

Predlog o organiziranju nacionalne gozdne inventure za mednarodno in domače poročanje o trajnostnem gospodarjenju z gozdovi

Suggestion for Organizing National Forest Inventory for International and National reports on Sustainable Forest Management

Mitja SKUDNIK¹, David HLADNIK²

Izvleček:

Skudnik, M., Hladnik, D.: Predlog o organiziranju nacionalne gozdne inventure za mednarodno in domače poročanje o trajnostnem gospodarjenju z gozdovi; *Gozdarski vestnik*, 76/2018, št. 7-8. V slovenščini in izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 36. Prevod Breda Misja, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

Na podlagi simuliranja zgostitve mreže monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov (4 x 4 km) in podatkov za leto 2012 smo prikazali, da bi za manj kot 10 % vzorčne napake pri ocenah lesne zaloge, prirastka in količine odmrle drevnine potrebovali vsaj 2 x 2 km ali celo 2 x 1,4 km mrežo ploskev, ki bi jo lahko poimenovali nacionalna gozdna inventura. Zaradi lažje organiziranosti dela (redne letne naloge zaposlenih na GIS in ZGS) predlagamo uvedbo panelnega inventurnega sistema, v katerem je sistematična mreža vzorčnih ploskev razdeljena v posamezne skupine ti. panele, ki jih kasneje premikamo tako, da je vsak panel na celotni površini države izmerjen v posameznem letu. S tako organizirano kontinuirano NGI bi vzpostavili metodološko statistično utemeljen in kakovosten informacijski sistem o gozdovih za letna poročila o stanju slovenskih gozdov na državni ravni in hkrati bi po enem snemalnem ciklu pridobili dovolj velik vzorec za konsistentna poročila o stanju gozdov na nižjih prostorskih ravneh kot so provenienčna območja, GGO ali statistične regije.

Ključne besede: gostota vzorčenja, stanje gozdov, nacionalna gozdna inventura, intervalne ocene, stratifikacija podatkov, panelni sistem

Abstract:

Hladnik, D., Skudnik, M.: Suggestion for Organizing National Forest Inventory for International and National Reports on Sustainable Forest Management; *Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry)*, 76/2018, vol 7-8. In Slovenian, abstract and summary in English, lit. quot. 36. Translated by Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

Simulating higher grid density of Forest and Forest Ecosystems Condition Survey (4 x 4 km) (FFECS) using data from 2012 survey we showed that, for a sampling error under 10 % in growing stock, growth increment, and dead wood quantity estimations, Slovenia would need at least 2 x 2 km or even 2 x 1.4 km sampling grid of plots we could call national forest inventory. For easier work organization (regular annual tasks of the SFI and SFS) we suggest the implementation of continuous panel inventory system, where the plots on systematic sampling grid are divided into individual groups, the so-called panels, which we later move in such a way, that each panel on the whole country surface is measured in an individual year. With thus organized continual national forest inventory (NFI), we would establish methodologically and statistically well-founded and high-quality information system on forests for annual reports on condition of Slovenian forests on the national level. At the same time, after one recording cycle we would acquire a sufficiently large sample for consistent reports on forest condition on lower spatial levels like provenance areas, forest management areas (FMA), or statistical regions.

Key words: sampling density, forest condition, national forest inventory, interval estimations, data stratification, panel system

¹ Dr. M. S., Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za načrtovanje in monitoring gozdov in gozdne krajine. Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, mitja.skudnik@gozdis.si

² Izr. prof. dr. D. H., Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo. Večna pot 83, SI-1000 Ljubljana, Slovenija. david.hladnji@bf.uni-lj.si

1 UVOD

1 INTRODUCTION

V zadnjih desetletjih so bile prevečkrat pokazane neskladnosti v ocenjevanju stanja in sprememb v slovenskih gozdovih, do katerih prihaja ob poročanju na podlagi podatkov iz gozdnogospodarskih načrtov gozdnogospodarskih enot (GGE) Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS), Monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov (MGGE) pod okriljem Gozdarskega inštituta Slovenije (GIS) ter Evidence dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč Ministrstva za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano (MKGP) Republike Slovenije (Hladnik in Kovač, 2015; Hladnik in Žižek Kulovec, 2012, 2014; Hočevar, 1997; Hočevar in sod., 2006; Nastran in Žižek Kulovec, 2014).

Razlog za neskladja je po vsebini preprost. Ocene o gozdnih virih pridobivamo na podlagi agregiranja podatkov iz GGE in evidenc gozdnogospodarskega načrtovanja. V sako leto je obnovljenih desetina gozdnogospodarskih načrtov, prostorsko razmeščenih po 14 območnih enotah ZGS (OE). Ker GGE niso slučajnostjo izbrane po konceptu večstopenjskega vzorčenja, je mogoče pričakovati razlike v ocenjevanju stanja gozdov na ravni države v tistih letih, ko je potekalo tudi ocenjevanje v sklopu MGGE. Doslej so v tem monitoringu ocenjevali stanje gozdov na podlagi kontrolne vzorčne metode v letih 2000, 2007 in 2012 (Hladnik in Kovač, 2015; Kušar in sod., 2009), pred tem pa na podlagi popisa propadanja gozdov v sklopu Mednarodnega programa sodelovanja za oceno in spremljanje vplivov zračnega onesaženja na gozdove (ICP Forests) v letih 1987 in 1995 (Hočevar in sod., 2002).

S pojasnili, da podatki o stanju gozdov ne kažejo resničnih sprememb po posameznih letih, temveč odražajo 10-letne spremembe v GGE, za katere so bili v posameznem letu izdelani gozdnogospodarski načrti (Veselič in sod., 2014), ni mogoče razrešiti neskladja z drugimi omenjenimi evidencami o stanju gozdov na Slovenskem. Podatki iz gozdnogospodarskih načrtov naj bi na primer kazali trend gibanja lesne zaloge gozdov in prirastka v smislu drsečih sredin s povprečnim petletnim časovnim zamikom. Za mednarodne recenzente poročil o stanju slovenskih gozdov so bile pripravljene ponazoritve in prikazani statistični preizkusi, s katerimi smo

želeli omiliti vsakokratna neskladja v nacionalnih poročilih, toda če uspemo zakrpati vrzel pri ocenjevanju lesnih zalog (Hladnik in Žižek Kulovec, 2014), je to veliko težje pri ocenjevanju prirastka (Hladnik in Kovač, 2015), pri ocenjevanju odmrle drevnine v gozdovih pa si s konstruiranjem prenizke ocene naredimo škodo tudi med naravovarstveniki v Evropi. V novejšem raziskovalnem prispevku je bila namreč povprečna ocena o odmrli drevnini v slovenskih gozdovih po podatkih ZGS za 5 m³/ha nižja od ocene MGGE v letu 2012 (Nagel in sod., 2017). V prispevku je bilo znova opozorjeno na omejitve pri takem ocenjevanju, zlasti za morebitne tuje recenzente, ker doma na slovenskem številke pogosto nimajo velike teže.

Za proces harmonizacije gozdnih inventur na Slovenskem smo predlagali izhodišča, po katerih bo mogoče usklajeno ocenjevati strukturne značilnosti gozdov na ravni države (Zenner in Hibbs, 2000), čeprav je zasnovo predstavil že Hočevar (1992), pa se je izjalovila na 15 različnih vzorčnih mrež kontrolne vzorčne metode po posameznih območnih enotah ZGS (Pisek, 2010). Za ocenjevanje na ravni države smo predlagali panelni inventurni sistem (Reams in sod., 2005), v katerem je sistematična mreža vzorčnih ploskev razdeljena v posamezne skupine, imenovane paneli. Te premikajo tako, da je vsak panel na celotni površini države izmerjen v posameznem letu. V ZDA so na primer vzorčne ploskve sistematično razporejene v pet panelov, v petletnem obdobju je na celotni površini ZDA letno izmerjenih 20 % vzorčnih ploskev, kar vsako leto zagotovi vzorčno oceno na ravni celotne države (McRoberts in sod., 2010).

Opisani panelni inventurni sistem ne ponuja nove rešitve za dosedANJI način zbiranja podatkov na ravni GGE, v katerih je v zadnjih letih začelo primanjkovati sredstev za ponovno merjenje stalnih vzorčnih ploskev, tako da so na nekaterih območnih enotah ZGS zmanjšali gostoto mreže vzorčnih ploskev (ZGS, 2013). Za gozdnogospodarsko načrtovanje po GGE bo zbiranje podatkov in ocen ostalo oziroma postalo prilagojeno zahtevam deležnikov v procesu načrtovanja.

V prispevku želimo prikazati, kaj si lahko obetamo od predlaganega panelnega sistema gozdne inventure, ki jo bomo med zadnjimi v Evropi lahko poimenovali kot nacionalna gozdna inventura v Sloveniji.

Namen prispevka je:

- i) prikazati intervale zaupanja in vzorčne napake za oceno lesne zaloge (LZ), bruto prirastka (Pr) in količine odmrle drevnine (OD) pri različnih gostotah sistematične mreže vzorčnih ploskev monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov oz. potencialne nacionalne gozdne inventure.
- ii) predlagati sistem nacionalne gozdne inventure za Slovenijo (gostoto točk in organiziranost), ki bi omogočala konsistentno poročanje o stanju gozdov na državni in regionalni ravni.

2 METODE

2 METHODS

2.1 Intervali zaupanja in vzorčna napaka za različne gostote vzorčnih mrež NGI

2.1 Confidence intervals and sampling error for different NFI sampling grid density

V prispevku predstavljene analize temeljijo na podatkih MGGE iz leta 2012, ko so bile izmerjene stalne vzorčne ploskve na sistematični mreži 4 × 4 km v Sloveniji (Hladnik in Žižek Kulovec, 2014). Metodologija popisa je predstavljena v priročniku Monitoring gozdov in gozdnih ekosistemov (Kovač in sod., 2014b). Vsaki od stalnih vzorčnih ploskev smo dodali informacijo, v katerem provenienčnem območju oz. ekoregiji (Kutnar in sod., 2000) in v kateri statistični regiji (NUTS3) (SURs, 2016) se nahaja. Na podlagi podatkov za leto 2012 smo za vsak stratum za kazalnike lesna zaloga (LZ) (760 ploskev), bruto prirastek (prirastek z vrstjo in

prirastkom posekanih dreves) (Pr) (708 ploskev) in količino odmrle drevnine (OD) (746 ploskev) izračunali povprečje (\bar{x}), interval zaupanja (I) (Formula 1) in vzorčno napako (E) (Formula 2).

$$I = \bar{x} \pm t * \frac{s}{(\sqrt{n})} \text{ [Formula 1]}$$

I = interval zaupanja; s = standardni odklon; t = vrednost pri verjetnosti signifikantnosti 0.05 (95 %); \bar{x} = ocenjeno povprečje; n = število ploskev

$$E \% = I / \bar{x} * 100 \text{ [Formula 2]}$$

E = vzorčna napaka v odstotkih; I = interval zaupanja; \bar{x} = ocenjeno povprečje

Obstoječo sistematično mrežo vzorčnih ploskev 4 × 4 km¹ smo nato zgostili na mrežo 2 × 2 km, 2 × 1,4 km in 1 × 1 km (Slika 1, Preglednica 1). Podobno kot dejanske ploskve MGGE smo tudi te glede na njihovo lokacijo razvrstili po provenienčnih območjih in statističnih regijah ter na podlagi karte rabe tal iz leta 2012 (MKGP, 2012) ocenili, ali je ploskev gozdna ali negozdna. Z informacijo o številu ploskev znotraj posameznih stratumov glede na različne gostote mrež in standardni odklon kazalnikov iz MGGE 2012 smo nato ocenili intervale zaupanja (I) (Formula 1) in napako vzorčenja (E) (Formula 2) za različne gostote mreže. Za simulacijo različnih gostot mreže torej nismo generalirali novih vrednosti za ocene LZ, Pr ali OD, ampak smo uporabili standardne odklone dejanske mreže 4 × 4 km iz leta 2012.

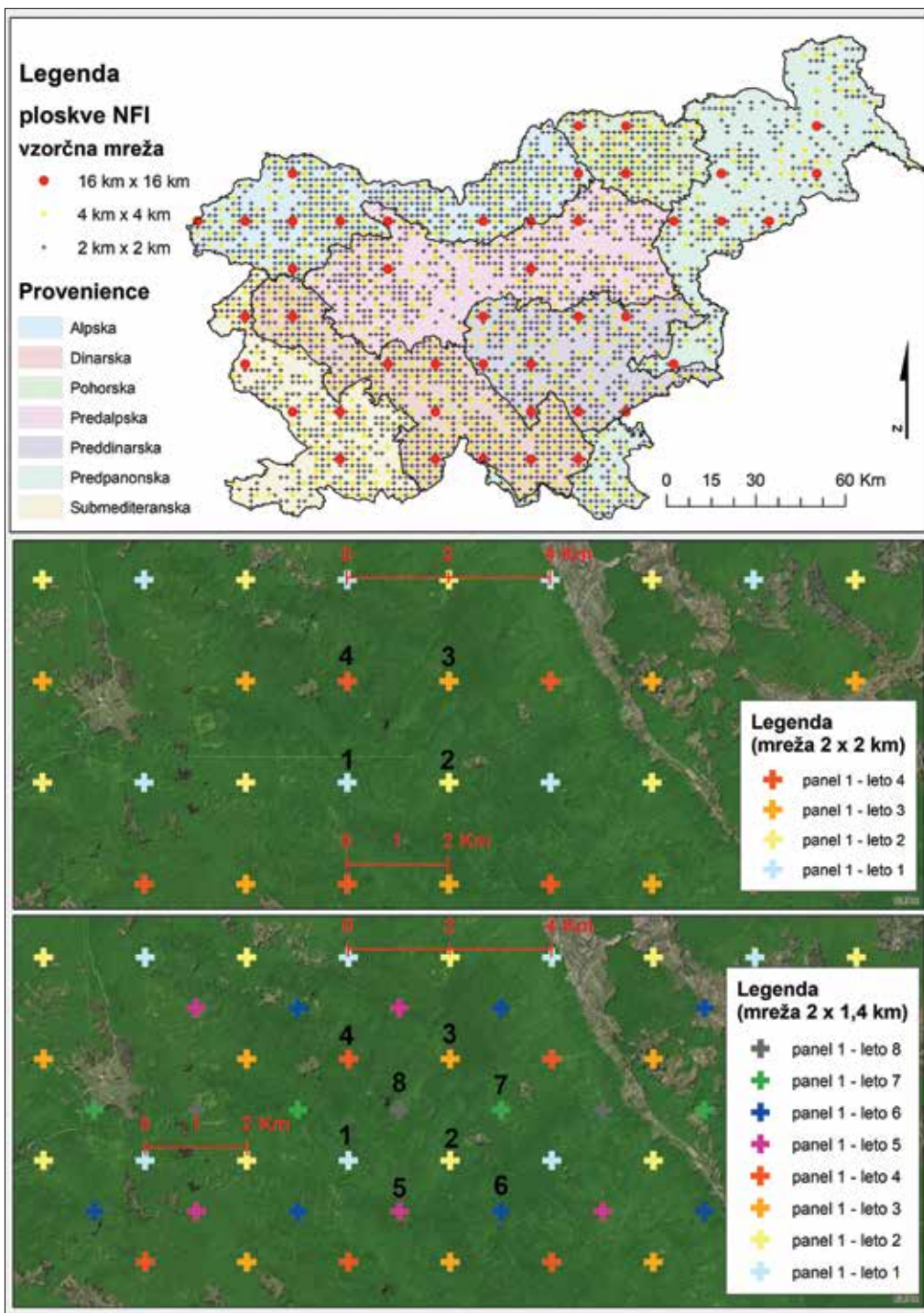
Vse prostorske analize so bile narejene v programu ArcMap (ESRI, 2016), statistični izračuni ter grafi pa v programskem okolju R (R Development Core Team, 2017).

Preglednica 1: Zgostitev mreže in končno število ploskev glede na rabo tal gozd v letu 2012 (MKGP, 2012) za potencialni panelni sistem

Table 1: Increasing grid density and final number of plots according to the forest land use in 2012 (FAFF, 2012) for the potential panel system

Vzorčna mreža	Število ploskev	Število ploskev v gozdu	Število v gozdu izmerjenih ploskev na letni ravni	Dolžina snemalnega cikla
4 x 4 km	1268	760	760	1 leto
2 x 2 km	5074	3042	761	4 leta
2 x 1,4 km	10131	6146	768	8 let
1 x 1km	20274	12221	1528	8 let

¹ 1,4 km je kvadratni koren od dva in tako dobimo trikotno mrežo ploskev, kar je ravno vmesna varianta med 2 × 2 km in 1 × 1 km mrežo (Slika 1 – spodaj).



Slika 1: Primer sistematične mreže vzorčnih ploskv na mreži 4 x 4 km in 16 x 16 km in potencialna zgostitev mreže na 2 x 2 km ter panelni sistem kontinuiranega vzorčenja (vir prostorskih podatkov: SURS (2016), MKGP (2012))
 Figure 1: An example of 4 x 4 km and 16 x 16 km systematic sampling grid and potential increase of grid density to 2 x 2 km an panel system of continual sampling (Source of spatial data: SURS (2016), MAFF (2012))

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Število ploskev NGI in možnosti prikazovanja rezultatov na različnih prostorskih ravneh

3.1 Number of NFI plots and possibilities of presenting the results for different spatial levels

3.1.1 Rezultati monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov za leto 2012

3.1.1 Results of forest and forest ecosystem condition survey for the year 2012

Leta 2012 je bila v Sloveniji na sistematični mreži 4 × 4 km narejena tretja inventarizacija gozda na državni ravni. V tem obdobju se metodologija snemanja ni spreminjala, bili pa so dodani ali zamenjani nekateri kazalniki (Kovač in sod., 2014b). Od 1.268 ploskev jih je bilo 760 označenih kot gozdnih, od tega jih je bilo 746 izmerjenih na terenu. Štirinajst ploskev je bilo ob terenskem pregledu označenih kot nedostopnih. Za te ploskve smo s tehnikami daljnjskega zaznavanja (stereofotointerpretacija na podlagi letalskih posnetkov) ocenili lesne zaloge (Hladnik in Žižek Kulovec, 2014). Leta 2012 je bila v Sloveniji povprečna LZ 333,9 ± 13,7 m³/ha (s = 192,1), Pr 8,6 ± 0,3 m³/ha leto (s = 4,6) in količina OD 19,8 ± 1,9 m³/ha (s = 26,9). Na državni ravni je bila vzorčna napaka za LZ in Pr manjša od 5 %, medtem ko je za oceno količine OD vzorčna napaka 9,7 % (Preglednica 2).

3.1.2 Državna prostorska raven

3.1.2 National spatial level

Z zgotovitvijo mreže vzorčnih ploskev bi se pri oceni OD vzorčna napaka zmanjšala pod 5 %, če bi število ploskev povečali iz 760 na 3.042 (zgotitve inventurne mreže na 2 × 2 km). Pri takšni gostoti vzorčenja bi vzorčna napaka za oceno LZ znašala 2 % in pri oceni Pr 1,9 % (Preglednica 2). Pri gostoti mreže 1 × 1 km (12.221 ploskev) ocenjujemo, da bi se vzorčna napaka za LZ in Pr zmanjšala na 1 % in pri oceni količine OD na 2,4 %.

3.1.3 Provenienčna območja oz. ekoregije

3.1.3 Provenance areas or ecoregions

S stratificiranjem podatkov na sedem ekoregij (Kutnar in sod., 2000) in ocenjevanjem parametrov po teh območjih bi z gostoto vzorčne mreže 4 × 4 km pridobili prevelike vzorčne napake (Preglednica 3, Slika 2), zlasti na površinsko manjših območjih (npr. pohorsko) in na območjih z bolj heterogeno zgradbo gozda (npr. submediteransko). Z zgotovitvijo mreže na 2 × 2 km se vzorčna napaka ocenjene LZ in Pr zmanjša pod 10 %, in sicer ostanejo največje še vedno za pohorsko območje ($E_{LZ} = 7,1 \%$, $E_{Pr} = 6,3 \%$) in submediteransko ($E_{LZ} = 6,5 \%$, $E_{Pr} = 7,8 \%$). Z vpeljavo sistema 3 (2 km x 1,4 km) bi lahko pričakovali največjo vzorčno napako za LZ 4,9 %, za Pr 5,5 % in za OD 12,8 %. V primeru Sistema 4, ki temelji na izmeri 12.221 ploskev, bi bile vzorčne napake za izračun LZ in Pr manjše od 4 % ter za OD manjše od 10 % (Preglednica 3).

Preglednica 2: Izračuni intervalov zaupanja (I) in vzorčne napake (E) glede na podatke mreže 4 x 4 km iz leta 2012 in povečanja števila ploskev ob upoštevanju standardnega odklona iz popisa leta 2012

Table 2: Calculation of confidence intervals (I) and sampling error (E) with regard to the 4 x 4 km grid data of 2012 and increase of plot numbers, taking into account the standard deviation in the 2012 inventory

Vzorčna mreža	Število ploskev	Število ploskev v gozdu	Lesna zaloga		Prirastek		Odmrta drevnina	
			I [m ³ /ha]	E [%]	I [m ³ /ha leto]	E [%]	I [m ³ /ha]	E [%]
4 x 4 km	1.268	760	±13,65	4,1	±0,34	3,9	±1,93	9,7
2 x 2 km	5.074	3.042	±6,84	2,0	±0,16	1,9	±0,96	4,8
2 x 1,4 km	10.131	6.146	±4,81	1,4	±0,11	1,3	±0,67	3,4
1 x 1km	20.274	12.221	±3,41	1,0	±0,08	0,9	±0,48	2,4

Preglednica 3: Število ploskev (n) glede na rabo tal 2012 in stratifikacijo po provenienčnih območjih (Kutnar in sod., 2000) in NUTS 3 statističnih regijah (SURS, 2016). Za različne gostote sistematične mreže so izračunane vzorčne napake (E) za lesno zalogo (LZ), bruto prirastek (Pr) in količino odmrle drevnine (OD) *Table 3: Number of plots (n) according to the 2012 land use and stratification according to the provenance regions (Kutnar in sod., 2000) and NUTS 3 statistical regions (SURS, 2016). Sampling errors (E) for growing stock (LZ), gross increment (pr) and deadwood quantity (OD) are calculated for different systematic grid densities.*

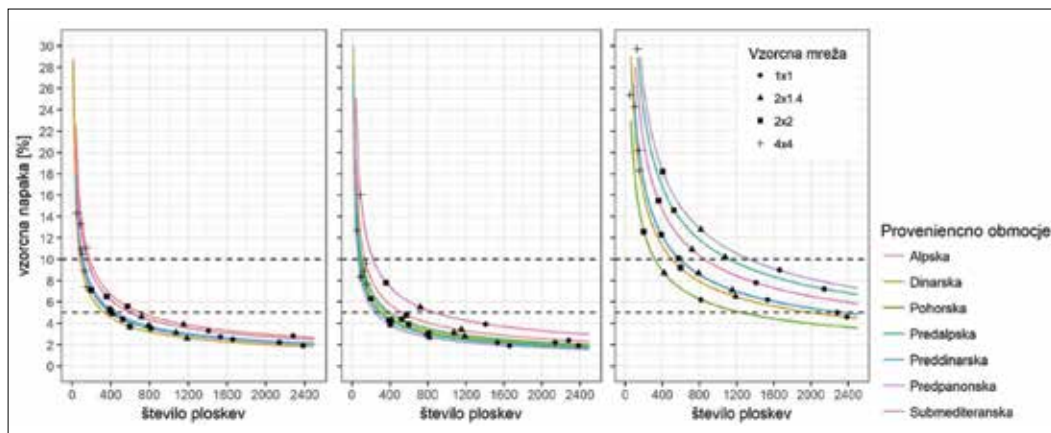
Stratum	Sistem 1 4 x 4 km			Sistem 2 2 x 2 km			Sistem 3 2 x 1,4 km			Sistem 4 1 x 1 km						
	n	LZ E [%]	Pr E [%]	OD	n	LZ E [%]	Pr E [%]	OD	n	LZ E [%]	Pr E [%]	OD				
Provenienčna območja																
1 – Alpe	142	11,1	9,6	20,2	575	5,6	4,8	10,1	1151	3,9	3,4	7,1	2282	2,8	2,4	5,0
2 – Dinarsko	157	7,4	7,7	18,3	595	3,7	3,9	9,2	1186	2,6	2,8	6,5	2388	1,9	1,9	4,6
3 – Pohorsko	52	14,3	12,7	25,4	198	7,1	6,3	12,6	418	4,9	4,3	8,7	813	3,5	3,1	6,2
4 – Predalpsko	125	8,9	8,9	29,7	524	4,4	4,4	14,6	1074	3,1	3,1	10,2	2141	2,2	2,2	7,2
5 – Preddinarsko	99	10,5	8,4	24,3	390	5,3	4,3	12,3	788	3,8	3,0	8,7	1531	2,7	2,2	6,2
6 – Predpanonsko	95	10,9	8,3	39,2	402	5,1	3,9	18,2	813	3,6	2,7	12,8	1660	2,5	1,9	9,0
7 – Submediteransko	90	13,3	16	31,6	358	6,5	7,8	15,5	716	4,6	5,5	10,9	1406	3,3	3,9	7,8
NUTS 3 (statistične regije)																
1 – Gorenjska	91	13,7	11,8	29,6	387	6,9	5,9	14,8	758	4,9	4,2	10,6	1481	3,5	3,0	7,6
2 – Goriška	103	11,4	10,5	26,2	394	5,8	5,3	13,2	783	4,1	3,8	9,4	1582	2,9	2,7	6,6
3 – Jugovzhodna Slovenija	123	8,6	7,7	21,7	468	4,4	3,9	11,0	946	3,1	2,8	7,7	1911	2,2	1,9	5,4
4 – Koroška	49	16,1	14,7	28,5	178	8,1	7,4	14,3	382	5,5	5,1	9,8	745	4,0	3,6	7,0
5 – Notranjsko-kraška	71	12,1	13,3	26,2	262	6,0	6,6	13,0	527	4,2	4,6	9,1	1053	3,0	3,3	6,5
6 – Obalno-kraška	35	22,0	24,0	44,6	151	10,6	11,5	21,5	302	7,5	8,2	15,2	599	5,3	5,8	10,8
7 – Osrednjeslovenska	92	11,4	9,9	29,6	379	5,6	4,9	14,5	785	3,9	3,4	10,1	1547	2,8	2,4	7,2
8 – Podravska	49	13,1	10,2	53,8	223	5,8	4,5	23,6	455	4,0	3,1	16,5	912	2,8	2,2	11,7
9 – Pomurska	22	28,0	23,7	58,6	85	12,9	10,9	27,0	186	8,7	7,4	18,2	383	6,1	5,1	12,7
10 – Savinjska	88	12,1	10,2	30,8	359	6,0	5,1	15,4	713	4,3	3,6	11,0	1409	3,0	2,6	7,8
11 – Spodnjeoposavska	31	15,9	12,0	41,9	118	8,3	6,3	21,8	225	6,0	4,5	15,8	426	4,4	3,3	11,5
12 – Zasavska	6	46,6	114,7	100,9	38	20,0	49,2	43,3	84	13,5	33,1	29,1	173	9,4	23,1	20,3
Skupaj	760	4,1	3,9	9,7	3042	2,0	1,9	4,8	6146	1,4	1,3	3,4	12221	1,0	0,9	2,4

3.1.4 Statistične regije

3.1.4 Statistical region

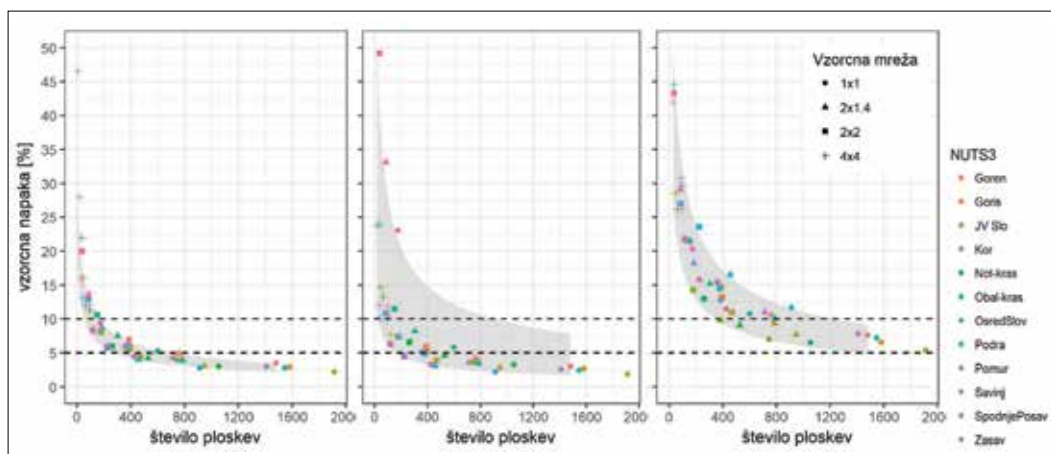
Trenutno je Slovenija razdeljena na 12 statističnih regij (NUTS 3), ki se med seboj zelo razlikujejo glede na površino in tudi gozdnatost. Med njimi je najmanjša Zasavska regija ($\approx 485 \text{ km}^2$), največja pa jugovzhodna Slovenija ($\approx 2.675 \text{ km}^2$), ki spada tudi med bolj gozdnate (SURs, 2013). Zunanje meje statističnih regij se delno ujemajo s

trenutnimi mejami gozdarske teritorialne delitve (GGO), nikakor pa niso povsem skladne. V primeru ocenjevanja podatkov po statističnih regijah so pri trenutni gostoti vzorčenja največje vzorčne napake za zasavsko regijo, in sicer 46,6 % pri LZ, 114,7 % pri Pr in 100,9 % pri oceni količine OD (Preglednica 3, Slika 3). Zaradi majhnosti zasavske statistične regije bi bila pri izračunih LZ vzorčna napaka manjša od 10 % zgolj v primeru vzpostavitve sistema 4, torej mreže $1 \times 1 \text{ km}$. Z vzpostavitvijo



Slika 2: Vzorčne napake v odvisnosti od gostote mreže oz. števila ploskev (levo – LZ, sredina – bruto Pr, desno – OD) po provenienčnih območjih Slovenije

Figure 2: Sampling errors depending on grid density or number of plots (left – LZ (GS), middle – Gross Pr (I), right – OD (Deadwood)) according to provenance regions of Slovenia



Slika 3: Vzorčne napake v odvisnosti od gostote mreže oz. števila ploskev (levo – LZ, sredina – bruto Pr, desno – OD) ločeno glede na NUTS 3 regije. Za Zasavsko regijo vzorčne napake na mreži $4 \times 4 \text{ km}$ za Pr in OD niso prikazane, saj presegajo napako 50 % (Pr = 114,7 % in OD = 100,9 %).

Figure 3: Sampling errors depending on grid density or number of plots (left – LZ (GS), middle – Gross Pr (I), right – OD (Deadwood-DW)) separately according to NUTS 3 regions. For Zasavska Region, sampling plots on the $4 \times 4 \text{ km}$ grid for I and DW are not shown as they exceed 50 % error (I – 114.7 % and DW = 100.9 %).

sistema 3 (2 x 1,4 km) bi tako pri izračunih LZ kot pri izračunih Pr vzorčno napako zmanjšali pod 10 % v vseh preostalih regijah, razen v zasavski. V primeru gostote vzorčenja 2 x 2 km pa bi bila vzorčna napaka pri izračunih LZ in Pr manjša od 10 % v vseh regijah razen v obalno-kraški, pomurski in zasavski (Preglednica 3, Slika 3).

3.2 Predlog organizacije NGI v Sloveniji

3.2 Suggestion of organizing NFI in Slovenia

Odvisnost med številom ploskev in vzorčno napako za LZ, Pr in OD prikazujeta slika 2 za provenienčna območja in slika 3 za statistične regije (NUTS3). S povečanjem števila ploskev se vzorčna napaka ocene zmanjšuje. Pri trenutni gostoti vzorčenja, tj. 4 x 4 km, so napake večje od 10 % tako pri ocenjevanju parametrov po provinienčnih območjih (Slika 2) kot po regijah NUTS3 (Slika 3, simbol +). Rezultati kažejo, da bi za provenienčna območja za izračun LZ in Pr z vzorčno napako manjšo od 10 % potrebovali gostoto mreže 2 x 2 km. Za vzorčno napako, manjšo od 5 % pa bi potrebovali mrežo ploskev velikosti 2 x 1,4 km (Slika 2). Z gostoto 2 x 1,4 km bi dosegli tudi manj kot 10 % vzorčno napako za izračune LZ in Pr za vse statistične regije, razen zasavske (Slika 3). Za zanesljive ocene LZ, Pr in količine OD bi torej potrebovali vsaj štirikrat več vzorčnih ploskev kot v dosedanjem popisu Monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov (MGGE) na sistematični mreži 4 x 4 km (narejen v letih 2002, 2007 in 2012). Podobno sta Hladnik in Žižek Kulovec (2014) predstavila, da če bi ob visokim koeficientu variacije med 40 % in 50 % želeli doseči oceno LZ za rastiščne tipe v Sloveniji, bi za posamezni gozdni rastiščni tip na državni ravni potrebovali 70 do 100 vzorčnih ploskev. To bi pomenilo, da bi potrebovali nekaj več kot 3.000 vzorčnih ploskev na nivoju države.

Zaradi relativno velikih stroškov izvedbe terenskih meritev na stalnih vzorčnih ploskvah in zaradi lažje organiziranosti dela (redne letne naloge zaposlenih na GIS in ZGS) predlagamo uvedbo panelnega inventurnega sistema (Reams in sod., 2005), v katerem je sistematična mreža vzorčnih ploskev razdeljena v posamezne skupine, ti. panele, ki jih kasneje premikamo tako, da je vsak panel na celotni površini države izmerjen v posameznem letu (Slika 4). V primeru sistematične mreže 2 x 2 km se torej vsako leto opravijo terenske meritve

na četrtni ploskev, ki pa so razporejene na sistematični mreži 4 x 4 km po vsej Sloveniji (približno 760 ploskev – Preglednica 1). V naslednjem letu se celoten sistem mreže 4 x 4 km zamakne proti vzhodu za 2 km in ponovno se na terenu izmeri četrtna ploskev iz mreže 2 x 2 km. V tretjem letu se sistem mreže 4 x 4 km premakne proti severu in v četrtem letu proti zahodu (Slika 1 in Slika 4). V obdobju štirih let so tako izmerjene vse ploskve na sistematični mreži 2 x 2 km in v petem letu bi se ponovil popis na ploskvah, vključenih v prvi panel. V primeru izbire panelnega sistema na mreži 2 x 1,4 km bi bila letno inventariziranih osmina ploskev na sistematični mreži 4 x 4 km. V takem primeru bi bil celoten cikel zaključen po osmih letih. Po osmih letih bi tako imeli podatke z nekaj več kot 6.000 vzorčnih ploskev.

Podoben sistem zasnove NGI je že vzpostavljen v številnih drugih evropskih državah. V Švici, npr., že vrsto let razvijajo koncept inventarizacije gozdov in gozdnate krajine s kontinuirano NGI (panelni sistem) na mreži, gostote 1,4 x 1,4 km, in tako je celotna država pokrita z 21.000 točkami, od katerih jih je 6.500 v gozdovih. Vsako leto posnamejo devetino ploskev – vsako deveto ploskev (722 ploskev) in tako je celoten cikel inventure zaključen po devetih letih (Lanz in sod., 2016). Avstrija je po nekaj letih nekontinuiranih meritev (1992–1996, 2000–2002 in 2007–2009) v letu 2016 ponovno uvedla kontinuiran sistem izvajanja meritev na ploskvah NGI, ki so med seboj oddaljene 3,889 km (BFW, 2017). V njihovem primeru izvajajo meritve s sistemom tako imenovanih grozdov, kjer vsak grozd sestavljajo štiri vzorčne ploskve (Gschwantner in sod., 2010). V EU so kontinuiran sistem izvajanja meritev na ploskvah NGI vzpostavile tudi Češka, Poljska, Francija, Islandija, Španija, Švedska itn. (Tomppo in sod., 2010; Vidal in sod., 2016).

3.3 Prednosti predlaganega panelnega sistema NGI

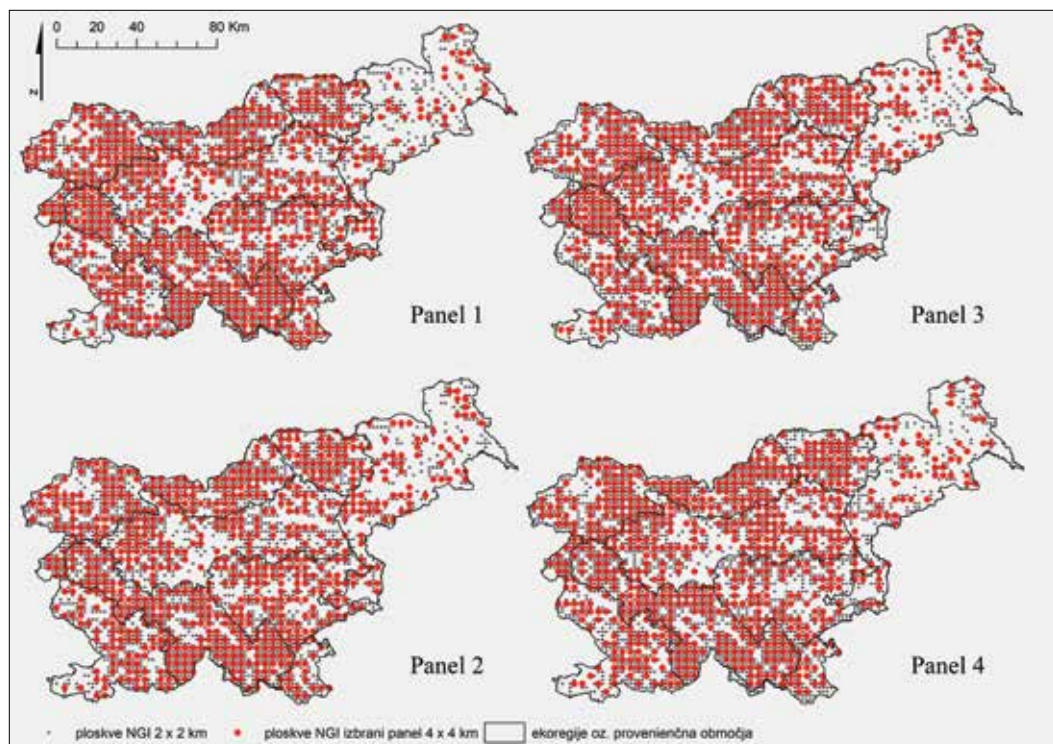
3.3 Advantages of the suggested panel NFI system

Z vzpostavitvijo panelnega sistema NGI bi vzpostavili metodološko statistično utemeljen in kakovosten informacijski sistem o gozdovih za letna poročila o stanju slovenskih gozdov na

državni ravni in hkrati bi po enem snemalnem ciklu pridobili dovolj velik vzorec za konsistentna poročila o stanju gozdov na nižjih prostorskih ravneh, kot so provenienčna območja, GGO ali statistične regije. Na takšen način zbrani podatki bodo na državni ravni omogočili oblikovanje gozdarske (optimalna lesna zaloga, posek, trajnostno gospodarjenje z gozdovi), okoljske (emisije toplogrednih plinov) in tudi naravovarstvene (ocenjevanje ohranitvenega stanja habitatnih tipov) politike. Ob naravnih nesrečah večjih razsežnosti (žled, vetrolomi, neurja) bi lahko letno ocenjevali obseg poškodovanosti v gozdovih na ravni države, vendar le za ključne kazalnike, prikazane tudi v preglednici 3.

Sistem tudi poenostavi načrtovanje finančnih sredstev, saj v tem primeru ni treba zagotavljati denarja kampanjsko na vsakih nekaj let, temveč bi lahko uredili trajno sistemsko rešitev financiranja inventure (priprava zakonskih podlag

in rezervacija sredstev v državnem proračunu). Redna zagotovitev sredstev bi vodila tudi v lažjo organizacijo izvedbe popisa. V delo bi namreč lahko vključili nekaj gozdarskih strokovnjakov, ki bi večino časa delali izključno na vsebinah NGI. Taki posamezniki bi bili pozimi vključeni v pripravo na izvedbo letnega popisa (npr. pregled ploskev na sistematični mreži in odločitev ali so teoretične koordinate v gozdu ali izven gozda (tehniko dalinjskega zaznavanja)) in poleti v izvedbo terenskih meritev. Na podlagi minulih izkušenj ocenjujemo, da bi na letni ravni terenske meritve lahko opravile štiri ekipe dobro usposobljenih in sodobno opremljenih gozdarskih strokovnjakov. Število ekip je povezano s številom ploskev, ki jih je mogoče izmeriti v enem dnevu in torej s številom kazalnikov, ki jih ocenjujemo oz. izmerimo. Zaradi manj vpletenih ljudi v izvajanje terenskih meritev, njihovega kontinuiranega izobraževanja ter možnosti uporabe dražje in kakovostnejše



Slika 4: Primer panelnega sistema na sistematični mreži 2 x 2 km. V okviru panela 1 so vključene vse ploskve trenutne MGGE na sistematični mreži 4 x 4 km.

Figure 4: An example of continuous panel system on the systematic sampling grid 2 x 2 km. All plots of the current FFECs on the systematic sampling grid 4 x 4 km are comprised in the framework of the panel 1.

opreme bi se bistveno izboljšala kakovost na terenu izmerjenih podatkov. Za reprezentativnost podatkov iz NGI je ključno tudi to, da lastnik gozda in lokalni gozdar ne odkrijeta in ne poznata lokacije ploskev in dreves (Slika 5). Načrtno ali nenačrtno se lahko namreč zgodi, da z gozdom na ploskvi gospodarita drugače kot pa v njeni okolici (Kovač in sod., 2014a). Hkrati takšna organiziranost terenskih strokovnjakov omogoča, da bi v prihodnje vključili med zbrane kazalnike tudi strokovno zahtevnejše in bolj specializirane vsebine, kot so npr. informacije o gozdnih tleh, pritalni vegetaciji, ocenjevanje ekosistemskih storitev itn. Dodajanje novih kazalnikov bo pomenilo večji finančni vložek za izvedbo terenskega dela inventure. Trenutno namreč na ploskvah ocenjujemo in merimo le osnovne dendrometrijske kazalnike (Kovač in sod., 2014b), medtem ko jih druge države bistveno več (Vidal in sod., 2016).

Po zaključku enega snemalnega cikla bi dovolj velik vzorec ploskev omogočal tudi nove pristope k obdelavi podatkov. Tako bi lahko stanje in spremembe v slovenskih gozdovih prikazovali po različnih kategorijah, kot so npr. lastništvo gozdov, rastiščni tipi, izbrani habitatni tipi NATURA 2000 (Kovač in Grošelj, 2018) itn. S kakovostnimi podatki na dovolj velikem vzorcu in z ustrezno zasnovanimi

kazalniki bi lahko preverili tuje oz. razvili lastne modele razvoja gozdov (Barreiro in sod., 2017). Do danes pri nas le-to ni bilo sistemsko razvito in zato pogosto nimamo pomembnih informacij za napovedovanja razvoja dreves oz. gozdnih sestojev glede na poznavanje procesov v gozdnem ekosistemu (rast, posek, mortaliteta, vrast itn.) z vključevanjem ključnih pojasnjevalnih spremenljivk, kot so upoštevanje okoljskih dejavnikov (tla, rastišče, nadmorska višina itd.) ter različnih oblik gospodarjenja z gozdom (Burkhardt in Tomé, 2012).

3.4 Potrebe po nadaljnjem razvoju NGI

3.4 Needs for further development of NFI

S podpisom različnih mednarodnih pogodb (LULUCF, FAO, Forest Europe, Pariški sporazum) se je Slovenija zavezala k rednemu poročanju o stanju slovenskih gozdov in o trajnostnem gospodarjenju z njimi (*sustainable forest management* - SFM). Pogosto so rdeča nit teh poročanj vseevropski kazalniki trajnostnega gospodarjenja z gozdovi. Na teh kazalnikih je temeljilo tudi nedavno objavljeno poročilo o izvajanju nacionalnega gozdnega programa, ki ga je v letu 2016 izdalo Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP, 2016). Tovrstna poročila dosežejo svoj namen samo, če so podprta s kako-



Slika 5: Primer nepravilnega označevanja dreves na ploskvah MGGE (foto: Š. Planinšek)
Figure 5: An example of incorrect marking of trees on the FFECS plots (Photo: Š. Planinšek)

vostnim informacijskim sistemom (Kovač, 2016). V državah z dobro razvitim gozdarskim sektorjem so kontinuirane NGI z dovolj velikim vzorcem eden od ključnih virov informacij o gozdovih (Foglar Deinhardstein in sod., 2015; Rigling in Schaffer, 2015). Pri tem je pomembno, da na stalnih vzorčnih ploskvah snemamo vse znake, ki kasneje lahko služijo konsistentnemu spremljanju trajnostnega gospodarjenja z gozdovi (MacDicken in sod., 2015). Tako vzpostavljen sistem bi bil lahko tudi osnova bolj kompleksnim sistemom ti. »krajinske inventure«, kjer bi na celotni površini države spremljali izbrane kazalnike, potrebne za npr. monitoring napredka in pregled izvajanja ciljev trajnostnega razvoja na različnih ravneh tal (Združeni narodi, 2015). Na mreži 4 x 4 km in delno na njenim podvzorcem 2 x 2 km je npr. že bila razvita in narejena metodologija za spremljanje zaloga ogljika v nadzemni lesni biomasi na negozdnih ravneh tal (Mali in sod., 2016).

Na podlagi enotnega koncepta sistematičnega vzorčenja v gozdovih bo mogoče nadaljevati z delom na področju večfaznega vzorčenja (Massey in sod., 2014), kjer smo doslej premalo izkoriščali možnosti za pridobivanje dodatnih spremenljivk in kazalnikov o gozdovih na podlagi daljinskega zaznavanja in dodajanja novih sestojnih in krajinskih kazalnikov (gozdnatost, fragmentacija). Neenotne zasnove sistematičnega vzorčenja v slovenskih gozdovih in pozicijsko premajhna natančnost pri postavitvi vzorčnih ploskev sta prevelika ovira, da bi lahko gozdne inventure učinkoviteje izvajali ali hitro nadgradili dosedanja sistem.

Eden od temeljev NGI je dobro zasnovan sistem podatkovne baze, ki omogoča ustrezno shranjevanje posnetih kazalnikov, izpeljavo osnovnih izračunov (volumenske funkcije, prirastki, posek) ter posredovanje podatkov oz. rezultatov v zeleni obliki in strukturi (Traub in sod., 2017). V prihodnje bi si želeli nadaljevati z razvojem obstoječega sistema in vzpostaviti spletni vmesnik, ki bi končnim uporabnikom omogočal pregled in izvoz izbranih agregiranih podatkov o stanju slovenskih gozdov. Želja je, da bi bili tudi podatki NGI v različnih oblikah glede na potrebe uporabnika, prosto dostopni. Tako bi pridobili pri uporabi podatkov ne samo znotraj gozdarskega sektorja, ampak tudi zunaj njega. Informacijski

sistem o gozdovih bi tako poleg zbiranja podatkov sestavljali tudi podatkovna baza, sistem analize podatkov (izračuni) in spletni vmesnik za posredovanje izračunanih vrednosti.

4 POVZETEK

4 SUMMARY

In the past decades, inconsistencies in the assessment of the condition and changes in Slovenian forests have frequently been shown. They occur when reporting on the basis of data from forest management plans of forest management units (FMU) of the Slovenia Forest Service (SFS), Monitoring of Forests and Forest Ecosystem Condition Survey (FFECS) under the patronage of the Slovenian Forestry Institute (SFI) and Record of Actual Agricultural and Forested Land use by the Ministry of Agriculture, Forestry and Food (MAFF) of the Republic of Slovenia (Hladnik and Kovač, 2015; Hladnik and Žižek Kulovec, 2012, 2014; Hočevar, 1997; Hočevar et al., 2006; Nastran and Žižek Kulovec, 2014). The reason for the inconsistencies is simple regarding its contents. The assessments of forest sources are acquired on the basis of data aggregation from FMU and records of forest management planning. Every year, a tenth of forest management plans, spatially distributed over 14 SFS regional units are renewed. Since the FMU-s are not randomly selected according to the concept of the multilevel sampling, differences in the assessment of forest condition on the national level can be expected in those years, when the assessment in the framework of FFECS also took place.

For assessing on the national level, we suggested continual panel inventory system (Reams et al., 2005), where the plots on systematic sampling grid are divided into individual groups called panels. They are moved in such a way, that every panel on the whole country area is measured in an individual year. By establishing NFI panel system, we would establish a methodologically and statistically founded and high-quality information system on forests for annual reports on condition of Slovenian forests on the national level. At the same time, after one recording cycle we would acquire a sufficiently large sample for consistent reports on forest condition on lower spatial levels like provenance areas, forest management areas

(FMA), or statistical regions. On the national level, the acquired data will thus enable formulation of forestry (optimal growing stock, cut, sustainable forest management), environmental (emissions of greenhouse gasses), and ecological (assessment of habitat types' conservation condition) policies.

In our article, we also present dependence between the number of plots and sampling error for the calculations of growing stock, increment, and deadwood quantity on the national level. By increasing the number of plots the sampling error decreases. At the current sampling density of 4 x 4 km, the errors exceed 10 % both in parameter assessment according to the provenance areas (Figure 2) and NUTS3 regions (Figure 3, symbol +). Results show that we would need grid density 2 x 2 km for all provenance areas for calculating growing stock and increment with a sampling error under 10 %. For a sampling error under 5 % for all provenance areas we would need a 2 x 1.4 km plot grid (Figure 2). With the 2 x 1.4 km density we would achieve a sampling error under 10 % for GS and I calculations for all statistical regions except Zasavje.

5 ZAHVALA

5 ACKNOWLEDGEMENT

Prispevek je nastal v okviru naloge JGS 4 (razvijanje in strokovno usmerjanje informacijskega sistema za gozdove), ki jo financira MKGP. Avtorja se zahvaljujeva vsem sodelavcem (GIS in ZGS), ki so bili ali so trenutno vpeti v delo pri ploskvah gozdne inventure in ki so s svojimi idejami ter terenskimi izkušnjami prispevali k nastajanju tega prispevka. Zahvala velja tudi dr. Marko Kovaču in recenzentu za pregled prispevka in številne koristne pripombe ter nasvete.

6 VIRI

6 REFERENCES

- Barreiro S., Schelhaas M.-J., McRoberts R. E., Kändler G. 2017. Forest inventory - based Projection System for Wood and Biomass Availability. (Managing Forest Ecosystems), (ur.) Springer International Publishing: 330 str.
- BFW. 2017. Österreichische Waldinventur. <http://bfw.ac.at/rz/wi.home> (5.1.2017)
- Burkhardt H. E., Tomé M. 2012. Modeling forest trees and stands. (ur.) New York, Springer Dordrecht Heidelberg New York London: 457 str.
- Gschwantner T., Gabler K., Schadauer K., Weiss P. 2010. Chapter 1 - Austria. V: National Forest Inventories - Pathways for Common Reporting. Tomppo E. in sod. (ur.): New York, Springer: 57-71.
- Hladnik D., Kovač M. 2015. Premislek o optimalnih ciljih gospodarjenja z gozdovi V: Zakonodaja o gozdovih: odprta vprašanja in predlogi rešitev. Kadunc A. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 53-58 str.
- Hladnik D., Žižek Kulovec L. 2012. Ocenjevanje gozdnatosti v zasnovi gozdne inventure na Slovenskem. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 97, 31-42.
- Hladnik D., Žižek Kulovec L. 2014. Consistency of stand density estimates and their variability in forest inventories in Slovenia. Acta Silvae et Ligni, 104, 1-14.
- Hočevar M. 1992. Daljinsko pridobivanje podatkov v gozdarstvu. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 173 str.
- Hočevar M. 1997. Možnosti in zanesljivost ocene lesne zaloge in prirastka na podlagi popisa propadanja gozdov 1995. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 52, 93-118.
- 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, Studia forestalia Slovenica: 27-51.
- Hočevar M., Mavsar R., Kovač M. 2002. Zdravstveno stanje gozdov v Sloveniji v letu 2000. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 67, 119-159.
- Kovač M. 2016. Nacionalna poročanja o gozdovih v izbranih Evropskih državah in Sloveniji. Geodetski vestnik, 60, 377-391.
- Kovač M., Bauer A., Ståhl G. 2014a. Merging National Forest and National Forest Health Inventories to Obtain an Integrated Forest Resource Inventory - Experiences from Bavaria, Slovenia and Sweden. PLOS ONE, 9, 6: 1-13.
- Kovač M., Grošelj P. 2018. Toward objective assessment of the conservation status of (the Natura 2000) forest habitat types: A comparison of a qualitative and a quantitative modeling approach. Ecological Indicators, 89, 281-289.
- Kovač M., Skudnik M., Japelj A., Planinšek Š., Vochl S. 2014b. I. Gozdna inventura. V: Monitoring gozdov in gozdnih ekosistemov - priručnik za terensko snemanje. Kovač M. (ur.). Ljubljana, Založba Silva Slovenica: 7-113.

- Kušar G., Kovač M., Simončič P. 2009. Metodološke osnove monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov V: Kontrolna vzorčna metoda v Sloveniji - zgodovina, značilnosti in uporaba. Planinšek Š. in sod. (ur.). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica: 85–95
- Kutnar L., Žitnik S., Kraigher H. 2000. Razmejitev provenienčnih območij na osnovi fitogeografskih kriterijev. *Gozdarski vestnik*, 58, 9: 355–360
- Lanz A., Abegg M., Brändli U.-B., Camin P., Cioldi Fin sod. 2016. Chapter 43 - Switzerland. V: National Forest Inventories - Assessment of Wood Availability and Use. Vidal C. in sod. (ur.). Cham, Springer International Publishing: 783–817
- MacDicken K. G., Sola P., Hall J. E., Sabogal C., Tadoum M. in sod. 2015. Global progress toward sustainable forest management. *Forest Ecology and Management*, 352, 47–56
- Mali B., Simončič P., Skudnik M., Kobler A., Bergant J. in sod. 2016. Izhodišča za izboljšanje metodologije poročanja o emisijah toplogrednih plinov v povezavi z rabo tal, spremembo rabe tal in gozdarstvo: zaključno poročilo o rezultatih ciljnega raziskovalnega projekta V4-1428. Ljubljana, 47 str.
- Massey A., Mandallaz D., Lanz A. 2014. Integrating remote sensing and past inventory data under the new annual design of the Swiss National Forest Inventory using three-phase design-based regression estimation. *Canadian Journal of Forest Research*, 44, 10: 1177–1186
- McRoberts R. E., Hansen M. H., Smith W. B. 2010. Chapter 37 - United States of America (USA). V: National Forest Inventories - Pathways for Common Reporting. Tomppo E. in sod. (ur.). New York, Springer: 567–581
- MKGP. 2012. Karta rabe tal.
- MKGP. 2016. Poročilo o izvajanju Nacionalnega gozdnega programa do 2014. Ljubljana, 97 str.
- Nagel T. A., Firm D., Pisek R., Mihelic T., Hladnik D. in sod. 2017. Evaluating the influence of integrative forest management on old-growth habitat structures in a temperate forest region. *Biological Conservation*, 216, 101–107
- Nastran M., Žižek Kulovec L. 2014. (Ne)usklajenost uradnih prostorskih evidenc pri ugotavljanju krčitve gozdov v Sloveniji. *Geodetski vestnik*, 58, 4: 724–745
- Pisek R. 2010. Vpliv strukturnih posebnosti sestojev v gozdnih rezervatih na razvoj monitoringa gozdnih ekosistemov. Magistrska naloga. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakultata, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 123 str.
- Reams G. A., Smith W. D., Hansen M. H., Bechtold W. A., Roesch F. A. in sod. 2005. The forest inventory and analysis sampling frame. Asheville, NC, 11–26.
- SURS. 2013. Slovenske regije v številkah. Ljubljana, 76 str.
- SURS. 2016. Statistične regije.
- Traub B., Meile R., Speich S., Rösler E. 2017. The data storage and analysis system of the Swiss National Forest Inventory. *Computers and Electronics in Agriculture*, 132, Supplement C: 97–107
- Veselič Ž., Grecs Z., Beguš J., Matijašič D., Jonozovič M. 2014. Nacionalni gozdni program in razvoj gozdov v Sloveniji. *Gozdarski vestnik*, 72, 2: 76–94
- Vidal C., Alberdi I., Hernández L., Redmond J. J. 2016. National Forest Inventories - Assessment of Wood Availability and Use. Cham, Springer International Publishing: 845 str.
- Združeni narodi. 2015. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015: 70/1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.
- Zenner E. K., Hibbs D. E. 2000. A new method for modeling the heterogeneity of forest structure. *Forest Ecology and Management*, 129, 1–3: 75–87
- ZGS. 2013. Poročilo o delu Zavoda za gozdove Slovenije za leto 2013. Ljubljana