis.si>

Ciljni raziskovalni projekt-CRP V4-1428: Izhodišča za izboljšanje metodologije poročanja o emisijah toplogrednih plinov v povezavi z rabo tal, spremembo rabe tal in gozdarstvom



Izvajalec:

GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE



Kmetijski inštitut Slovenije

Agricultural Institute of Slovenia

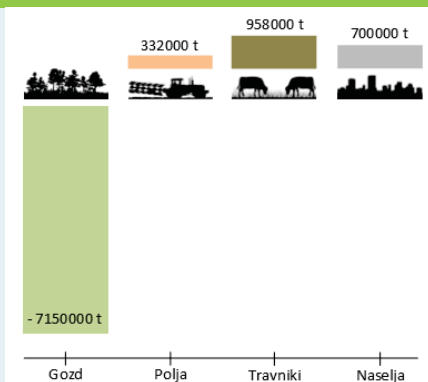


S podpora:

REPUBLIKA SLOVENIJA
**MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,
GOZDARSTVO IN PREHRANO**



JAVNA AGENCIJA ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST
REPUBLIKE SLOVENIJE



Glavni viri emisij in ponorov CO₂ v LULUCF

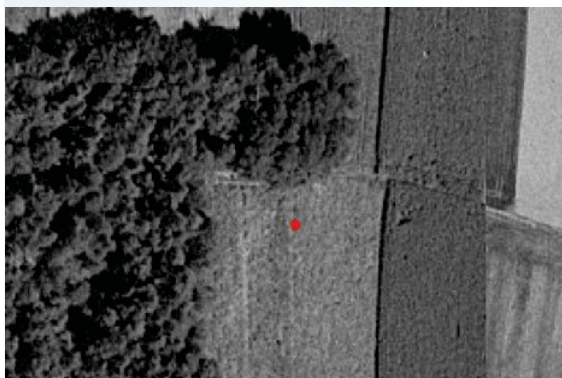
Predstavitve problematike

Slovenija je kot polnopravna članica Evropske skupnosti, vsako leto dolžna poročati o emisijah oz. ponorih toplogrednih plinov (TGP).

Eden najpomembnejših sektorjev v nacionalnem poročanju o emisijah in ponorih TGP, je sektor rabe tal, spremembe rabe tal in gozdarstvo. Kljub temu, da so danes na voljo različni podatkovni viri (podatki vzorčnih inventur, satelitski posnetki, podatki različnih letalskih snemanj ter različnih satelitskih raziskovanj), se veliko držav, ki so vključene v UNFCCC/KP poročanje, spopada s problemi spremljanja površin rabe tal in sprememb rabe tal v času.

Metodologija določanja posameznih nacionalnih kategorij oz. razredov rab in zajem podatkov, sta se s časom zaradi evropske politike spreminjala, kar je glavni vzrok nerealnih sprememb rabe tal.

Spremembe rabe tal v obdobju 2002 - 2012



DOF 1:5000, GURS 2002 - dejanska raba: njiva (1100)



DOF 1:5000, GURS 2006 - dejanska raba: njiva (1100)



DOF 1:5000, GURS 2012 - dejanska raba: Pozidano in sorodno zemljišče (3000)

Delovni sklopi

Razvoj metodologije za spremljanje sprememb rabe tal za celotno območje Slovenije.

Testiranje metodologije in korekcija matrike sprememb rabe tal.

Predlog metod zbiranja in obdelave podatkov o zalogah ogljika.

Prenos znanja in informacije.



Podatki o projektu:

Trajanje: 1. 7. 2014 - 30. 6. 2016

Vrednost: 90 000 evrov

Financiranje: ARRS, MKGP

Partnerji: Kmetijski inštitut Slovenije